



Ciência se faz com pesquisa!

Organizadores:

Claudio Luis de Araujo

Julio Cesar Bresolin Marinho

Weruska Brasileiro Ferreira

ISBN: 978-65-86901-30-6



CONSELHO EDITORIAL

Amanda Laurentino Torquato - UFCG
Cláudio Luis de Araújo Neto - UNINASSAU
Danielle Freire de Araújo - UNINASSAU
Elisangela Maria da Silva - UFCG
George Antonio Belmino da Silva - UFCG
Julio Cesar Bresolin Marinho - UNIPAMPA
Thiago Santos de Almeida Lopes - UFCG
Weruska Brasileiro Ferreira - UEPB
Whelton Brito dos Santos - UFCG



realize
Editora

Rua Aristides Lobo, 331, Bairro: São José,
Campina Grande - PB, CEP 58400-384
<http://www.editorarealize.com.br> | { \$sistema->get('email') }

Cláudio Luis de Araújo Neto
Julio Cesar Bresolin Marinho
Weruska Brasileiro Ferreira
(Organizadores)

Ciência se faz com pesquisa!



realize
Editora

2021

Dados Internacionais da Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciência se faz com pesquisa! / organizadores, Cláudio Luis de Araújo Neto, Julio Cesar Bresolin Marinho, Weruska Brasileiro Ferreira. – Campina Grande: Realize editora, 2021.

1205 p. : il. color.

ISBN 978-65-86901-30-6

1. Ensino em Ciências. 2. Tecnologias educacionais. 3. Recursos didáticos. 4. Metodologias de ensino. I. Título. II. Araújo Neto, Cláudio Luis de. III. Marinho, Julio Cesar Bresolin. IV. Ferreira, Weruska Brasileiro.

21. ed. CDD 372.3

SUMÁRIO

- 15** (RE) CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES EM RELAÇÃO AO ENSINO E ESTUDO DE FUNÇÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA
WELLSON DE AZEVEDO ARAUJO, GILMAR BEZERRA DE LIMA
- 33** A CONCEPÇÃO DOS EDUCADORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA EM RELAÇÃO À LINGUAGEM UTILIZADAS NAS SALAS DE AULAS
ALINE PEIXOTO VILAÇA DIAS, CRISTIANA BARCELOS, CARLOS HENRIQUE MEDEIROS DE SOUZA
- 49** A EXPERIÊNCIA DA AULA DE CAMPO NO CARIRI PARAIBANO: CAMINHOS NA CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DA GEOGRAFIA AGRÁRIA NO CURSO DA LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO DO CAMPO DA UFCG
FABIANO CUSTÓDIO DE OLIVEIRA
- 65** A INFLUÊNCIA DA SALA DE AULA INVERTIDA NA MOTIVAÇÃO PARA A APRENDIZAGEM EM FÍSICA
CLAUDIA MARIA BEZERRA DA SILVA
- 82** A PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E SUA RELAÇÃO COM A SALA DE AULA DA EDUCAÇÃO BÁSICA: OLHARES E PERSPECTIVAS
GILMAR BEZERRA DE LIMA, WELLSON DE AZEVEDO ARAUJO
- 98** A QUESTÃO DA MORADIA ANTES E DURANTE A PANDEMIA: UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE OCUPAÇÃO EM COMUNIDADES DOS BAIROS CRUZEIRO E JARDIM PAULISTANO, EM CAMPINA GRANDE-PB (1985-2020)
DAVIDSON MATHEUS FÉLIX PEREIRA, GABRIEL MADUREIRA ATTEM, RAFAEL LIMA DE SOUSA
- 115** A UTILIZAÇÃO DAS PLANTAS MEDICINAIS COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE BOTÂNICA
WAGNER DE JESUS SILVA
- 130** ANÁLISE DE DESEMPENHO DE BARRAGENS COM NÚCLEO DE CONCRETO ASFÁLTICO
ALEXANDRE DE SOUZA JÚNIOR, HENRIQUE ANTÔNIO OLIVEIRA ARAÚJO
- 145** ANÁLISE DO ÍNDICE DE REPROVAÇÕES NAS DISCIPLINAS DE ESTATÍSTICA BÁSICA PARA OS CURSOS DE GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
VITOR EMANUEL DE LYRA SANTOS NAVARRETE, MARCOS AURÉLIO LUIZ DE OLIVEIRA
- 165** ANÁLISE FITOTOXICOLÓGICA DE METAIS EM LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO EM SOLANUM LYCOPERSICUM
ELISANGELA MARIA DA SILVA, SAMANDA COSTA DO NASCIMENTO, MARCIO CAMARGO DE MELO, NAIARA ANGELO GOMES

180

ANÁLISE SOBRE O ENTENDIMENTO DA POPULAÇÃO SOBRE A IMPLANTAÇÃO DA REDE COLETORA DE ESGOTO: ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE BOM JESUS - PB

MARIA INGRIDY LACERDA DINIZ, CINTHIA MARIA DE ABREU CLAUDINO, ANDRESA DE OLIVEIRA SILVA, THIAGO DE SÁ SENA

196

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA O USO DE ÁGUA SALOBRA E SALINA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

VANESSA ROSALES BEZERRA, CARLOS ANTÔNIO PEREIRA DE LIMA, KEILA MACHADO DE MEDEIROS, LUIS REYES ROSALES MONTERO

211

APLICAÇÃO DO SISTEMA LEAN CONSTRUCTION EM OBRAS DE PEQUENO PORTE NO MUNICÍPIO DE ARARUNA - PB

DANIEL COSTA DA SILVA, MARIA INGRIDY LACERDA DINIZ, THIAGO DE SÁ SENA

231

ASPECTOS DA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE-PB

ANDRESSA BARBOSA DE FARIAS LEANDRO

248

ASPECTOS HISTÓRICOS PARA O ENSINO DA TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

ADRIANO LOPES ROMERO

268

AVALIAÇÃO DO EFEITO DA TEMPERATURA DE CALCINAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E MORFOLÓGICAS DA ALUMINA

ANTONIELLY DOS SANTOS BARBOSA, ANTUSIA DOS SANTOS BARBOSA ARAUJO

283

AVALIAÇÃO DO ESCOAMENTO BIFÁSICO E TRIFÁSICO EM CONEXÕES CURVADAS COM VAZAMENTO VIA CFD

BONIEK EVANGELISTA LEITE, GICELIA MOREIRA

298

AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DO AJUSTE DO TANK-MODEL CONSIDERANDO DIFERENTES VAZÕES

CINTHIA MARIA DE ABREU CLAUDINO, MARIA INGRIDY LACERDA DINIZ, ANDRESA DE OLIVEIRA SILVA, THIAGO DE SÁ SENA

315

BIORREATORES DE MEMBRANA APLICADOS AO TRATAMENTO DE EFLUENTES: CARACTERÍSTICAS E ASPECTOS IMPORTANTES

THIAGO SANTOS DE ALMEIDA LOPES, WERUSKA BRASILEIRO FERREIRA, WHELTON BRITO DOS SANTOS, GEORGE ANTONIO BELMINO DA SILVA

332

CONFECÇÃO DE PAPÉIS DE FILTRO SUSTENTÁVEIS A PARTIR DE RESÍDUOS VEGETAIS PARA REUSO DE ÁGUAS CINZAS COM ESTUDANTES DA ESCOLA TIMBI EM CAMARAGIBE - PE

GEMIMA MANÇO DE MELO, LINDOMAR MARIA DE SOUZA

348

CONTRIBUIÇÃO DO TESTE DO PH DO EXSUDATO DE SEMENTES PARA A CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SEMENTES

ELAINE GONÇALVES RECH

- 368** **CONTRIBUTOS DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS DA TERRA PARA O ENSINO CONTEXTUALIZADO NA EDUCAÇÃO BÁSICA**
MAXWELL LUIZ DA PONTE, RENAN PINTON DE CAMARGO, JOSELI M PIRANHA
- 385** **CONTRIBUTOS DOS JOGOS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS DA TERRA: UMA REVISÃO DA LITERATURA**
RENAN PINTON DE CAMARGO, MAXWELL LUIZ DA PONTE, JOSELI M PIRANHA
- 400** **CRIPOMOEDA VIRTUAL, STARTUPS E BLOCKCHAIN: O IMPACTO DAS INOVAÇÕES NA CONTABILIDADE E O PAPEL DO CONTADOR NO FUTURO**
SIMONE SILVA DA CUNHA VIEIRA, FRANCISCA JULIANA DO NASCIMENTO PIRES, CARINA MARIA ANDRADE DOS SANTOS
- 418** **DESAFIO EM TEMPOS DE PANDEMIA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA ESCOLA NO INTERIOR DO CEARÁ**
WALYSSON GOMES PEREIRA, FRANCISCO HELIS ALVES BEZERRA, ROGÉRIO JOSÉ MELO NASCIMENTO, JEFERSON YVES NUNES HOLANDA ALEXANDRE
- 433** **DESCARTE DE MEDICAMENTOS: UM PROBLEMA NA REGIÃO DO SERIDÓ NA DEGRADAÇÃO DO MEIO AMBIENTE**
MÁRCIA MARIA FERNANDES SILVA, WHISTON THIAGO DE AZEVEDO SANTOS
- 448** **DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM E A INSERÇÃO DE SITUAÇÕES PROBLEMAS COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA**
DARLEI GUTIERREZ DANTAS BERNARDO OLIVEIRA, EVERTON VIEIRA DA SILVA, VALÉRIA DA SILVA FERREIRA, FLÁVIO JOSÉ DA SILVA
- 465** **DIFICULDADES DOS DOCENTES NA IMPLANTAÇÃO DE NOVOS CONCEITOS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**
THALES CERQUEIRA MENDES, MOACIR PEREIRA SOUZA FILHO
- 481** **DOS CINEMAS PARA A SALA DE AULA: O USO DE FILMES NO ENSINO DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**
DEUSALETE CAMARA VILAR NETA, MAVE RICK DE OLIVEIRA ALVES
- 496** **EDUCAÇÃO AMBIENTAL DIALÓGICA: CONCEPÇÕES E PRÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS DO MUNICÍPIO DE FRONTEIRAS – PI**
VERONICA NOGUEIRA DO NASCIMENTO, JANETE DE SOUZA BEZERRA, MATHEUS SOUSA SILVA, SEBASTIANA MICAELA AMORIM LEMOS
- 511** **EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ARTE: ABORDANDO POLUIÇÃO DAS ÁGUAS MARINHAS POR MEIO DO TEATRO CIENTÍFICO**
VALÉRIA CRISTINA DA COSTA, MATHEUS GOMES PESSÔA, EMILLE LOREN SILVA ALMEIDA, RONALDO SERAFIM DE ABREU SILVA MANCHESTER

531

ESTUDO DA FADIGA EM MISTURAS ASFÁLTICAS POR MEIO DO ENSAIO DE FADIGA À TRAÇÃO DIRETA UNIAXIAL CÍCLICO

RITA FLÁVIA RÉGIS QUEIROZ, ÉRIKA VITÓRIA DE NEGREIROS DUARTE, JEOVANESA RÉGIS CARVALHO, JOHN KENNEDY GUEDES RODRIGUES

551

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DAS FOLHAS DO CAJUEIRO (ANACARDIUM OCCIDENTALE) E SUAS APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

EVERTON VIEIRA DA SILVA, FRANCISCO ANTONIO MABSON HENRIQUE LOPES

570

ESTUDO DAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DO LIGANTE ASFÁLTICO MODIFICADO POR ADIÇÃO DE LIGNINA

NATALIENE SILVA DOS SANTOS, RITA FLÁVIA RÉGIS QUEIROZ, JEOVANESA RÉGIS CARVALHO, JOHN KENNEDY GUEDES RODRIGUES

590

FITOTOXICIDADE E HIPERACUMULAÇÃO DE NÍQUEL EM ESPÉCIES VEGETAIS

JOSÉ LUCAS DOS SANTOS OLIVEIRA, THAYNÁ KELLY FORMIGA DE MEDEIROS, THIAGO DOS SANTOS OLIVEIRA, EDEVALDO DA SILVA

605

GASEIFICANDO IDEIAS: UTILIZAÇÃO DE PRÁTICAS CONSTRUTIVISTAS NO DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO GASES

AYLA MÁRCIA CORDEIRO BIZERRA, RONY ALMEIDA ARAGÃO, MARIANA KELLY DE OLIVEIRA

623

MONITORAMENTO DA COBERTURA CORALÍNEA DO AMBIENTE RECIFAL DA PRAIA DO CABO BRANCO, JOÃO PESSOA – PB

MICHELLE GOMES SANTOS, JANDSON LUCAS CAMELO DA SILVA, MARISA APOLINÁRIO OLIVEIRA APOLINÁRIO, LUAN MEDEIROS SANTOS

643

MULTIPLICAÇÃO E DIVISÃO: ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS NA PERSPECTIVA DA EXPLORAÇÃO, RESOLUÇÃO E PROPOSIÇÃO DE PROBLEMAS

JESSICA ALMEIDA ARAUJO

658

NOITES DE ASTRONOMIA: UM PROJETO DE DIVULGAÇÃO DE COLÉGIO PÚBLICO ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO

ADRIANA OLIVEIRA BERNARDES

673

O CORPO NO CINEMA: UMA ANÁLISE SISTEMÁTICA A PARTIR DE ESTUDOS BRASILEIROS

JHONY WEVERSON ROCHA COELHO, MARCELO BORGES ROCHA

688

O ENSINO DE QUADRILÁTEROS: CORTANDO E COLANDO ARGOLAS DE PAPEL

ERICK MACEDO CARVALHO, VITÓRIA RÉGIA DE ANDRADE BARROS

705

O ENSINO PARA VIVER EM 2020: DESAFIOS E O USO METODOLÓGICO DOS QUIZZES

VALTYANA KELLY DA SILVA, MATHEWS LIMA DOS SANTOS

725

O SISTEMA SOLAR COM USO DO JOGO CAÇA PALAVRAS

MORGANA LÍGIA DE FARIAS FREIRE

745

O USO DE REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA CRIANÇAS: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS COM ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO INFANTIL

MAYRA CAROLINE DE ALMEIDA CUNHA

762

O USO DO AXIOMA DE INDUÇÃO MATEMÁTICA COM O AUXÍLIO DO JOGO TORRE DE HANÓI

JOSEVANDRO BARROS NASCIMENTO, FELIPE TARQUINO DA SILVA, VANDENEZIA DAGNONE DA SILVA

778

O VIRTUAL NO ENSINO DAS CIÊNCIAS NATURAIS: IMPLICAÇÕES TRANSDISCIPLINARES

OSMUNDO ROCHA CLAUDINO

795

PESQUISAS BRASILEIRAS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E MEMÓRIA ESCOLAR COM PESSOAS IDOSAS (PIS)

RÔMULO TONYATHY DA SILVA MANGUEIRA

810

PLANEJAMENTO FATORIAL APLICADO A CINÉTICA DE SECAGEM DO MANDACARU (CEREUS JAMACARU P.DC.)

LUANA MARIA DE QUEIROZ SILVA, MARIA SUENIA NUNES DE MORAIS

825

POR UMA RESOLUÇÃO EXPLORATÓRIA DE PROBLEMAS

SAUL BARBOSA DE OLIVEIRA

842

POTENCIAL CITOTÓXICO E GENOTÓXICO DE PLANTAS DA CAATINGA

MARCOS ANTONIO NOBREGA DE SOUSA, ANNA CLARA PAULINO DE QUEIROZ, MARCIA SIMONE ARAÚJO DA SILVA SOUZA

857

POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL E BIORREMEDIAÇÃO DAS MICROALGAS DUNALIELLA TERTIOLECTA E CHLORELLA VULGARIS: UMA REVISÃO DO CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS

DJALMA QUEIROGA DE ASSIS NETO, WERUSKA BRASILEIRO FERREIRA, AYRTON NATTHAN SILVA RAMOS, MARCELO HENRIQUE MARREIROS E SILVA

875

PROPOSTA DO APROVEITAMENTO DO POTENCIAL DA MICROGERAÇÃO EÓLICA NA ZONA RURAL, URBANA E LITORANEA BRASILEIRA

LUIS REYES ROSALES MONTERO, VANESSA ROSALES BEZERRA, CARLOS ANTÔNIO PEREIRA DE LIMA, KEILA MACHADO DE MEDEIROS

- 894** **PROPOSTA METODOLÓGICA DE COMBATE À POLUIÇÃO HÍDRICA NA BACIA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU**
HENRIQUE ANTÔNIO OLIVEIRA ARAÚJO, ALEXANDRE DE SOUZA JÚNIOR
- 911** **RELATO DE EXPERIÊNCIA SOBRE UM CURSO DE EXTENSÃO EAD PARA FORMAÇÃO CONTINUADA EM EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA**
ROBERTA CHIESA BARTELMBS, MARIA MILENA TEGON FIGUEIRA
- 924** **REOLOGIA DE LIGANTES ASFÁLTICOS: UM COMPARATIVO ENTRE CAP 50-70 E CAP AB-8**
THIAGO DE SÁ SENA, CINTHIA MARIA DE ABREU CLAUDINO, MARIA INGRIDY LACERDA DINIZ, ANDRESA DE OLIVEIRA SILVA
- 944** **RESÍDUOS QUÍMICOS: UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM AO ENSINO DE QUÍMICA AMBIENTAL**
LAVÍNIA HANNAH DE SOUZA PEREIRA, MÁRCIA MARIA FERNANDES SILVA, WALTÉCIO CORTEZ GOMES, ISANDRA DE FRANÇA MEDEIROS
- 961** **RESÍDUOS SÓLIDOS E ELETRÔNICOS: IMPLANTANDO AÇÕES DE COLETA SELETIVA NA COMUNIDADE INTERNA E EXTERNA DO IFS/CAMPUS ITABAIANA**
ELISÂNIA SANTANA DE OLIVEIRA, WEVERTON SANTOS DE JESUS
- 976** **RESISTÊNCIA BACTERIANA A ANTIBIÓTICOS: UMA BREVE REVISÃO**
JÉSSICA TALITA ZAGONEL, EMANUELE FERNANDA ZAGONEL, NATHALIA FRANCINE OGLIARI
- 991** **SEPARADAS NA “CANETA” ARTICULADAS NO “HOSPITAL”:** RELAÇÕES ENTRE SAÚDE PÚBLICA E SAÚDE DO TRABALHADOR (PARAÍBA, ANOS 1930)
LEONARDO QUERINO BARBOZA FREIRE DOS SANTOS
- 1011** **SEXUALIDADE E ENSINO: O QUE PENSAM AS PROFESSORAS QUE ATUAM ENSINO FUNDAMENTAL I**
GILCINÉIA GONÇALVES FERREIRA, FATIMA APARECIDA DA SILVA IOCCA
- 1029** **SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA FUGA DE ÓLEO A PARTIR DE UM DUTO SUBMERSO EM CORRENTEZA MARÍTIMA VIA CDF**
GICELIA MOREIRA
- 1047** **SISTEMAS ALTERNATIVOS COLETIVOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO BRASIL**
WHELTON BRITO DOS SANTOS, WERUSKA BRASILEIRO FERREIRA, FERNANDA GOMES BERNARDINO, LÍVIA LÚCIA SABINO SILVA
- 1062** **TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TICS) NA EDUCAÇÃO QUÍMICA: REGISTROS DAS CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DE MANAUS/AMAZONAS/BRASIL**
ELEONORA CELLI CARIOCA ARENARE

1078

TERRITÓRIO, AMBIENTE E SAÚDE: PESQUISAS REALIZADAS PELO PRÓ-SAÚDE GEO ENTRE 2010 E 2020 EM CAMPINA GRANDE - PB

MARTHA PRISCILA BEZERRA PEREIRA

1095

UM ABOLICIONISTA MARGINAL NA LITERATURA BRASILEIRA: IDENTIDADE E REPRESENTATIVIDADE EM BARBOSA DE FREITAS

VALÉRIA REGINA ZANETTI, CRISTIANO ISAAC JOUKHADAR

1110

UM OLHAR SOBRE OS TORNEIOS DE ROBÓTICA NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

EDVANILSON SANTOS DE OLIVEIRA, ABIGAIL FREGNI LINS, PATRÍCIA SANDALO PEREIRA

1125

UMA ALTERNATIVA PARA DETECÇÃO DE PATÓGENOS VIA POLARIMETRIA E SMARTPHONES

FRANCISCO DE ASSIS DE BRITO, MORGANA LÍGIA DE FARIAS FREIRE, MÚCIO FREIRE VIEIRA

1142

USO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) POR ALUNOS E PROFESSORES DE ESCOLAS PÚBLICAS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

THAYANNA MARIA MEDEIROS SANTOS, EDEVALDO DA SILVA

1159

UTILIZAÇÃO DE MATERIAL FRESADO EM MISTURAS ASFÁLTICAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

OSIRES DE MEDEIROS MELO NETO, LEDA CHRISTIANE LUCENA, GUSTAVO CORREIA BASTO DA SILVA

1174

UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE TRACKER PARA DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE VELOCIDADE, DESCARGA E CONTRAÇÃO NO EXPERIMENTO DO ALCANCE DO JATO DE ÁGUA

SHARON DANTAS DA CUNHA, KYTÉRIA SABINA LOPES DE FIGUEREDO, GEORGE DANIEL VIEIRA GALDINO

1189

VIDEOAULAS DE CIÊNCIAS NO YOUTUBE COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL PARA O ENSINO FUNDAMENTAL NA PANDEMIA DE COVID-19

MARINA SANTIAGO DE MELLO SOUZA, GABRIELLA QUEIROZ DA SILVA VILELA

PREFÁCIO

Ciência se faz com pesquisa... e uma pandemia se resolve com Ciência!

Julio Cesar Bresolin Marinho (UNIPAMPA – Campus São Gabriel)

Claudio Luis De Araujo Neto (UNINASSAU)

Weruska Brasileiro Ferreira (UEPB)

O ano de 2020 configurou-se como um ano atípico de tudo que já vivemos, pois, a partir dele, começamos a sentir os efeitos de uma pandemia, a qual teve gênese no final de 2019 e ainda hoje (março de 2021) não nos possibilita visualizar seu fim. No entanto, acreditamos que com as respostas da Ciência, principalmente pela produção das vacinas, quando uma parcela considerável da população estiver imunizada iremos retornar (de forma gradual), as nossas atividades presenciais que foram interrompidas ou iremos reavaliar nosso modo de viver e buscar outras formas de ser e agir no mundo.

Junto com pandemia da Covid-19, vieram orientações e decretos para o isolamento social, uma das medidas preventivas mais eficientes para o controle do coronavírus. O isolamento social ocasionou a suspensão de diversas atividades presenciais em todo o mundo, impactando inclusive nas atividades educacionais e científicas. Nesse contexto, nós, da organização do Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências (CONAPESC) procuramos viabilizar outros canais para manter o nosso espaço de diálogo e produção do conhecimento. Assim, organizamos e realizamos a 1ª versão online do evento, “CONAPESC - Digital Edition”, a qual contou com uma programação especial.

O evento iniciou com webconferência do professor Attico Chassot (REAMEC/UNIFESSPA), o qual por meio de uma instigante fala “Assestando óculos para observar o mundo natural”, nos propiciou diversas inquietações por meio de suas provocações. Ao falar em Ciência é imprescindível analisar o espaço para as mulheres na atividade científica. Em um mundo (ainda) machista, o webinar “Mulheres que fazem ciência”, que contou com as debatedoras Tatiana Galieta (UERJ), Nadja Oliveira (Paqtc PB/UEPB) e Fabiane Ferreira da Silva (UNIPAMPA) e foi mediado pela Profa. Weruska Brasileiro Ferreira (UEPB), nos proporcionou, por meio das falas dessas potentes pesquisadoras, analisar o quanto precisamos avançar nessa pauta e reafirmar que o lugar da mulher é onde ela quiser, inclusive na Ciência!

Na tentativa de contemplar discussões referentes a pesquisa e ao ensino nas diversas áreas do conhecimento, organizamos seis (6) webnários temáticos: 1º “Homens brasileiros no trabalho sexual em Lisboa (Portugal)”, o qual contemplou a grande área das Ciências Sociais e foi conduzido pelo Prof. Guilherme Passamani (PPGAS e PPGCult/UFMS); 2º “Jogos Virtuais e Plataformas Interativas no Ensino de Ciências”, ministrado pelo Prof. Pedro Miguel Marques da Costa (CEFET/RJ); 3º “Ciências da Saúde: abordagens na Pesquisa e no Ensino”, conduzido pelo Prof. Luciano Garcia (FURG); 4º “Ciência x Empreendedorismo” proposto pela Profa. Francilene Procópio Garcia (UASC/CEEI/UFMG); 5º “O impacto no meio ambiente contribui com o cenário de pandemia?”, o qual contemplou a grande área das Ciências Ambientais e foi conduzido pelo Prof. Jean Tavares (IFRN); 6º “Pesquisas Educacionais: desdobramentos éticos e históricos da Ciência”, o qual trouxe uma interessante reflexão das formas com que desenvolvemos as

pesquisas na área das Ciências Humanas, especialmente na Educação, e foi desenvolvido pela Profa. Paula Henning (FURG). Para encerrar o evento, tivemos a webconferência “Ciência, soberania e desenvolvimento”, ministrada pelo Prof. Ricardo Magnus Osório Galvão (USP).

Além de todo esse conteúdo expressivo e pertinente ao momento atual, tivemos inúmeros trabalhos apresentados e alguns serão disponibilizados nesse e-book, no qual você encontrará 71 textos dos participantes dessa edição digital do CONAPESC. Os textos versam sobre os mais variados assuntos, das diversas áreas do conhecimento, o que materializa a características do CONAPESC, de ser um congresso interdisciplinar, o qual pensa o ensino e a pesquisa nas diversas áreas científicas.

Desejamos que tod@s estejam bem, aproveitem esse material disponibilizado de forma gratuita e que na próxima edição do CONAPESC estejam conosco (de forma online ou presencial). Utilizamos esse espaço para reafirmar novamente nossa defesa na Ciência, atividade imprescindível para qualquer nação e que se faz urgente em um contexto de pandemia como esse em que vivemos! #MaisVacinas #VacinasJá #VivaOSUS #VivaPesquisa #MulheresNaCiência #CiênciaSeFazComPesquisa

Coordenação Geral do CONAPESC - Digital Edition

(Re) Considerações importantes em relação ao ensino e estudo de função na educação básica

Wellson de Azevedo Araújo¹
Gilmar Bezerra de Lima²
Aníbal de Menezes Maciel³

RESUMO

Este trabalho foi elaborado com o intuito de refletirmos sobre a apresentação do conteúdo de função no Ensino Médio tendo em vista que em muitos casos o ensino ministrado se reflete em uma dificuldade de aprendizagem por parte dos alunos. Através da metodologia pesquisa-ação, pudemos realizar um estudo qualitativo com alunos da 1ª série do Ensino Médio da cidade de Picuí-PB. Na qual foram trabalhadas duas questões com os alunos a primeira questão problema envolveram a aplicação de um questionário com 23 alunos e a segunda situação apresentada envolveram 44 alunos, realizamos na primeira um questionário avaliativo e na segunda aplicamos uma simples atividade, na qual foi cobrada a sua resolução. E que para uma melhor compreensão do conteúdo função, chegamos à conclusão de que o trabalho a ser desenvolvido pelo o professor com os alunos requer que esteja articulado a metodologia da resolução de situações problemas, associadas a situações do cotidiano dos educandos, bem como a diferentes áreas de conhecimentos e a difentes representações

Palavras-chave: Ensino, Função, Professor, Aluno, Representações

INTRODUÇÃO

Este trabalho foi elaborado com o intuito de refletirmos sobre a apresentação do conteúdo de função no Ensino Médio tendo em vista que em muitos casos o ensino ministrado se reflete em uma dificuldade de aprendizagem por parte dos alunos, em que conceitos tão simples como relacionar duas grandezas, por exemplo, “*a quantidade de salgadinhos que se compra (1 grandeza) com o preço a pagar (2 grandeza) na prática o aluno estabelece uma relação direta na hora de escrever usando elementos algébricos surgem as dificuldades*”.se tornam difícil a sua apreensão pelos alunos.

O conteúdo de função muito abordado na 1ª série do Ensino Médio e por não se dizer bem explorado em toda a Matemática, ainda não tem alcançado o entendimento ideal principalmente quando falamos na aprendizagem dos alunos. Sendo assim, entendemos ser importante refletirmos sobre como ensinar e estudar função na escola? Pois, entendemos que

¹Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba – PB, wellsonaraujo@gmail.com

²Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba - PB, gilmar5a@yahoo.com.br

³Dr. Aníbal Menezes Maciel da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, anibalmenezesmaciel@gmail.com;

ao buscar um conceito para função, podemos partir da noção de que, quando relacionamos duas grandezas variáveis, estamos colocando em prática, o conceito de função e vindo por este lado, parece uma coisa simples, o que muitas vezes na prática não tem sido considerado dessa forma.

Partimos do pressuposto de que o conceito de função envolve concepções diversas e múltiplas representações, fazendo-se necessário compreender o sentido que este conceito pode assumir em diferentes contextos, quais significados o aluno pode produzir e de que forma isto se desenvolve no ambiente escolar.

Neste artigo relataremos algumas situações que são vivenciadas constantemente por nós professores em sala de aula, em especial em escolas públicas e qual a visão que o aluno tem em relação a estas situações. Talvez as dificuldades vivenciadas principalmente por nós professores seja devido a falta de um olhar mais específico para este objeto de estudos na qual deveriam ser iniciando nas séries/anos iniciais do ensino fundamental, conforme aborda Ribeiro e Cury (2015, p. 11),

Consideramos que a Álgebra se trabalhada desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, pode ser o fio condutor do currículo escolar e o desenvolvimento do pensamento algébrico pode permitir que sejam realizadas abstrações e generalizações que estão na base dos processos de modelagem matemática da vida real.

Consideramos importante o fato de um trabalho matemático que esteja articulado e que permeie todo o currículo escolar, sendo gradativo o seu nível de dificuldade a cada ano escolar que segue. O objetivo desse artigo é promover uma reflexão em torno do ensino de função na educação básica. Buscando responder ao seguinte questionamento: como ensinar e estudar função? Pois, conforme este conteúdo é apresentado na escola, temos identificado grandes problemas relacionados a aprendizagem dos alunos, por não se dizer dificuldades na assimilação desse conteúdo.

Partindo desse pressuposto (dificuldades no ensino e no estudo de função) podemos nos questionarmos se isso ocorre devido a falta de uma metodologia adequada ou estaria associada a falta de interesse dos próprios alunos? Seguindo essa linha de raciocínio Duval (2011, p. 10) nos deixa claro que ao trabalharmos álgebra com nossos alunos temos que “fazê-lo descobrir o procedimento que permite fabricar os problemas que podemos resolver matematicamente, depois pedir aos alunos que fabriquem eles mesmos os problemas e não somente resolvam problemas já produzidos”.

Motivados em seguir com essa discussão, elencaremos aqui algumas considerações em relação ao ensino e estudo de função durante a educação básica. Consideramos como sendo uma pesquisa-ação e partimos do pressuposto de que as considerações feitas, são derivadas de nossa própria experiência docente, frente as discussões e documentos já divulgadas com toda sociedade a exemplo da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (2018).

Fundamentamos este artigo no que diz a linha de pesquisa Educação Matemática, na qual insere-se toda uma discussão em torno de situações de ensino e de aprendizagem, sendo essas a base de reflexão para qualquer professor que se encontra em sala de aula.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada com a observação de 23 alunos de uma escola pública do ensino médio do município de Picuí-PB, localizada no Curimataú paraibano. Tivemos como objeto de estudo promover uma reflexão em torno do ensino de função na educação básica e por não se dizer o ensino de Matemática. Buscando responder ao questionamento: como ensinar e estudar função na escola?

Considerando o objetivo dessa pesquisa, a mesma se trata de uma pesquisa-ação, que segundo Gil (2019, p. 38) “a pesquisa-ação tem características situacionais, já que procura diagnosticar um problema específico numa situação específica, com vistas a alcançar algum resultado prático”.

A forma como foi abordada esta pesquisa podemos defini-la como sendo uma pesquisa qualitativa,

É meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano. O processo de pesquisa envolve as questões e os procedimentos que emergem, os dados tipicamente coletados no ambiente do participante, a análise dos dados indutivamente construída a partir das particularidades para os temas gerais e as interpretações feitas pelo pesquisador acerca do significado dos dados. (CRESWELL, 2010, p. 26).

A presente pesquisa qualitativa adota a característica de pesquisa explicativa, que, de acordo com Fiorentini e Lorenzato (2009, p.70):

É uma metodologia na qual o pesquisador “procura explicitar as causas dos problemas ou fenômenos, isto é, busca o porquê das coisas”. De acordo com esses autores, as pesquisas descritivas e explicativas podem envolver “levantamento bibliográfico, realização de entrevistas, aplicação de questionários ou testes, ou até mesmo estudo de casos” (2009, p. 71).

A coleta de dado tratou-se da necessidade de os alunos responderem ao seguinte questionamento: Como você tem enxergado o ensino de Matemática que é oferecido na escola? Para isso, os alunos puderam responder a questionário que foi enviado através do

WhatsApp, no formato de Google Forms. Logo, após obtermos resposta ao questionamento fizemos uma análise seguindo o que nos apresenta Bardin (2016, p. 131) pondera que esta fase, consiste em operações de codificação, decomposição ou enumeração, em função de regras previamente formuladas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aprender Matemática se faz necessário, porém, requer de quem ensina todo um aprofundamento nas técnicas de ensinar, bem como, um conhecimento relacionado a temática a ser abordada. Se tratando do estudo de álgebra associado especificamente ao noção de função requer uma atenção significativa de docentes e discentes.

O estudo das funções permite ao aluno adquirir a linguagem algébrica como a linguagem das ciências, necessárias para expressar a relação entre grandezas e modelar situações-problemas, construindo modelos descritivos de fenômenos e permitindo várias conexões dentro e fora da própria matemática.

A riqueza de situações envolvendo funções permite que o ensino se estruture permeado de exemplos do cotidiano, das formas gráficas que a mídia e outras áreas do conhecimento utilizam para descrever fenômenos de dependências entre grandezas. As funções exponencial e logarítmica, por exemplo, são usadas para descrever a variação de duas grandezas em que o crescimento da variável independente é muito rápido, sendo aplicado em áreas do conhecimento como matemática financeira, crescimento populacional, pH de substâncias e outras.

O estudo de funções pode ser entendido como o estudo de relações entre grandezas que variam, e dentro dessa concepção uma variável representa os valores do domínio de uma função, surgindo a noção de variáveis dependentes e independentes. Consideramos 3 princípios importante que o professor deve considerar ao ensina função aos seus alunos na escola:

- A natureza algébrica: estando diretamente associada a ideia de variável;
- Múltiplas representações: as funções podem ser representadas em diferentes formatos (tabelas, gráficos, regras verbais, algébricos, regras matemáticas e modelos);
- A capacidade de se articular com outros tópicos da Matemática, como por exemplo: as progressões.

Porém, o ensino de função da forma que os alunos falam não tem sido desenvolvido considerando estes princípios enlecados acima, ora se apresenta com pouca ênfase nas aplicações, no entanto, nos remete a acreditar que o ensino tem sido apresentado, de modo

cálculos, distanciando ao princípio de associar a único conteúdo várias representações, se distanciando do que aborda Duval (2012) a aprendizagem matemática se dá quando o aluno é capaz de realizar conversões.

Tradicionalmente falando o ensino de funções da forma que tem se apresentado na maioria das escolas precede o estudo de Números Reais e de Conjuntos numéricos e suas operações, para depois, professores e alunos definir relações e a partir daí identificar as funções como particulares relações, as vezes até como sendo algo a parte, sem nenhuma conexão com os demais conteúdos ou situações do mundo real. Para Ribeiro e Cury (2015, p. 51) – “em termos metodológicos, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN sustentam que a prática mais frequente em sala de aula consiste em ensinar um conceito e depois apresentar um problema para cuja solução o aluno empregue o referido conceito”.

Ao fazermos uma comparação com o que nos diz a BNCC (2018, p.) em relação ao que os alunos devem aprender na escola, a respeito do conhecimento algébrico,

Os estudantes terão a oportunidade de desenvolver o pensamento algébrico, tendo em vista as demandas para identificar a relação de dependência entre duas grandezas em contextos significativos e comunicá-la, utilizando diferentes escritas algébricas, além de resolver situações-problema por meio de equações e inequações.

A BNCC (2018) organiza o conhecimento matemático para o Ensino Médio articulado com competências específicas e a estas se associam habilidades que devem ser desenvolvidas e assimiladas pelos alunos durante todo o Ensino Médio. Destacamos no quadro abaixo as principais competências que estariam mais relacionadas com objetivo do conhecimento Álgebra e Função.

Quadro 1: Competências básicas – que justifica o estudo de função no Ensino Médio

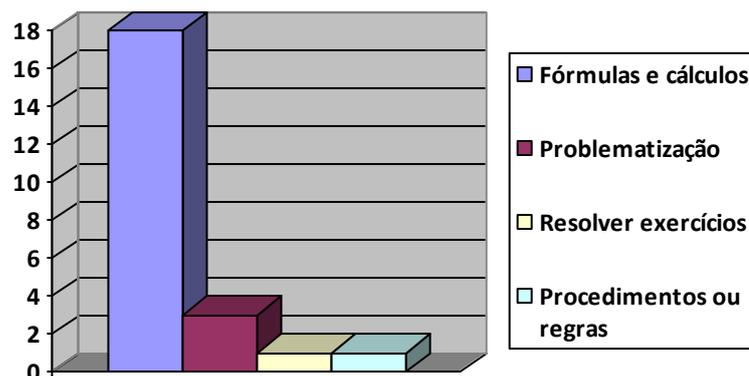
Competência 1	Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral.
	Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos

Competência 3	matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.
Competência 4	Compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas.
Competência 5	Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando estratégias e recursos, como observação de padrões, experimentações e diferentes tecnologias, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas.

Fonte: BNCC (2018)

De certo modo a BNCC (2018) traz o foco na capacidade do aluno poder criar situações problemas e ele mesmo resolvê-las. Acreditamos que este seja o sentido que buscamos para o ensino de Matemática, já que o que nos é apresentado nos revela o contrário “alguns alunos não gostam de estudar Matemática”. Para termos uma ideia questionamos 23 alunos de uma escola pública a respeito do ensino de Matemática, o questionamento foi: Como você têm enxergado o ensino de Matemática que é oferecido na escola? Obtivemos as seguintes considerações conforme apresentação do gráfico abaixo.

Gráfico 1: Como você têm enxergado o ensino de Matemática que é oferecido na escola?



Fonte: Autores (2020)

Fazendo uma rápida leitura do gráfico percebemos que a maior parte dos alunos que responderam ao questionamento não enxergam um ensino de Matemática problematizador, se distanciando do que nos apresenta a BNCC (2018) bem como o que nos apresenta Godefroid (2010, p. 4), quando nos diz que “uma metodologia de ensino na qual o professor propõe aos alunos a realização do estudo de um ou mais temas que devem dirigir o olhar para a observação de situações de seu meio, de modo a levantar dúvidas e problemas”.

A respeito das dificuldades encontradas pelo professor ao ministrar uma aula de Matemática envolvendo funções. Ribeiro e Cury (2015, p. 73) são enfáticos ao falar “não basta ao professor conhecer os conceitos que vai lecionar ele precisa ter uma visão das metodologias e de outras questões referentes ao ensino, bem como daquelas que dizem respeito aos estudantes”.

Alguns pesquisadores apontam que muitos alunos têm dificuldades na compreensão e escrita de expressões algébricas e ainda mais em expressar relações generalizadas, diante disso, Ponte (1990) sugere que o estudo das funções deva iniciar a partir de representações numéricas, gráficas e contextualizadas, que são mais intuitivas e possuem um apelo mais visual. Este autor pondera dizendo para que o aluno seja capaz de construir tabelas, calcular valores numéricos, desenvolver um sentido quantitativo e adquirir sensibilidade para o que são aproximações aceitáveis e inaceitáveis, ele deve ter a oportunidade de trabalhar com números sempre que possível provenientes de contextos da vida real. Van de Walle (2009, p. 57), complementa dizendo que em muitos casos o ensino de matemática deve ser ensinado “por meio da Resolução de Problemas devendo começar sempre onde estão os alunos, ao contrário da forma usual em que o ensino começa onde estão os professores”.

Os alunos não sentem a necessidade de generalizar e que saber generalizar é de fundamental importância, fazer uso de tabelas é um caminho na direção de desenvolver esta capacidade. No entanto, o estudo de função ainda segue uma ordenação tradicional e ditada, na maioria das vezes pela sequenciação do próprio livro didático (o que consideramos o fato de o professor fazer assim, porque lhes foi ensinado dessa forma), o professor acaba seguindo um padrão primeiro apresenta o que é uma função, depois, Função Afim, seguindo por Função Quadrática e seguem. Donde os alunos buscarão entender que uma função consta três componentes básicos: domínio, contradomínio a lei de correspondência.

Os temas geralmente são tratados de forma independentes e sem conexões entre eles e isso está muito claro no gráfico 1, quando os alunos dizem que estudar Matemática se resume em seguir fórmulas e cálculos. Segundo Barreto (2008, p. 1),

[...] os temas geralmente são tratados de forma independente e sem conexão alguma entre eles. Por exemplo, as funções afim e exponencial são trabalhadas no primeiro ano do ensino médio, enquanto que as progressões aritméticas e geométricas são estudadas no segundo ano e, pior ainda, sem que se faça qualquer relação entre eles. Além disso, poucas são as situações em que se fazem referências às aplicações da Matemática às outras ciências (BARRETO, 2008, p. 1).

Por estas razões, o ensino das funções deverá atender à necessidade de articular de forma permanente as diversas formas de representações, nesse intuito, levamos para sala de aula o seguinte questionamento e perguntamos a alunos da 1ª série do ensino médio, sendo importante considerar que antes de colocar a situação problema, foram ministradas para os alunos 2 aulas na qual foram vivenciadas situações que envolviam a introdução ao conceito de função. Vejamos a situação problema:

Uma determinada loja está com a seguinte promoção: 3 camisetas por 99,00. Nessas condições responda: a) Quais as grandezas envolvidas? b) Qual a grandeza dependente e a independente? Qual a lei de formação?

Para responder a esta atividade, tivemos um envolvimento de 44 alunos, na qual responderam esta atividade, e fazendo uma consolidação dos dados chegamos ao seguinte entendimento, conforme discriminação no quadro abaixo:

Quadro 2: Situação problema – Introdução a Função

Questionamento	Percentual de acertos
Quais as grandezas envolvidas?	75% dos alunos acertaram
Qual a grandeza dependente?	77,3% dos alunos acertaram
Qual a grandeza independente?	77,3% dos alunos acertaram
Qual a lei de formação?	86,4% dos alunos acertaram

Fonte: Autores (2020)

A partir da leitura do quadro 2, e com base na resposta dos alunos a atividade, chegamos à conclusão de que o “erro” matemático muitas vezes é provocado pelo fato do aluno não se familiarizar com alguns termos e linguagem matemática (dificuldade de leitura / compreensão textual) como por exemplo a palavra “grandeza” e quando o aluno erra as vezes

não se preocupa em rever, voltar e refazer. Percebemos que muitos alunos ainda são dependentes do professor, sendo importante frisar que estamos falando de alunos do Ensino Médio.

Quando o aluno não reconhece o que é uma grandeza, tem dificuldade em entender o que é uma variável, construir a lei de formação de uma função e muitas vezes o fazem só depois da intervenção do professor. Conceitos de álgebra está distante da compreensão do aluno possivelmente devido à falta maturidade ou tratamento desse conteúdo durante todo o ensino fundamental, associado a noção de situação problema. Já que em muitos casos os alunos são apenas estimulados a resolver lista de exercícios que compreendem basicamente fórmulas e cálculos, e quando é apresentado uma situação problema alguns desses resistem a fazer a leitura, a tentar resolver, consideram mais prático resolver um exercício do que uma situação problema.

Como já falamos neste artigo, o conteúdo de função é muito importante para todos os indivíduos, mas, há grandes dificuldades em sua compreensão, o aluno sente dificuldade em relacionar grandezas, em escrever a formula algébrica, em fazer a representação gráfica, mas também isso não pode vir a ser um obstáculo para o professor, pelo contrário acreditamos que a partir da leitura deste artigo, possa servir de parâmetro para que o professor possa pesquisar e propiciar situações de aprendizagem que de fato estimule o aluno a escrever uma função em diferentes representações, não se limitando necessariamente a seguir uma sequencial do conteúdo conforme o livro didático adotado e fazer mais, associar o conteúdo a situações do cotidiano dos alunos.

Desse modo, também entendemos que todas situações de ensino devem estar associadas ao que diz o documento orientador BNCC (2018, p. 226), ao considerar o ensino de álgebra “deve enfatizar o desenvolvimento de uma linguagem, o estabelecimento de generalizações, a análise da interdependência de grandezas e a resolução de problemas por meio de equações ou inequações”. E isso seria um convite para que professores e alunos pudessem ir se desapegando da resolução apenas de lista intermináveis de exercícios e fosse cada vez mais dando vez a estudo de Matemática através da leitura, interpretação e resolução de situações problemas, conforme propõe Onuchic (1999),

[...] o ponto de partida das atividades matemáticas não é a definição, mas o problema; [...] o problema não é um exercício no qual o aluno aplica, de forma quase mecânica, uma fórmula ou uma determinada técnica operatória, [...] o aluno não constrói um conceito em resposta a um problema, mas constrói um campo de conceitos que tomam sentido num campo de problemas (ONUCHIC,1999, p. 215).

Não que a lista de exercício não provoque a aprendizagem, acreditamos que sim, mas ao mesmo tempo, acreditamos também que hoje se faz necessário que o ensino de Matemática se faça através de situações problemas, pois, é através dessas situações que podemos estimular nos alunos uma Matemática libertadora, crítica e participativa. Acreditamos se for colocado em prática por nós professores o que temos na BNCC (2018) para o Ensino Médio, percebemos o conteúdo função deve ser contemplado nas 3 séries dessa modalidade de ensino, quando elenca algumas habilidades que deverão ser trabalhadas, conforme quadro 3 abaixo:

Quadro 3: Habilidades da BNCC que abordam diretamente conceitos de função

Habilidade	Descrição
(EM13MAT101)	Interpretar criticamente situações econômicas, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza que envolvam a variação de grandezas, pela análise dos gráficos das funções representadas e das taxas de variação, com ou sem apoio de tecnologias digitais.
(EM13MAT302)	Construir modelos empregando as funções polinomiais de 1º ou 2º grau, para resolver problemas em contextos diversos, com ou sem apoio de tecnologias digitais.
(EM13MAT304)	Resolver e elaborar problemas com funções exponenciais nos quais seja necessário compreender e interpretar a variação das grandezas envolvidas, em contextos como o da Matemática Financeira, entre outros.
(EM13MAT305)	Resolver e elaborar problemas com funções logarítmicas nos quais seja necessário compreender e interpretar a variação das grandezas envolvidas, em contextos como os de abalos sísmicos, pH, radioatividade, Matemática Financeira, entre outros.
(EM13MAT401)	Converter representações algébricas de funções polinomiais de 1º grau em representações geométricas no plano cartesiano, distinguindo os casos nos quais o comportamento é proporcional, recorrendo ou não a softwares ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica.
(EM13MAT402)	Converter representações algébricas de funções polinomiais de 2º grau em representações geométricas no plano cartesiano, distinguindo os casos nos quais uma variável for diretamente proporcional ao quadrado da outra, recorrendo ou não a softwares ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica, entre outros materiais

(EM13MAT403)	Analisar e estabelecer relações, com ou sem apoio de tecnologias digitais, entre as representações de funções exponencial e logarítmica expressas em tabelas e em plano cartesiano, para identificar as características fundamentais (domínio, imagem, crescimento) de cada função.
(EM13MAT404)	Analisar funções definidas por uma ou mais sentenças (tabela do Imposto de Renda, contas de luz, água, gás etc.), em suas representações algébrica e gráfica, identificando domínios de validade, imagem, crescimento e decrescimento, e convertendo essas representações de uma para outra, com ou sem apoio de tecnologias digitais.
(EM13MAT501)	Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 1º grau.
(EM13MAT502)	Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 2º grau do tipo $y = ax^2$.
(EM13MAT503)	Investigar pontos de máximo ou de mínimo de funções quadráticas em contextos envolvendo superfícies, Matemática Financeira ou Cinemática, entre outros, com apoio de tecnologias digitais.

De início acreditamos que teremos alguns problemas de adaptação, pois, estamos acostumados com um conteúdo sequenciado, pois, os livros didáticos seguem esse ritmo, e também a formação do professor até aqui seguiu este ritmo. Para um melhor ensino, e uma compreensão por parte dos alunos requer uma melhor formação para os professores e também que este seja capaz de buscar novas metodologias sempre. Machado (2014, p. 53), contribui dizendo:

Os conteúdos da disciplina Matemática são um meio para o desenvolvimento de competências como as que foram antes relacionadas: capacidade de expressão pessoal, de compreensão de fenômenos, de argumentação consistente, de tomada de decisões conscientes e refletidas, de problematização e enraizamento dos conteúdos estudados em diferentes contextos e de imaginação de situações novas. E para mobilizar os

conteúdos, tendo em vista o desenvolvimento de competências, será necessário a exploração de ideias fundamentais de cada tema.

Enfim, para uma melhor compreensão do conteúdo de função, álgebra, necessitamos de uma maior exploração do tema com os alunos, um melhor planejamento e mais estudos por parte de nós professores e voltamos a dizer que o conceito de função envolve concepções diversas e múltiplas representações que necessitam ser exploradas em sala de aula, para que possamos compreender o seu sentido, para entender quais significados o aluno pode produzir na escola e reproduzir em sua vida cotidiana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos dias atuais, se faz necessário que o professor de matemática em formação tenha um melhor preparo, quanto à utilização de novas metodologias a serem apresentadas em sala de aula para os alunos, frente outras necessidades. Pois, temos vivenciado que em muitos casos os alunos têm chegado no Ensino Médio sem possuírem competências e habilidades necessárias para aquela modalidade de ensino, exigindo-se muito mais do professor e de todos da escola, isso se torna visível quando temos encontrados alunos com dificuldades na interpretação de textos simples, por exemplo.

É comum nos depararmos com alunos apresentando dificuldades de aprendizagem relacionado a apreensão de conteúdos básicos como as operações matemáticas, e ao chegar no Ensino Médio, logo é apresentado Conjuntos Numéricos, conceitos simples alguns alunos não conseguem assimilar ou apresentam dificuldades, temos recebido muitos alunos que só conhecem a Matemática básica associada a fórmulas e cálculos, assimilação de regras, e dificulta logo de início essa quebra de paradigma de que Matemática não se resume apenas a isso.

Concordamos com os autores apresentados nesse artigo e acreditamos fortemente que dificulta a aprendizagem de qualquer conteúdo quando sua apresentação se distancia da realidade que os cerca. Não tem como mais dissociarmos a teoria da prática, estes devem ser elementos essenciais a prática educativa em qualquer área do conhecimento.

A dificuldade encontrada por alunos a generalizar, a representar seu raciocínio algebricamente ou graficamente por exemplos são desafios que devem ser superados por nós professores, a muito tempo ensinamos o nosso aluno a apenas resolver cálculos, seguindo um único raciocínio lógico e agora devemos partir para múltiplas representações, pois dessa maneira estaremos contribuindo com uma aprendizagem matemática mais efetiva e até mais humana.

Consideramos importante que ao professor seja dado e oferecido todas as ferramentas e oportunidades para que este possa vir melhorar a sua prática, pois, como qualquer outro profissional o professor necessita de constante formação, estudo e um material que se adeque a toda sua demanda do seu dia a dia. Todo professor deve ser um eterno pesquisador e a ele deve-se dar a oportunidade, não temos como melhorar a nossa prática, se não pesquisarmos

ou estudarmos, caso contrário continuaremos vivenciando o mesmo modelo de ensino matemático, já apresentado a séculos.

E ao buscarmos responder ao questionamento: como ensinar e estudar função? Diríamos que dependerá primeiramente da noção que o professor tem de ensino e de aprendizagem, sua metodologia, seu modo como ver o ensino de matemática, seu planejamento e como este consegue enxergar seu alunado. Conhecendo o corpo discente e com o apoio da instituição escolar e com base num bom planejamento acreditamos que o ensino de função fluirá. Algo é claro, não temos como melhorar índices educacionais, aprender função sem melhores investimentos nem que seja, estabelecendo um tempo para que o professor possa parar e melhor preparar o conteúdo que será trabalhado com sua turma.

Por fim, o trabalho com função requer que esteja articulado a metodologia da resolução de situações problemas, associadas a situações do cotidiano dos alunos, bem como a diferentes áreas de conhecimentos e a difentes representações. Sendo importante considerar também a postura adotada pelo o professor e ver se esta busca ensinar e estimular os alunos a construir e reconstruir seus conhecimentos, pautados no dialogo e na problematização.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARRETO, M. M. **Tendências atuais sobre o ensino de funções no Ensino Médio. Artigo adaptado da dissertação de mestrado Matemática e Educação Sexual: modelagem do fenômeno da absorção/eliminação de anticoncepcionais orais diários**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. UFRGS, 2008. Disponível em: http://www6.ufrgs.br/espmat/disciplinas/midias_digitais_II/modulo_II/pdf/funcoes.pdf. Acesso em 07/05/2012.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base**. Brasília, MEC/2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativos, quantitativos e misto**. Tradução: Magda Lopes; 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DUVAL, R. **Ver e ensinar a matemática de outra forma: entrar no modo matemático de pensar: os registros de representações semióticas** – 1ª ed. São Paulo: PROEM, 2011.

DUVAL, R. **Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives**. p. 37- 64. Strasbourg: IREM - ULP, 1993. Tradução de Méricles Thadeu Moretti. Revemat: R. Eletr. de Edu. Matem. eISSN 1981-1322. Florianópolis, v. 07, n. 2, p.266-297, 2012.

FIORENTINI, D; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos metodológicos**. 3º edição. Campinas. São Paulo: Autores Associados, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa** – 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GODEFROID, V. L. A. **Problematização: outro olhar à Educação Matemática**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). 20f. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

ONUCHIC, L. de L. R. **Ensino-Aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas**. In: BICUDO, M. A. V. (Org.) Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectiva. São Paulo: Editora UNESP, 1999, p.199-218.

PONTE, J. P. **O conceito de função no currículo de Matemática**. Revista Educação e Matemática, APM, Portugal, n.15, p. 3-9, 1990.

RIBEIRO, A. J; CURY, H. N. **Álgebra para a formação do professor: explorando os conceitos de equação e de função**. 1ª ed. Belo Horizonte: Autentica editora, 2015.



CONGRESSO NACIONAL
de PESQUISA e ENSINO
em CIÊNCIAS
V CONAPESC

VAN DE WALLE, J. A. **Matemática no ensino fundamental: formação de professores e aplicação em sala de aula.** Tradução Paulo Henrique Colonese. Porto Alegre: Artmed, 2009.

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

A CONCEPÇÃO DOS EDUCADORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA EM RELAÇÃO À LINGUAGEM UTILIZADAS NAS SALAS DE AULAS

Aline Peixoto Vilaça Dias ¹
Cristiana Barcelos da Silva ²
Orientador do Trabalho ³

RESUMO

O Ensino de Ciências e Biologia são indispensáveis para a formação do educando, já que promovem seu desenvolvimento crítico, pesquisador e o respeito pelo meio ambiente. Porém essa área do conhecimento, para alguns alunos, não apresenta uma linguagem muito fácil, sendo muitas das vezes considerada distante da realidade deles. Na sociedade contemporânea, vários estudos estão voltados para a relação entre linguagem e meio social. A sociolinguística, investiga a linguagem e a sua manifestação no meio social, considera que fatores externos como a classe social, a idade, o sexo, a escolaridade, entre outros, estejam diretamente relacionadas à linguagem do falante. A partir da compreensão do que é a sociolinguística e sua relação entre linguagem e sociedade e o fato de ser uma ciência interdisciplinar. O presente artigo teve como finalidade investigar a relação linguagem, trabalho docente, formação social do educando e o Ensino Ciências e de Biologia em escolas estaduais do estado do Rio de Janeiro. Para a realização da pesquisa, primeiramente realizou um levantamento bibliográfico posteriormente, utilizou-se de questionário aberto direcionados aos professores. Verificou-se que os professores reconheciam a existência da variação linguística na sala de aula, sendo assim, buscavam estratégias para que os conteúdos ensinados pudessem ser acessíveis a todos os alunos. Para isso buscavam uma linguagem mais simplificada para facilitar a aprendizagem dos educandos.

Palavras-chave: Sociolinguística; Ensino de Ciências; Ensino de Biologia; Linguagem;

INTRODUÇÃO

A linguagem é uma particularidade humana, desenvolvida ao longo da história a partir das interações interpessoais. Além de promover a comunicação, a linguagem também permite a transmissão de informações e conhecimentos. A linguagem, a língua e a sociedade estão diretamente interligadas, como descreve Foucault (2000, p. 12), a linguagem não se desenvolve no interior do indivíduo, ela sofre influência do meio externo “desde o fundo dos tempos, a linguagem se entrecruza com o espaço”.

O autor segue descrevendo que não existe uma única forma de linguagem, ela modifica-se de acordo com as características e necessidades de cada sociedade e de cada

¹Mestranda do Curso de Cognição e linguagem da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-UENF, alinepeixoto12@hotmail.com;

² Pós Doutora pelo Curso de Cognição e linguagem da Universidade Estadual Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-UENF - UE, cristianabarcelos@gmail.com;

³ Carlos Henrique Medeiros de Souza: Professor Doutor, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, chmsouza@gmail.com.

época. Os estudos mais atuais do século XXI abordam a linguagem em diferentes contextos sociais, dentro ou fora da escola, em diferentes áreas do conhecimento.

Nesse âmbito está a sociolinguística, uma ciência interdisciplinar, que em suma está voltada para estudos que envolvem a linguística, linhas minoritárias, linguagem e sociedade, preconceito linguístico, variação linguística, entre outras. A sociolinguística está voltada para a investigação da linguagem e a manifestação social, levando em conta fatores como classe social, sexo, escolaridade, contexto social, a evolução da linguagem dentro de uma comunidade, ou grupo social.

A partir da compreensão da linguística e a sua interação entre linguagem e sociedade, a pesquisa tem como objetivo investigar a relação linguagem, trabalho docente, formação social do educando e o Ensino de Ciências e Biologia nas escolas da rede estadual do estado do Rio de Janeiro. Para a realização da pesquisa, a metodologia aplicada denominada qualitativa, e o instrumento utilizado foi primeiramente levantamento bibliográfico e depois a aplicação de questionário aberto.

A questão problema que move a pesquisa é compreender a forma que a linguagem científica, mais especificamente a da área de Ciências e Biologia são trabalhadas na sala de aula, como ela contribuir para o aprendizado e desenvolvimento social do educando. A hipótese é que quando o professor consegue simplificar a linguagem científica, associá-la a realidade do educando está contribuindo para o aprendizado significativo do educando.

A pesquisa justifica-se pelo fato de encontra-se muitos trabalhos acadêmicos afirmando que a linguagem da área de Ciências Biológicas ser predominantemente de difícil entendimento para o aluno. Isso resulta em um aprendizado memorístico para o educando o que torna o aprendizado de Ciências e Biológicas apenas uma disciplina em meio a tantas outras. É preciso que essa situação seja modificada, visto que essa área de conhecimento é de extrema importância para a formação do educando, pois proporciona a construção de senso crítico, além de desenvolver a capacidade de questionar, investigar.

Sociolinguística

A linguagem e a sociedade estão interligadas, consistem na base para a relação humana. Historicamente, o homem passou a organizar-se em sociedade e passou a fazer uso da língua oral. Dentro da linguística existe uma área denominada Sociolinguística, voltada para o estudo da relação linguagem e sociedade (MUSSALIM e BENTES, 2001).

De acordo com Mollica e Braga (2003, p. 47) “À sociolinguística interessa a importância social da linguagem, desde pequenos grupos socioculturais a grandes comunidades”. A palavra Sociolinguística fixou em 1964, seu surgimento se deu em um congresso na Universidade da Califórnia em Los Angeles sob a organização de William Bright. A partir daí a Sociolinguística foi ganhando dimensões diferenciadas, como propostas distintas (MUSSALIM e BENTES, 2001). A teoria Sociolinguística surge, segundo Reis et al. (2001, p.6442)

(...) como uma espécie de reação às teorias estruturalista e gerativista transformacional, uma vez que veio propor a consolidação de uma concepção de linguagem essencialmente social, correlacionando sistematicamente a língua à história social dos falantes e considerando como ponto inicial de análise a diversidade própria de uma comunidade linguística.

A Sociolinguística refere a estudos que envolvem: “variação e mudança linguística, bilinguismo, contato linguístico, línguas minoritárias, política e planejamento linguístico, entre outras” (COELHO et al., 2012, p. 16).

Sobre a relação entre sociolinguística e variação linguística Carvalho (2010, p.52) faz o seguinte apontamento:

Uma importante contribuição da sociolinguística variacionista à teoria linguística é exatamente a ideia de que não há comportamento linguístico categórico, de uma gramática invariável, já que a variação é inerente à linguagem humana. Além disso, a análise variacionista usualmente revela que a variação não é aleatória, mas sistemática. Essa sistematicidade é revelada uma vez que o contexto linguístico e social é incorporado na análise linguística. Assim como nos dialetos monolíngues, os sistemas linguísticos em contato também apresentam variação interna em todos os níveis da gramática.

Reis et al. (2011, p .6442) definem que a sociolinguística (...)“é uma área de estudo e investigação do fenômeno linguístico em seu contexto social e cultural, em situações reais de uso dentro da comunidade linguística”. Mollica e Braga (2003, p.9) acrescentam que a Sociolinguística

(...) se faz presente num espaço interdisciplinar, na fronteira entre língua e sociedade, focalizando precipuamente os empregos linguísticos concretos, em especial os de caráter heterogêneo.

A Sociolinguística apresenta vários modelos “teórico-metodológicos” direcionados a análise da variação e mudança. Nesse âmbito, destaca-se a Teoria da Variação (também

chamada de Teoria Laboviana, Teoria da Variação e Mudança, Sociolinguística Quantitativa) a mais “instrumentaliza a análise sociolinguística” (REIS et al. 2011, p.6442; MOLLICA e BRAGA, 2003, p. 49). A teoria Laboviana, como caracteriza Coelho et al. (2012, p.23) a (...) “abordagem laboviana vale lembrar que o fato de a variação ser inerente às línguas está ligado diretamente à noção de heterogeneidade – as línguas são sistemas heterogêneos”.

Segundo Reis et al. (2011, p. 6442) essa teoria surgiu em 1968 por criada por Weinreich, Labov e Herzog, com a finalidade “de rompimento com o axioma da homogeneidade linguística, preconizado, a princípio, pelo estruturalismo saussureano”. De acordo com Labov (1972, p. 82) “Os procedimentos de descrição linguística são baseados na concepção de linguagem como um conjunto estruturado de normas sociais”. O enfoque da pesquisa do autor é social, um olhar direcionado a linguagem em seu contexto social.

Um breve panorama do Ensino de Ciências e Biologia

A palavra Biologia é oriunda do grego *bios* que significa vida e *logos* que quer dizer estudo. Dessa forma, é entendida como a ciências que estuda a vida nas suas várias formas (GONZAGA e SILVA, 2016).

A situação do Ensino de Ciências e Biologia no Brasil envolve diversos desafios no que diz respeito a propor uma educação científica de qualidade. Diversos fatores impedem um ensino de qualidade como falta de estruturas físicas como laboratórios e equipamentos, professores com formação inicial defasada, pouca formação continuada, falta de investimento por parte dos governos no sentido de melhorias no ensino de ciências (SILVA et al., 2017).

Sobre a relação entre Ensino de Ciências (séries finais do Ensino Fundamental) e Biologia (Ensino Médio) Dias et al. (2019, p. 9) em um dos seus trabalhos aponta que existe um desencontro. Essas áreas dos conhecimentos, muitas das vezes, tendem a ser tratadas em blocos isolados. Em seus estudos os autores ainda apresentam:

(...) os documentos legais apontam essa integração entre essas disciplinas. Já que são de extrema importância na formação do educando pois permite sua formação social, desenvolve o senso crítico, compreensão do meio ambiente e as relações entre os diferentes seres vivos e a sua preservação. Porém observou-se que uma fragmentação entre o que é proposto pelos documentos e o que muitas das vezes é colocado em prática, resultando em um desencontro entre Ensino de Ciências e Biologia. Através da pesquisa averiguou-se que essa situação, muitas das vezes é resultado da forma como essas disciplinas são apresentadas aos educandos, como blocos conteúdos dissociados da realidade dos educandos.

É aparente um ensino com resquícios de uma educação predominantemente tradicional, principalmente no que tange ao ensino de Ciências e Biologia. Com a presença de “muitas técnicas pouco ou totalmente ineficazes, torna o ensino monótono, desconexo e desvinculado do cotidiano do aluno”. Dessa forma, o ensino tornar-se a aprendizagem torna-se pouco eficaz (SILVA JUNIOR; BARBOSA, 2009, p.1).

Os autores Costa et al. (2016, p.2) fazem crítica a forma como o Ensino de Ciências e Biologia vêm sendo ministrados, os autores apontam que “em sua maior parte a um processo de memorização de vocábulos, de sistemas classificatórios e de fórmulas”. Isso faz com que o que é ensinado nas aulas sirvam apenas para aplicação nas avaliações, sem ter uma finalidade na vida social do educando. Santos et al. (2013, p.31) acrescentam:

Em virtude da forma como os conteúdos são trabalhados, a sua compreensão, por parte dos alunos, é muitas vezes dificultada, acarretando numa série de problemas para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem, já que, muitas vezes o professor não percebe que algumas deficiências de sua ação pedagógica, interferem no ensino.

Silva Junior e Barbosa (2009) reconhecem a importância do ensino dessa área do conhecimento e descrevem que seus conteúdos são indispensáveis para a formação cidadã, porém para que isso aconteça, cabe ao educador repensar sua prática, adequar as aulas de acordo com a realidade dos alunos, utilizar linguagem que facilite a compreensão dos conteúdos científicos. Em seus estudos, Seixas et al. (2017, p.290) atribuem a dificuldades presentes nas aulas de Ciências e Biologia a formação inicial do educador e explica que

existem dificuldades presentes na construção dos conhecimentos e nas práticas pedagógicas desses professores, relacionadas, muitas vezes, ao seu processo de formação inicial, durante o qual apresenta deficiências tanto na formação específica quanto na pedagógica.

Souza Sobrinho (2009, p. 12) também compreende a importância do Ensino de Biologia na formação dos educandos e descreve explica que só é possível um ensino de qualidade quando os educadores são capazes de

(...)priorizar, nos fazeres pedagógicos, a interação entre os conhecimentos

prévios, o questionamento, a experimentação e a pesquisa em sala de aula, associadas às aulas teóricas, ajudam a promover a reformulação, a reestruturação e a formação de conceitos pelos alunos, privilegiando o saber pensar e o aprender a aprender.

Sobre o papel do educador nesse processo, é sua função ser mediador da aprendizagem, para isso, uma das alternativas para promover a compreensão dos estudantes é buscar alternativas metodológicas.

Desafios do Ensino de Biologia na contemporaneidade

Ensinar Biologia não é apenas passar para os alunos os conteúdos que encontram-se descritos nos livros. Na contemporaneidade, as aulas de Biologia devem ser direcionadas a disseminação de conteúdos atuais, contextualizadas, que proporcionam a formação social e crítica dos educandos (SILVA, et al., 2017). Feitosa et al. (2016, p. 1) evidenciam a importância do Ensino de Biologia e descrevem

Bem trabalhada em sala de aula, pode ajudar os estudantes a encontrar respostas para muitas questões e fazer com que eles estejam em permanente exercício de raciocínio, despertando o interesse e a busca progressiva pelo conhecimento. O uso da tecnologia mais presente na vida das pessoas ajuda a reforçar a ideia de que a disciplina é de grande valia para a construção do conhecimento científico, que auxilia na análise de assuntos da contemporaneidade e a se posicionar frente a eles.

Segundo Sousa et al. (2015), em muitas instituições escolares, o Ensino de Biologia limita-se a apenas a exposição de conteúdos. Santos et al. (2015, p. 218) descrevem que os “professores ainda usam somente o livro didático como recurso metodológico tornando a disciplina cansativa e monótona não despertando o interesse dos estudantes”.

Para Duré et al. (2018) o Ensino de Biologia é um desafio ao professor, isso porque, essa área de conhecimento são compostas por palavras e conceitos muitas das vezes distanciados da realidade dos educandos, o que pode acarretar na difícil compreensão pelos estudantes.

Krasilchih (2016) acrescenta que o excesso de vocabulário distanciado da realidade dos educandos faz com que os estudantes compreendam a Biologia apenas como um conjunto de palavras de difícil compreensão que precisam ser decorados e aplicados nas avaliações. Segundo Nunes (2013), esse excesso de vocabulário técnico faz com que os alunos, muitas das vezes, acabem por decorar o que lhe é ensinado nas aulas e isso faz com que percam o interesse pelas aulas de Biologia.

Bizzo (1998) ressalta que os conteúdos científicos requerem a contextualização, para que assim, os educandos possam melhor compreendê-los. Nesse sentido, Krasilchik aponta

A palavra só passa a ter significado quando o aluno tem exemplos e suficientes oportunidades para usá-las, construindo sua própria moldura de associações. Como às vezes os termos apresentados são desnecessários, uma vez que nunca mais voltarão a ser usados, o professor deve tomar cuidado para não sobrecarregar a memória dos alunos com informações inúteis (KRASILCHIK, 2004, p. 57).

Duré et al. (2018) destacam que a contextualização facilita o entendimento dos conteúdos além de despertar o interesse dos educandos pelas aulas de Biologia. Mertins et al. (2017) fazem crítica a seguinte crítica:

Na sala de aula das disciplinas de Ciências da Natureza, o papel da linguagem muitas vezes é deixado em segundo plano, desconsiderando-se que ela acompanha todo o processo de ensino e aprendizagem e interfere em ambos os processos.

Outro fator que se torna um desafio nas aulas de Biologia são as estruturas das escolas, na concepção de Schwanke e Cadei (2014), quando a escola possui laboratórios ou vidrarias que podem ser utilizadas para apresentar de forma lúdica os conteúdos, faz com que as aulas sejam mais atrativa aos educandos. Medeiros et al. (2017, 354) explicam que quando a escola possui laboratórios ou vidrarias possibilita a “aproximação de vivências e experiências sociais, estimulando a análise e as indagações”.

A relação do Ensino Ciências e Biologia, linguagem, aprendizado e formação social

O ensino de Ciências e Biologia não devem ser pautados na apresentação de conteúdos obsoletos e ultrapassados. É preciso a integração entre conhecimento científico e contexto social do aluno, já que a finalidade das aulas vai além de mera exposição de conteúdos, sua função e formação crítica, social (SILVA et al., 2017, p. 2). Os autores acrescentam que essa área de conhecimento:

(...)mostrar aos discentes como o nosso meio de sobrevivência que é a natureza vem se mantendo, e irá apresentar aos alunos brasileiros que a biodiversidade do nosso país é bastante rica e necessita ser estudada.

Segundo Feitosa et al. (2016), quando os conteúdos de Ciências e Biologia são bem trabalhados de forma que os alunos compreendem os conceitos e conseguem associá-los a

realidade que vivem. Para Krasilchik (2016) a escola, no diz respeito a ensino de Biologia tem função de promover um ensino que resulte em mudanças positivas na sociedade. Quanto aos conteúdos e metodologias, a autora descreve que eles devem integrar discussões a respeito de movimentos sociais, da realidade da sociedade vigente.

Segundo Vygotsky (1998) a aprendizagem e desenvolvimento estão diretamente interligados e precisam de um mediador, só são possíveis de acontecer por meio de interação social onde a linguagem tem papel principal. A linguagem é instrumento semiótico, que tem por finalidade a mediação entre sujeito e objeto através de signos.

Sobre a linguagem, Viecheneski (2013, p.49) afirma (...) “é um produto sócio-histórico da atividade mental do ser humano, mobilizada a serviço da comunicação, do conhecimento e da resolução de problemas”. A linguagem transpõe e permite a relação e por meio dessa interação que os sujeitos se formam.

Mertins et al. (2017) afirmam que muitas das vezes nas aulas de Ciências e Biologia a linguagem é deixada de lado, esquecendo-se que é parte integrante da aprendizagem, acompanha todo o processo.

A comunicação entre educador e educando nas aulas de Ciências e Biologia

Comunicação é palavra derivada do latim *communicatione*, que significa “ato ou efeito de comunicar-se”. E a palavra comunicar é originária do latim *communicare*, que é “tornar comum”. Sendo assim, para que acontece a comunicação faz-se necessário “partilhar, transmitir, difundir, saber” (SCHWANKE e CADEI, 2014, p. 24).

Sob um olhar superficial, as atividades que acontecem na sala de aula, nas aulas de Ciências e Biologia, aparentemente são semelhantes. Existem pessoas conversando, escrevendo, analisando fenômenos, realizando desenhos (KRASILCHIK, 2016). Para a autora, de acordo com prática docente, há duas situações que podem acontecer:

(...)os professores são capazes de transmitir com clareza e de forma interessante suas ideias aos alunos que são, por sua vez, estimulados a expor suas próprias ideias, sentimentos e dúvidas. Em outros casos, há incompreensão de parte a parte, estabelecendo-se um clima de apatia ou mesmo de antagonismo, o que impede a interação entre professores e alunos e cria barreiras quase intransponíveis para o aprendizado (KRASILCHIK, 2016, p. 57).

Mertins et al. (2018) aponta que muitas das vezes, a linguagem empregada nas disciplinas das Ciências da Natureza (Biologia, Química, e Física) não é compreendida pelos educandos pelo fato de não serem devidamente contextualizadas.

Sobre a interação campo educacional e linguagem, Schwanke e Cadei (2014) explicam que a forma que o professor se comunica com os educandos pode facilitar o processo aprendizagem, dificultar e até mesmo impedir. Vidal e Alves (2018) afirmam que a construção do conhecimento é realizada por meio da comunicação e interação entre estudante e professor.

METODOLOGIA

A metodologia Quanto a abordagem a pesquisa caracteriza-se como qualitativa, que segundo Gerhardt e Silveira (2009, p. 32) esse tipo de pesquisa não preocupa-se com dados numéricos, mas sim aprofundamento e compreensão sobre determinado grupo, “preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”.

No que diz respeito a natureza da pesquisa, esta caracteriza-se por básica, que segundo Kauark et al. (2010) (...)“objetiva gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista”. Sobre o objetivo da pesquisa, esse é classificado como pesquisa exploratória, segundo Gerhardt e Silveira (2009) permite familiarizar-se com determinado problema, permitindo evidenciá-los e construir hipóteses.

A partir das características da pesquisa, segundo os pesquisadores Kauark et al. (2010), é possível escolher uma metodologia para realizá-la. Sendo assim, para essa pesquisa, o procedimento técnico utilizado foi inicialmente pesquisa bibliográfica para aprofundamento sobre a temática central que envolve o trabalho que é linguagem, formação social, Ensino de Ciências e Biologia.

Fonseca (2002, p. 32) explica que esse procedimento acontece (...)“a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites”. Além disso, realizou-se estudo de caso que como descrevem Kauark et al. (2010) esse tipo de estudo almeja aprofundamento detalhado sobre uma determinada situação.

Para a coleta dos dados, utilizou-se questionário aberto, do *google forms*, que foi distribuído para os professores que lecionam Ciências e Biologia na rede estadual do

estado do Rio de Janeiro. A amostra da pesquisa definiu-se como não-probabilísticas, mais especificamente amostras acidentais que como descrevem Kauark et al. (2010, p.61) são (...) “compostas por acaso, com pessoas que vão aparecendo”. Como amostra, 6 professores dispuseram-se a responder o questionário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A linguagem científica possui suas peculiaridades como presença de termos e palavras muitas das vezes não comuns no cotidiano, devido a isso é preciso maior atenção ao trabalhar conteúdos científicos na sala de aula. A linguagem e as ciências estão interligadas. Segundo Foucault (2000) a linguagem e a sociedade estão totalmente relacionadas.

Visto isto, a primeira questão abordada na pesquisa foi direcionada a investigar o uso de textos de divulgação científica (TDC) como forma de complementar os materiais utilizados nas aulas de Ciências e Biologia e a relação deles com o cuidado que o professor toma ao escolher a linguagem desses textos.

Dos entrevistados, 5 professores afirmaram fazer uso das TDC, sendo que apenas 4 justificaram o cuidado ao selecionar a linguagem.

“Sim. Procuo contextualizar e adequar a linguagem dentro do contexto do aluno.”

“Faço, mas procuro os que apresentam uma linguagem mais simples.”

“Em melhor os significados”.

“Cuidando de previamente tratar dos termos e palavras que possam trazer dificuldade de interpretação.”

Já outro professor afirmou não utilizar TDC. Sobre a utilização de TDC Oliveira e Zancul (2014, p. 57) relatam que o uso desses tipos de textos promove a “democratização do conhecimento”, permitindo diálogo entre ambiente escolar, alfabetização científica. Seu uso é capaz de proporcionar divulgação científica, criar condições para desenvolvimento social.

A dupla Ferreira e Queiroz (2012) explicam que para o uso das TDC nas aulas é preciso que a linguagem apresentada seja de fácil compreensão para os estudantes, assim é possível a aproximação entre linguagem científica e sociedade.

Segundo a pesquisadora doutora Krasilchik (2016, p. 58) a falta da incompreensão dos conteúdos nas aulas de Ciências e Biologia e atribui essa problemática ao fato dos educandos

não conseguirem compreender os conteúdos por envolverem palavras desconhecidas e até mesmo por atribuir outro significado. E apresenta os seguintes exemplos:

(...)a palavra fenômeno, que os alunos entendem como “o que surpreende, quando o professor quer dizer” “processo de mudança”. Outro exemplo bastante comum é o termo discussão, que em lugar de ser entendido como “debate”, é tomado pelos alunos como “altercação”, levando a uma atividade de constrangimento quando são convidados a Discutir um assunto.

A segunda pergunta abordada a questão do excesso de vocabulário técnico no Ensino de Ciências e Biologia e foi perguntado ao professor como ele fazia para que os alunos compreendessem os conteúdos que envolviam esse tipo de vocabulário. Como respostas os professores descreveram:

“Trazendo estes conceitos para exemplos comuns do cotidiano dos alunos.”
“Tento mostrar a origem da palavra, relacionar ela com algo do cotidiano.”
“Explico e faço associações.”
“Procuro ensinar os significados e origens de tais denominações, além de fazer associações.”
“Coloco ou explico os significados.”
“A partir da construção de mapas mentais.”

Duré et al. (2018) descrevem que é comum na área de Ciências e Biologia conceitos considerados pelos educandos abstratos, e muitas das vezes com uma escrita distanciada da linguagem comum no dia a dia do educando.

Krasilchik (2016) relata que o excesso de vocabulários técnicos utilizados nas aulas podem levar os educandos a considerarem a Biologia apenas como um conjunto de nomes complicados que precisam ser memorizados.

Logo depois, perguntou-se sobre quais temas da área de Ciências Biológicas, os alunos possuíam maior dificuldade de compreensão. E verificou-se os seguintes assuntos:

“Zoologia”
“Citologia e Embriologia”
“Na bioquímica celular, genética, na fisiologia e histologia humana”
“Percebo muito quando abordo assuntos relacionados ao sistema nervoso.”
“Na parte farmacológica.”
“Bioquímica.”

Estudos de Duré et al. (2018) identificam que os assuntos Bioquímica, Biologia celular e molecular são os mais rejeitados pelos educandos, os autores apontam que esse resultado, na maioria das vezes se dá pelo fato da não contextualização dos conteúdos com a realidade do estudante. Segundo Krasilchik (2004. p. 57) a palavra só passa a ser significativa para o estudante “quando o aluno tem exemplos e suficientes oportunidades para usá-las, construindo sua própria moldura de associações”.

E por fim, buscou-se conhecer como o professor de Ciências e Biologia utiliza a linguagem na sala de aula de modo que os conteúdos sejam compreendidos por todos os alunos, que na maioria das vezes possuem realidade social diferenciada, idade e sexo distintos. Os professores descrevem o seguinte:

“Procurando palavras que sejam de fácil entendimento sem que aja prejuízo do contexto tratado”.

“Tento relacionar com fatos do cotidiano”.

“Trabalhando com os termos e apresentando seus significados, pois os mesmos são importantes e precisam ser compreendidos. Ao estarem em contato incorporam, gradativamente, o conhecimento.”

“Tento associar a palavra/termo a algo que o aluno conheça, algo que pertença ao mundo dele.”

“Tento aproximar em todos os dialetos”.

“Linguagem objetiva.”

A língua não é homogênea, em uma sala de aulas existem variações linguísticas seja em detrimento do sexo, da idade, da classe social, escola deve compreender essa diferença e buscar utilizar uma linguagem que seja compreendida pelos diferentes grupos. A variação linguística e as peculiaridades da fala dos alunos não devem, ser ignoradas (IBIAPINA, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A linguagem e a sociedade estão interligadas. Além disso, não existe apenas uma única forma de linguagem, ela vai modificando-se de acordo com a sociedade. Averiguou-se que a sociolinguística é uma ciência interdisciplinar, envolvendo relações entre linguagem, sociedade, formação social. Sua função é investigar a linguagem no contexto social, levando em consideração fatores como sexo, idade, escolaridade, contexto social.

No que tange a relação entre linguagem e ensino de Biologia, verificou-se que essa área do conhecimento apresenta conceitos muito particulares, o que pode dificultar o aprendizado do educando caso não seja apresentado de forma clara.

Sobre a pesquisa realizada com os professores de Ciências e Biologia evidenciou-se a preocupação desses profissionais em contextualizar os conteúdos que possuem uma linguagem puramente científica. Observou-se, inclusive que os docentes realizavam a contextualização com a finalidade de favorecer o aprendizado dos educandos.

Quanto a variação linguística no âmbito da sala de aula, percebeu-se que os professores compreendiam essa existência e buscavam meios para que os conteúdos ensinados pudessem ser compreendidos por todos os educandos com idade, sexo, condição social diferentes.

REFERÊNCIAS

BIZZO, Nélio. **Ciências: Fácil ou difícil?**. São Paulo: ática, 1998.

COELHO, Izete Lehmkuhl.; GORSKI, EDAIR MARIA.; MAY, Guilherme Henrique; SOUZA, Christiane Maria Nunes. **Sociolinguística**. Florianópolis: LLV/CCE/UFSC, 2010.

CARVALHO, Ana Maria. Contribuições da sociolinguística ao ensino do português em comunidades bilíngues do norte do Uruguai. **Pro-Posições**, v. 21, n. 3 (63), p. 45-65, 2010

COSTA, Edinaldo Nogueira, Nunes, Gildoberg.; BEZERRA, Danielly De Sousa.; SOARES, Anderson Maciel.; MARQUES, Jefferson Antonio. Desafios e possibilidades no ensino de ciências naturais em uma escola municipal no sertão paraibano. In: **Anais do III congresso nacional de educação-CONEDU**, Natal-RN, 2016. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_MD1_SA18_ID5961_11082016224255.pdf> acesso em 25 de janeiro de 2020.

Dias, Aline Peixoto Vilaça; SILVA, Cristiana Barcelos; CORRÊA, Jackeline Barcelos; Souza, Carlos Henrique Medeiros. Ensino Fundamental Versus Ensino Médio: o (Des) Encontro Entre o Ensino de Ciências e o Ensino de Biologia. In: **Anais do VI congresso nacional de educação-CONEDU**, Fortaleza, 2019. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV127_MD1_SA16_ID8267_15082019072950.pdf> acesso em 07 de fevereiro de 2020.

DURÉ, Ravi Cajú.; ANDRADE, Maria José Dias; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Ensino de Biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de Ensino Médio relaciona com o seu cotidiano? **Experiências em Ensino de Ciências**, v.13, n.1. p.259-272, 2018.

FEITOSA, Robério Rodrigues; BRAGA, Anne Drielly Medeiros; SILVA, Rayanne Alves ; MARTINS, Maria Márcia Melo De Castro; SOBREIRA, Alana Cecília De Menezes. O Ensino de Ciências/Biologia: uma abordagem a partir da percepção de alunos do Ensino Fundamental. In: **Anais do III congresso nacional de educação-CONEDU**, Natal-RN, 2016. Disponível

em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_MD1_SA18_ID3884_12082016194416.pdf> acesso em 10 janeiro de 2020.

FERREIRA, Luciana Nobre De Abreu; QUEIROZ, Salette Linhares. Textos de Divulgação Científica no Ensino de Ciências: uma revisão. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.5, n.1, p.3-31, 2012.

FEITOSA, Robério RodrigueS; BRAGA, Anne Drielly Medeiros.; SILVA, Rayanne Alves Da Silva; MARTINS, Márcia Melo De Castro.; SOBREIRA, Alana Cecília De Menezes. O ensino de ciências/biologia: uma abordagem a partir da percepção de alunos do ensino fundamental. In: **Anais do III CONEDU – Congresso nacional de Educação**, Natal, 2016. Disponível em: < http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/ TRABALHO_EV056_MD1_SA18_ID3884_12082016194416.pdf> Acesso em: 18 de janeiro de 2020.

FONSECA, João José Saraiva . **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FOUCAULT, Michel . **A arqueologia do saber**. Trad. Luiz Felipe Baeta Neves. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2000.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. 1ªed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GONZAGA, Patricia Da Cunha; SILVA, Luiz Eduardo Das Neves. O Ensino de Biologia e a bioalfabetização nas escolas da educação básica: reflexões teóricas. In: **Anais do III Congresso nacional de Educação- CONEDU**, Natal, 2016. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_MD1_SA18_ID3988_17082016183926.pdf> Acesso em: 10 de dezembro de 2019.

IBIAPINA, Darkyana Francisca .Variação linguística em sala de aula de língua portuguesa: uma abordagem etnográfica. In: Anais do VI Simpósio Internacional de Ensino da Língua Portuguesa, Uberlândia, 2012. Disponível em: <http://www.ileel.ufu.br/anaisdosielp/wp-content/uploads/2014/06/volume_2_artigo_089.pdf> Acesso em: 10 de novembrbo de 2019.

KUARK, Fabiana Da Silva; MANHAÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da pesquisa : guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

KRASILCHIK, Miryan. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Edusp, 2016.

LABOV, William. **Sociolinguistic pattern**. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1972.

MERTINS, Simone.; SILVA, Carla Melo; RAMOS, Maurivan Güntzel. A relevância da linguagem no processo de ensino e aprendizagem de ciências na educação básica. In: Anais do 37º Encontro da descoberta sobre o ensino de Química, Paranaguá,, 2017.

Disponível em:

<http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/11972/2/A_relevancia_da_linguagem_no_processo_de_ensino_e_aprendizagem_de_ciencias_na_educacao_basica.pdf> Acesso em 10 de dezembro de 2019.

MERTINS, Simone.; SILVA, Carla Melo; RAMOS, Maurivan Güntzel. A LINGUAGEM COMO COMUNICAÇÃO E MODO DE APRENDER: A ANÁLISE DE NARRATIVAS DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 2 , p. 118-133, 2018.

MOLLICA, Maria Cecília; BRAGA, Maria Luiza . **Introdução a Sociolinguística: o tratamento da variação**. 2ª ed. – São Paulo: Contexto, 2003.

MUSSALIM, Fernanda ; BENTES, Anna Christina . **Introdução à Sociolinguística**. São Paulo: Cortez, 2001.

NUNES, Marcelo Da Rocha. **A problemática do vocabulário científico e o estudo etimológico como facilitador do conhecimento escolar de biologia**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio grande do Sul, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/4798/Marcelo%20da%20Rocha%20Nunes.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2020.

OLIVEIRA, Lidiane Loiola De; ZANCUL, Mariana De Senzi . Textos de divulgação científica nas aulas de Biologia na Educação de Jovens e Adultos (EJA) para abordar a temática alimentação. **Revista Práxis**, v. 6, n. 11,p. 55-65, 2014.

REIS, Paula Cristina; MACHADO, Dinamara Pereira; BARBOSA, Siderly. Sociolinguística e o ensino da língua materna. In: **Anais do X Congresso Nacional de Educação, I Seminário de Representações Sociais, Subjetividade e Educação- SIRSSE**, Curitiba, 2011. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/5424_3186.pdf >Acesso em: 10 de janeiro de 2020.

SANTOS, Antonio Hamilton; SANTOS, Hélio Magno Nascimento; JUNIOR, Benedito Dos Santos; SOUZA, Ilvanete Dos Santos; FARIA, Taciana De Lisboa. As dificuldades enfrentadas para o ensino de ciências naturais em escolas municipais do Sul de Sergipe e o processo de formação continuada. In: **Anais do XI congresso Nacional de Educação- Educere**, Curitiba, 2013. Disponível em: <http://educere.bruc.com.br/ANAIS2013/pdf/9474_6573.pdf> Acesso em: 20 janeiro 2020.

SANTOS, Cleidilene de Jesus Souza.; BRASILEIRO, Sidinéia Guimarães dos Santos; MACIEL, Cilene Maria Lima Antunes; SOUZA, Ricardo Douglas. Ensino de Ciências: novas abordagens metodológicas para o ensino fundamental. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, p. 217-227, 2015.

SCHWANKE, Cibele ; CADEI, Marilene de Sá . **Instrumentação em Zoologia, Botânica e Ecologia**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009.

SEIXAS, Rita Helena Moreira; CALABRÓ, Luciana; SOUSA, Diogo Onofre. A Formação de professores e os desafios de ensinar Ciências. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 289-303, 2017.

SILVA, Vanessa Torres; MOREIRA, Marcela Cruz; VASCONCELLOS, TÚLIO FLÁVIO. A importância do Ensino de Biologia no campo social e científico. n: **Anais do III congresso nacional de educação-CONEDU**, João Pessoa, 2017. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD4_SA16_ID1388_16102017181009.pdf> Acesso em: 15 janeiro 2020.

SILVA, Vanessa Torres.; MOREIRA, Marcela Cruz; VASCONCELLOS, Túlio Flávio. A importância do ensino de biologia no campo social e científico. In: **Anais do IV CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO**, João Pessoa, 2017. Disponível em:<https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD4_SA16_ID1388_16102017181009.pdf> Acesso: em 21 de abril de 2019.

SILVA-JUNIOR, Arildo Nerys ; BARBOSA, Jane Rangel Alves. Repensando o Ensino de Ciências e de Biologia na Educação Básica: o caminho para a construção do conhecimento científico e biotecnológico. **Democratizar, Rio de Janeiro**, v. 3, n. 1, p. 1-15, 2009.

SOUSA SOBRINHO, Raimundo. A importância do ensino da biologia para o cotidiano. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Faculdade Integrada da Grande Fortaleza, 2009. Disponível em:<http://www.nead.fgf.edu.br/novo/material/monografias_biologia/RAIMUNDO_DE_SOUSA_SOBRINHO.pdf> Acesso em: 26 de abril de 2019.

SOUSA, Anderson Oliveira., ALMEIDA, Maick Sousa, Santos, Felipe Augusto Da Silva, Donato, Elisaf Lino. O ensino da ciência através da física experimental para alunos de 9º ano das escolas públicas do município de Araruna-PB. In: **Anais do II Congresso Nacional de Educação**, Campina Grande, 2015. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV045_MD4_SA18_ID1489_08082015211741.pdf> Acesso em: 15 de abril de 2019.

VIECHENESKI, Juliana Pinto. **Sequência Didática para o Ensino de Ciências nos anos iniciais: subsídios teórico-práticos para a iniciação à alfabetização científica**. Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013. Disponível em :< http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1250/1/PG_PPGECT_M_Viecheneski,%20Juliana%20Pinto_2013.pdf > Acesso em: 15 de abril de 2019.

VYGOTSKY, Lev. **Pensamento e linguagem**. 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

A EXPERIÊNCIA DA AULA DE CAMPO NO CARIRI PARAIBANO: CAMINHOS NA CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DA GEOGRAFIA AGRÁRIA NO CURSO DA LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO DO CAMPO DA UFCG

Fabiano Custódio de Oliveira¹

RESUMO

A aula de campo é uma opção metodológica no processo de ensino-aprendizagem riquíssima para contextualizar os conteúdos estudados em sala de aula no ensino de Geografia, sendo vista como um meio de levar o aluno a refletir sobre a teoria, mobilizando-o a confrontar com a realidade o que foi discutido em sala de aula. Sendo assim, na busca desse confronto entre teoria e realidade foi realizada uma aula de campo no âmbito da disciplina Geografia Agrária do curso da Licenciatura em Educação do Campo no Cariri Paraibano. Desta forma, este trabalho tem por objetivo relatar a aula de campo da disciplina Geografia Agrária e sua importância para os alunos do curso da Licenciatura em Educação do campo do CDSA/ UFCG. Neste sentido, a pesquisa de campo foi vista como uma aproximação do que se ler com o que se ver, na busca de respostas e visualizações na realidade local para significar os conteúdos ministrados na disciplina Geografia Agrária, sendo assim, escolhemos campo do Cariri Paraibano para aproximar o integralizar o conhecimento teórico como o empírico. Como referencial teórico, utilizamos Alentejano e Rocha-Leão (2006), Castrogiovanni (2000), Morais (2003), Pontuschka (2009), Oliveira (2010) e Passini (2010). No caminho metodológico utilizamos os pressupostos teóricos da Observação Participante (MARCONI e LAKATOS, 2009), como também, para elaborar a aula de campo, tivemos por base Neves (2010), que aponta três etapas a serem seguidas para a realização da aula de campo: I Planejamento e Organização, II Realização, III Relato de Campo. Como conclusão, através dos relatos elaborados e fotografias registradas pelos alunos no decorrer da aula de campo, verificamos que os alunos obtiveram uma aprendizagem significativa, realizando um debate integrado da Geografia Agrária brasileira com a realidade do campo do Cariri paraibano destacando nessa microrregião o processo de industrialização do campo, os assentamentos rurais, a educação do campo, os acampamentos, a luta pela terra, a crise hídrica, a agricultura camponesa versus agricultura capitalista e a gestão ambiental. Tornando a Geografia Agrária viva e presente na realidade dos alunos do curso da Licenciatura em Educação do Campo.

Palavras-chave: Geografia agrária, Aula de campo, Educação do campo.

INTRODUÇÃO

¹ Professor Doutor em Geografia do Curso da Licenciatura em Educação do Campo da Universidade Federal de Campina Grande. Coordenador do Laboratório de Ensino de Geografia e Educação do Campo- LEGECAMPO

A aula de campo é uma opção metodológica no processo de ensino-aprendizagem riquíssima para contextualizar os conteúdos estudados em sala de aula no ensino de geografia, sendo vista como um meio de levar o aluno a refletir sobre a teoria, mobilizando-o a confrontar com a realidade o que foi discutido em sala de aula. Sendo assim, na busca desse confronto entre teoria e realidade, foi realizada uma aula de campo no âmbito da disciplina Geografia Agrária do curso da Licenciatura em Educação do Campo no Cariri Paraibano.

Dessa forma, este trabalho tem por objetivo relatar a aula de campo da disciplina Geografia Agrária e sua importância para os alunos do curso da Licenciatura em Educação do campo do CDSA²/ UFCG³. Nesse sentido, a aula de campo é vista como uma aproximação do que se lê com o que se vê. Na busca de respostas e visualizações na realidade local para significar os conteúdos ministrados na disciplina Geografia Agrária, escolhemos o Cariri Paraibano para realizar a aula de campo.

A aula de campo em geografia é um elemento didático essencial para análise e compreensão de seu objeto de estudo — o espaço geográfico —, pois é essencial que o acadêmico ou pesquisador em geografia entenda o espaço a partir da práxis educativa teoria em sala de aula e a prática em campo. Entretanto, esse processo deve ser planejado e organizado de modo que a pesquisa em campo não se desvincule de seu propósito. Essa metodologia visa contribuir de maneira efetiva para o processo de aprendizagem sobre a ciência geográfica.

A aula de campo é uma metodologia que precisa de um olhar inovador do professor; ele precisa sentir quais as necessidades dos alunos diante do que está sendo estudado na teoria, para que, com a aula de campo, possa haver um complemento articulador entre a teoria e a prática, como destaca Cavalcanti (2013, p. 98): “A aula de campo propicia a este profissional demonstrar na prática a teoria apresentada na sala de aula, pois por dessa atividade o professor percebe os fenômenos com que deseja trabalhar”.

Outra abordagem pertinente é a dos autores Alentejano, Rocha-Leão, Otavio M. (2006), pois eles falam da importância do preparo prévio dessas saídas a campo, de forma que se problematizem com os alunos os diversos ambientes que eles vão observar, o que seria uma forma de contribuir para a formação de pesquisadores desses alunos, além de ser uma forma de direcionar o que é mais relevante para a pesquisa a que se propõem com o trabalho a ser realizado.

² Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido – CDSA – Sumé - PB

³ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Para Castrogiovanni (2012), a aula de campo na disciplina de Geografia é essencial, pois, através dela, é possível identificar de fato o que é estudado na sala de aula, enquanto no campo é possível perceber as diversas interações do homem e o meio. Uma vez que a geografia estuda os aspectos físicos e humanos, essa metodologia de ensino torna-se essencial e eficaz, porquanto possibilita a reflexão dos sujeitos dentro de sua realidade, fazendo uma relação entre a teoria e a prática, que muitas vezes podem parecer distantes dos elementos de sua convivência.

Diante das várias discussões sobre a aula de campo, Pontuschka, Paganelli e Cacete (2009) falam da importância de se estudar o meio como forma de pesquisa, o que possibilita o entendimento das relações existentes no espaço geográfico, seja urbano, seja rural, e possibilita, também, aos alunos produzirem conhecimentos que não estão apenas nos livros didáticos.

No entanto, é preciso se ter em mente que a aula de campo é um instrumento metodológico riquíssimo, mas que, se mal planejado, pode se tornar apenas mais uma ferramenta sem significado, o conhecido “passeio”. Dessa discussão, surge a importância do planejamento; o professor que opta por essa metodologia não pode simplesmente levar seus alunos a campo sem que tenha feito visitas preliminares ao local que será objeto de estudo, assim como se faz necessário um roteiro de perguntas do percurso a ser observado.

Para tanto, existem algumas etapas a serem seguidas para que os trabalhos transcorram com maiores chances de obter sucesso no processo de ensino/aprendizagem. Neves (2010) aponta em seu trabalho essas etapas e relata a dificuldade de se encontrar referencial teórico a respeito delas, afirmando que grande parte dos que encontrou não passaram de relatos de experiência, sem pormenorizar a construção de cada etapa do processo, além de serem voltados para o ensino da graduação ou pós-graduação, mas podendo ser adaptados para o ensino básico, desde que respeitem o nível de conhecimentos dos alunos.

As etapas sugeridas por Neves (2010) são três: I Planejamento e Organização, II Realização, III Relatório de Campo.

A primeira delas é a etapa do Planejamento, a qual sugere que o professor precisa ter uma preparação técnica, assim como seus alunos. Com isso, é necessário que o professor trabalhe com seus alunos essa ida a campo falando dos possíveis acontecimentos que podem ocorrer e, para tanto, o professor precisa conhecer previamente os locais que fará parte do roteiro da aula. Sugere, também, que se elabore um programa de trabalho e efetivação de providências administrativas, que seria o contato com entidades públicas ou privadas responsáveis pelo local escolhido para a aula; escolha de caminhos a serem seguidos; previsão

do tempo para o dia da aula; o melhor transporte a ser utilizado para locomoção até o local; cálculo de despesas; autorizações necessárias; identificação dos participantes e seleção e preparação de material. Este material será de acordo com o tipo de trabalho que vai ser realizado, podem ser equipamentos fotográficos, cadernetas de anotações, cartas, mapas etc.

A segunda etapa é a Realização: esta vai ser a etapa na qual, após terem sido feitos todos os planejamentos “pré-Aula de campo”, será realizada a prática e, dentro dessa realização, também há etapas a serem cumpridas. A primeira dessas etapas é a observação inicial, que é uma breve percepção assim que se chega ao local da aula. Nela, é importante que se façam anotações, tanto dessas percepções como também de possíveis explicações de organização dos espaços visitados. Outra etapa é a do registro que está dentro também dessa etapa anterior, mas que não necessariamente sejam apenas os escritos, eles podem se fotográficos, e até mesmo leitura cartográfica. Para isso, Neves (2010) argumenta que:

a cartografia deve ser incluída em todas as atividades de campo, seja como forma de leitura e localização, como forma de registro de informações ou como estratégias de interpretações/divulgação dos dados, por ser um recurso fundamental para desenvolver e aprimorar o olhar e o fazer geográfico (2010, p.36)

Essa leitura cartográfica pode acontecer em dois âmbitos: para os mais experientes na atividade pode ser de forma individual e para os menos experientes de forma coletiva, com símbolos de fácil leitura, preparados pelo professor.

Ainda dentro da realização, Neves (2010) pontua a importância do inquérito geográfico, que seriam questionários a serem aplicados aos sujeitos da região onde está sendo realizada a aula, complementando, se necessário, com entrevistas. Ainda pode haver coleta de amostras, o que vai depender dos objetivos da aula. Contudo, esses materiais coletados precisam ser devidamente armazenados e etiquetados para análises posteriores.

Por último, temos a terceira etapa: o Relatório de Campo. Ele não precisa necessariamente se restringir a um relato do que ocorreu na aula de campo, ele pode ser também complementado por pesquisas posteriores que ajudem a enriquecer os trabalhos, assim como os resultados das possíveis análises dos materiais recolhidos em campo. Alguns pontos precisam ser observados nesse relatório: o relatório pode ter figuras, imagens, anexos; é importante que sua formatação e os elementos que devem conter nele sejam discutidos antes mesmo de a aula ser realizada; a participação dos alunos nesse processo é importante, pois vai estar respeitando o nível de entendimento do aluno.

Consideramos todas essas etapas importantes, uma vez que, para tudo ocorrer de forma a se obter, de fato, aprendizagem, é preciso que se tenha metas a cumprir. Se forem estabelecidos objetivos a serem cumpridos, se torna mais fácil realizar os trabalhos na aula de

campo, visto que, notadamente, os alunos tendem a se dispersar diante de tantas informações e, até mesmo, devido à movimentação do lugar escolhido para a realização da aula.

METODOLOGIA

A atividade desenvolvida nessa experiência se caracterizou como uma ação qualitativa, em que foram utilizados pressupostos teóricos da observação participante (MARCONI e LAKATOS, 2009). Dessa maneira, no primeiro momento, (Universidade) foram debatidos os textos que fazem parte da disciplina Geografia Agrária e que retratam as contradições do espaço agrário brasileiro, tendo por base os seguintes autores: Andrade (2005), Oliveira (1990), (2002), Oliveira (2007) e Stedile (2005), entre outros. Foram iniciadas as leituras e discussões de textos sobre aula de campo dos seguintes autores: Alentejano e Rocha-Leão (2006), Cavalcanti (2013) e (2004) Castrogiovanni (2012), Pontuschka et al (2009), Oliveira (2010), Passini (2010) e Neves (2010).

No segundo momento, foi realizada a produção dos instrumentos da coleta de dados da aula de campo, como roteiro de perguntas que seriam aplicadas pelos alunos aos atores encontrados nos espaços pesquisados. No terceiro momento, foi realizada a aula de campo no espaço rural das seguintes cidades: Boa Vista, localizada na microrregião de Campina Grande, Cabaceiras e Boqueirão, ambas localizadas na microrregião do Cariri Oriental Paraibano.

Os resultados foram analisados através dos relatos escritos, produzidos pelos alunos no decorrer da aula de campo e separados pela sequência do roteiro produzido e ilustrado pelas fotografias registradas no momento da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A experiência da Aula de Campo no Cariri Paraibano

O curso de Licenciatura em Educação do Campo surgiu em 2009, com implantação do CDSA, localizado no Município de Sumé, situado no território do Cariri Paraibano, na região semiárida do Nordeste do Brasil. O objetivo do curso é formar professores para a Educação Básica, em consonância com a realidade social e cultural específica das populações que trabalham e vivem no e do campo, na diversidade de ações pedagógicas necessárias para concretizá-las como direito humano e como ferramenta do desenvolvimento social.

A Licenciatura em Educação do Campo compreende, em sua formação, a base para a docência multidisciplinar na Educação Básica nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio, tendo como aprofundamento para sua docência uma das seguintes áreas de conhecimento. Linguagens e Códigos (Língua Portuguesa, Literatura, Língua Estrangeira, Artes e Cultura Corporal); Ciências Humanas e Sociais (Geografia, História, Sociologia e Filosofia); Ciências Exatas e da Natureza (Física, Química, Biologia, Matemática).

No âmbito da área das Ciências Humanas e Sociais, a ciência geográfica está contemplada com as seguintes disciplinas: Introdução à Geografia, Geografia do Brasil, Cartografia Geral, Geografia da Paraíba e Geografia Agrária, que propõe, no seu ementário, estudar: os conceitos da geografia agrária; o capitalismo e a produção do espaço agrário: desenvolvimento e contradições; o desenvolvimento recente da agricultura brasileira e o papel do Estado; os movimentos sociais no campo; reforma agrária: o conflito entre capital e trabalho no campo e as novas territorialidades.

Para vivenciar e conhecer a realidade do espaço agrário local, foi realizada a aula de campo, no decorrer da disciplina. A turma era composta por 12 alunos. De início, foi traçado um roteiro com objetivo, pontos de pesquisa e percurso, que teve como ponto de saída o município de Sumé e chegada o município de Boqueirão. As intervenções foram realizadas nos municípios de Boa Vista, Cabaceiras e Boqueirão, todos na zona rural.

A aula de campo teve por objetivo conhecer a realidade da Geografia Agrária no Cariri Oriental Paraibano, nas seguintes dimensões: educação do campo, assentamento rural, processo de ocupação por sem-terra, açude público, conflito pelo uso da água, relação homem e natureza e alternativas de sobrevivência da agricultura camponesa no município de Boqueirão – PB. Para cada lugar visitado foi elaborado, na sala de aula, um roteiro de perguntas para servirem de entrevistas aos atores encontrados e alcançar o objetivo proposto da aula de campo.

1º - Zona rural de Boa Vista - PB - Nesse espaço, tendo por base o texto de Araújo, Farias e Sá (2008), observamos que a extração da bentonita foi dando um novo visual à geografia desse lugar, visto que, na paisagem, as edificações das empresas, as máquinas e o fluxo de caminhões e tratores que chegam e saem tomam, em parte, o lugar da vegetação nativa da Caatinga, dos animais e do próprio roçado de culturas de subsistência. Todavia, verificamos que, nessa área, as duas atividades, muitas vezes, apareceram imbricadas, resultando numa outra paisagem que não é exclusivamente rural nem urbana, mas um misto das atividades agrícola e industrial. Diante desse contexto, é fato que a indústria da bentonita modificou os espaços nos últimos anos (fotos 1 e 2). Porém, vale ressaltar que a prática da agropecuária

ainda persiste na área observada, permanecendo e resistindo às transformações impostas pela indústria mineral.

Fotos 1 e 2 - Zona rural de Boa Vista - PB



Fonte: Fabiano Custódio

2º - Assentamento Serra do Monte – Cabaceiras - O Assentamento Serra do Monte encontra-se a uma distância de 16 km da cidade de Cabaceiras. Possui uma área de 5.127,2197 hectares, estando dividido em lotes de 36 a 38 ha para cada uma das 101 famílias. Além disso, existem 1.047,3733 ha de Reserva Legal e 179,3726 ha de área de Preservação Permanente. De acordo com o que consta no Plano de Recuperação do Assentamento Serra do Monte (2010), o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) publicou, em 1996, no jornal O Norte, a relação dos 15 maiores imóveis improdutivos do Estado da Paraíba, sendo um deles a Serra do Monte, com 5,830,6ha. Após o falecimento do seu proprietário, João Francisco da Motta, o imóvel foi colocado à disposição do INCRA para a realização da política de Reforma Agrária.

De acordo com o senhor Anchieta, ex-presidente da associação dos assentados, “a propriedade era caracterizada pela pecuária extensiva”. Na infraestrutura do imóvel, havia um abatedouro de animais e o beneficiamento de peles era realizado nos curtumes da família, nas cidades de Campina Grande (PB) e Natal (RN). A criação de animais de forma extensiva provocou sérios agravos ambientais, como retirada da vegetação nativa para diversos usos: alimentar o gado, produzir carvão e utilizar madeira na construção de cercas e currais na região. Devido à ausência de infraestrutura, o que dificultava a vida dos assentados e tornava pouco atrativo o lugar, apenas dezessete famílias foram morar no assentamento.

Consoante a professora Gisele (Gestora escolar), com a criação da Escola Municipal de Ensino Fundamental João Francisco da Motta, em 06 de fevereiro de 2005, e o estabelecimento de outros equipamentos coletivos, é que as famílias beneficiadas com o título

de posse começaram a residir no local. A escola é sediada na antiga casa grande, onde ficava a sede da fazenda; para a organização escolar foram feitas algumas adequações na estrutura física, transformando quartos em sala de aula. Na escola é oferecido da Educação Infantil ao 5º ano; o corpo docente é formado por 6 professoras (todas concursadas) e uma gestora escolar, que é filha de uma família de assentados, e 3 funcionários. A escola tem uma biblioteca, sala de informática, refeitório improvisado, cozinha, 4 banheiros e uma quadra

A criação da Escola Municipal de Ensino Fundamental João Francisco da Motta (fotos 3 e 4) foi uma reivindicação dos próprios assentados, que não aceitavam o transporte diário de seus filhos para estudar na sede do município à secretária municipal de Educação de Cabeceiras.

Com a implantação da escola, outros equipamentos foram conquistados pelos assentados, por exemplo, o posto de saúde PSF. Na escola, mesmo estando localizada no assentamento, não está implantada a organização pedagógica da Educação do Campo, mas identificamos um trabalho coletivo do corpo docente para oferecer aos estudantes uma educação de qualidade. Em relação às novas reivindicações, os assentados solicitaram a construção da escola padrão do campo e a implantação da Educação de Jovens e Adultos no turno da noite.

Fotos 3 e 4 - Escola Municipal de Ensino Fundamental João Francisco da Motta



Fonte: Fabiano Custódio

No assentamento Serra do Monte, assim como em todo o Semiárido nordestino, existem problemas estruturais e de ordem natural que dificultam o desenvolvimento social e econômico da região. Trata-se principalmente de deficiências hídricas, resultado de uma baixa e irregular precipitação anual, associado a uma elevada taxa de evaporação e evapotranspiração e a presença de solos rasos e pedregosos. Tais características impõem restrições ao sistema produtivo da área de estudo, além de provocar sérios danos sociais ao atingir, principalmente, a população economicamente mais pobre. No final da visita, ficou

evidente que a luta não acaba quando os ocupantes se tornam assentados, e sim, essa luta recomeça, agora pela permanência na terra, reivindicar recursos para fazerem com que a terra se torne produtiva e pelo direito a educação, saúde e lazer.

3º Acampamento Esperança – Boqueirão – Encontra-se a uma distância de 05 km da cidade de Boqueirão (fotos 5 e 6), especificamente na comunidade Relva. Existe, porém, uma enorme diferenciação entre os assentados do assentamento Serra do Monte em relação aos sujeitos da “ocupação”, ou seja, do Acampamento Esperança, os quais ainda não conquistaram seu lote de terra. Estes encontram-se em processo de luta, de grande luta, pois os mesmos ocuparam esse local há um ano. Esse acampamento é formado por 97 famílias que vivem em barracos feitos de lona; todas essas famílias são oriundas de um bairro periférico de Boqueirão e, anteriormente, trabalhavam na atividade agrícola em torno do açude Epitácio Pessoa, “O Boqueirão”.

Fotos 5 e 6 - Acampamento Esperança – Boqueirão



Fonte: Fabiano Custódio

Esses grupos reivindicam a posse da propriedade dentro da qual estavam localizados. Lá instalaram seus barracos; porém, foram despejados, pois não podiam permanecer dentro da propriedade, apenas fazer o cultivo de seus produtos. Tiveram, portanto, de se instalar às margens da estrada, em terras pertencentes ao Estado.

A propriedade, na qual cultivam suas produções, como milho, feijão, palma etc., pertence ao proprietário Wellington Roberto. Em outra ocasião, esses ocupantes faziam o cultivo de hortas, deixando assim de cultivá-las, pois havia água de poço através de bombas, pertencentes ao tal proprietário, mas ficaram sem essa água e deixaram de produzir as

hortaliças. A água utilizada, hoje, para o consumo é de caixa d'água cedida pela prefeitura de Boqueirão.

Os sujeitos desse acampamento não podem ocupar muita terra, eles têm o direito apenas de “cinco” hectares para trabalhar. Das crianças existentes nesse acampamento, algumas estudam na comunidade chamada Bredos e outras em Boqueirão. Esses acampamentos não têm representante, a senhora Dona Dorinha é apenas uma pessoa forte que luta e organiza as pessoas. Lá é feita pela prefeitura a distribuição de cestas básicas para os ocupantes. Os mesmos ainda não conquistaram recursos seguros para poder construir escolas, posto de saúde, instalação de água etc., bem como plantar e viver dignamente.

Junto aos barracos desses ocupantes, está instalada a bandeira do MST (Movimento dos Trabalhadores Sem Terra), pois eles estão ligados ao movimento e lutam não com armas, mas com a força e a coragem que têm, não só por um pedaço de chão para trabalhar, mas para conquistar seus espaços como qualquer ser humano que possui direitos essenciais como saúde, moradia, educação, dentre outros direitos que constam na nossa Constituição Federal.

4º Açude Epitácio Pessoa - Boqueirão – PB - A construção do açude Epitácio Pessoa⁴, conhecido popularmente como “Boqueirão”, realizada pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), entre os anos de 1951-1956, tornou possível, através do represamento das águas do rio Paraíba, o desenvolvimento da atividade agrícola irrigada no município. Assim, entre 1950-1960, alguns agricultores deram início a uma nova agricultura destinada ao comércio, passando a dedicarem-se a culturas como feijão, milho, repolho, pimentão, banana e, principalmente, o tomate, que possibilitou um aumento na produção agrícola do município, atraindo várias pessoas dos municípios vizinhos para dedicarem-se à atividade agrícola.

Fotos 7 e 8 - Açude Epitácio Pessoa - Boqueirão – PB



⁴ O açude Epitácio Pessoa está localizado no Cariri Oriental Paraibano na mesorregião da Borborema, na microrregião do Cariri Oriental Paraibano, na bacia hidrográfica do rio Paraíba. O lago por ele formado abrange uma área de 2.680 ha. Sua bacia hidrográfica cobre uma área de 12.410 Km² e sua extensão adentra os municípios de Barra de São Miguel e Cabaceiras.

Fonte: Fabiano Custódio

5° Sítio Alagamar – Boqueirão – PB – Encontramos agricultores oriundos de comunidades que ficam em torno do açude de Boqueirão; os mesmos estão no sítio devido à possibilidade de irrigar suas atividades agrícolas com a água do poço feito nas margens do rio Paraíba. As principais culturas presentes na comunidade são: tomate, pimentão, feijão verde, repolho, macaxeira, alface, coentro e milho. As unidades produtivas utilizam equipamentos para irrigação, como destaque ao método de irrigação por gotejamento e microaspersão. Os instrumentos de trabalho mais utilizados dentro das unidades são: enxada, enxadeco, picareta, pulverizadores de costas, equipamentos utilizados na irrigação, como motores-bombas elétricas, e as encanações. O trabalho é realizado pela própria família, desde plantio até a colheita. No decorrer da produção, são utilizados adubos químicos e agrotóxicos no combate às pragas. Os produtos são comercializados na Empasa (**Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas**) em Campina Grande.

Fotos 9 e 10 - Produção Agrícola



Fonte: Fabiano Custódio

6° Projeto Ambiental 8 Verdes - Para finalizar a aula de campo, conhecemos o “Projeto Oito Verde”, localizado no antigo balneário de Boqueirão. O projeto visa arborizar com plantas nativas toda a área do açude Epitácio Pessoa. No momento da visita, o coordenador e ativista ambiental Pedro Aprígio não apenas mostrou o viveiro e as espécies que são doadas à população, como também ensinou aos alunos como implantar um viveiro de mudas em uma escola. De acordo com o coordenador, o projeto oferece palestras sobre educação ambiental nas escolas do Cariri Paraibano e conta com a colaboração da Universidade Estadual da

Paraíba, através do projeto “Adote uma árvore”. Segundo o coordenador do Projeto, “em dois anos, as mudas passarão de mudas para árvores, trazendo benefícios a todos aqueles que necessitam direta e indiretamente do açude”. Um dos resultados esperados é a retenção de agrotóxicos pelas árvores, impedindo que essas substâncias cheguem até as águas do Epitácio Pessoa.

Fotos 11 e 12 - Projeto Ambiental 8 verdes



Fonte: Fabiano Custódio

Espera-se, também, que o reflorestamento do Epitácio Pessoa diminua o processo de evaporação, considerado um grande consumidor das águas do manancial. O açude Epitácio Pessoa, mais conhecido como açude de Boqueirão, é responsável pelo abastecimento de diversas cidades da Paraíba, incluindo Campina Grande, uma das maiores cidades do interior do Nordeste.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aula de Campo nas cidades do Cariri Paraibano foi uma estratégia metodológica que contribuiu de forma diferenciada para a aprendizagem dos alunos da disciplina Geografia Agrária, uma vez que ela mostrou, na prática, o que eles só tiveram acesso na teoria. Ela também proporcionou aos alunos uma vivência diferenciada da rotina de sala de aula, pois conheceram o Cariri Oriental Paraibano, nas seguintes dimensões da geografia agrária: educação do campo, assentamento rural, processo de ocupação por sem-terra, açude público, conflito pelo uso da água, relação homem e natureza e alternativas de sobrevivência da agricultura camponesa no município de Boqueirão – PB.

Ao retorno à sala de aula, os alunos leram seus relatos e mostraram as fotografias registradas na aula de campo, sempre problematizando e relacionando o debate da geografia agrária brasileira com a local. Por fim, montamos três murais de fotografias e realizamos a I exposição da Geografia Ambiental e Agrária do Cariri Paraibano da LECAMPO, no Hall da central de aulas do CDSA, levando o conhecimento adquirido na disciplina para a comunidade acadêmica. O aprendizado na aula de campo ficou relatado no poema do aluno Erivaldo Tiago, que, ao terminar a aula de campo, escreveu:

Foi um dia valioso

De muito conhecimento

Nós saímos de Sumé

Rumo a um assentamento

Serra do Monte o lugar

Nós podemos encontrar

Um povo muito contente.

A casa grande, uma escola,

Com Educação do Campo

Sua mais nova nobreza

Ocupando o mesmo canto

Que já viu muita riqueza

Hoje com nova beleza

Presente em cada recanto.

Com o líder lá presente

Conhecemos a história

Do velho dono da casa

Resgatando a memória

A professora falou
De tudo que já passou
De sua luta e vitória.

Indo bem mais adiante
Conhecemos acampados
Na batalha pela Terra
Eu não vi eles armados

Ao contrário vi, na face,
Sofrimento sem disfarce
Em seus barracos armados.

Seguindo pra Boqueirão
Vimos algo preocupante
Um açude grandioso
Em estado alarmante
Pouca água em extensão
Eu não pude pôr a mão
Em sua água brilhante.

Vimos produção também
De batata, milho e feijão
Vimos terra preparada
Visitamos uma ação

O Oito Verde um projeto

Para um futuro certo

Que haja arborização

Erivaldo Tiago

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, José Silvan Borborema; FARIAS, Paulo Sérgio Cunha e SÁ, Alcindo José de. **Mineração e industrialização da bentonita e as transformações/permanências no espaço agrário de Boa Vista-PB: um estudo de caso dos sítios bravo e urubu.** *Revista de Geografia*. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 25, n. 3, set/dez. 2008.

ALENTEJANO, Paulo R.R, ROCHA-LEÃO, Otavio M. **Trabalho de Campo:** Uma ferramenta essencial para os geógrafos ou um instrumento banalizado? *Boletim paulista de Geografia*, São Paulo. Nº 84, 2006.

ANDRADE, Manuel Correia de. **A terra e o homem no Nordeste.** 7ª ed. São Paulo: Cortez, 2005.

CASTROGIOVANNI, Antônio (Org). **Ensino de geografia:** práticas e textualizações no cotidiano. 2 ed. Porto Alegre: Mediação, 2012.

CAVALCANTI, Lana de Souza. **Geografia, escola e construção de conhecimento.** Campinas, SP: Papirus, 2004.

_____. **Temas da Geografia na escola básica.** Campinas, SP: Papirus, 2013.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

NEVES, Karina Fernanda Travagim Viturino. **Os trabalhos de campo no ensino de geografia:** reflexão sobre a pratica docente na educação básica. Ilhéus: editus, 2010.

OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino de. **Modo capitalista de produção e agricultura.** 3 ed. São Paulo: Ática, 1990.

_____. **A agricultura brasileira transformações recentes.** In: _____. ROSS, Jurandyr L. S. (org). *Geografia do Brasil.* 5 ed. São Paulo: editora da universidade de São Paulo, 2005. p 467-534.

OLIVEIRA, Fabiano Custódio de. **Alterações no Sistema Produtivo e Organização do Trabalho na Agricultura Irrigada em Torno do Açude de Boqueirão – PB.** (Dissertação de Mestrado – Geografia UFPB). João Pessoa, - PPGG, 2007.

PASSINI, Elza Yasuko. **Prática de Ensino e Estágio Supervisionado.** 2.ed. São Paulo: editora Contexto ,2011.

PONTUSCHKA, Nidia Nacib et al . **Para ensinar e aprender geografia.** 3.ed. São Paulo: Cortez, 2009.

STEDILE, João Pedro (Org). **A questão agrária no Brasil:** o debate tradicional (1500-1960). São Paulo: editora expressão popular, 2005.

A INFLUÊNCIA DA SALA DE AULA INVERTIDA NA MOTIVAÇÃO PARA A APRENDIZAGEM EM FÍSICA

Claudia Maria Bezerra da Silva ¹

RESUMO

A motivação é um dos principais fatores que interferem na aprendizagem do estudante, que podem se envolver no processo de forma mais efetiva. Este artigo apresenta uma pesquisa que tem como finalidade refletir sobre as percepções discentes acerca dos aspectos da sala de aula invertida que influenciam na motivação para a aprendizagem em Física Geral I. Para os procedimentos de pesquisa foi realizada a revisão da literatura e aplicação de questionário. A coleta de dados ocorreu com a participação de 249 estudantes do curso de ABI-Engenharia da Universidade Federal de Pernambuco. Os achados da pesquisa sugerem que a sala de aula invertida apresenta pontos importantes que levam à motivação para a aprendizagem, que são: proporcionar aos estudantes a aquisição de uma rotina de estudo, a maior autonomia e a participação ativa nas aulas, além de respeitar o ritmo de aprendizagem, utilizar tecnologias, otimizar o tempo em sala de aula e incentivar a maior interação. Conclui-se que a sala de aula invertida se constitui como uma proposta inovadora para o processo de aprendizagem, promovendo um ambiente motivador para o estudante.

Palavras-chave: Sala de aula invertida, Motivação para aprendizagem, Aprendizagem em Física.

1 INTRODUÇÃO

Melhorar a formação acadêmica dos estudantes passa por repensar as metodologias e abordagens de ensino. No contexto do ensino de Física, pesquisas têm mostrado problemas de se investir quase que exclusivamente na apresentação oral dos conteúdos como estratégia didática. Em sua face mais visível, o chamado ensino tradicional está fortemente associado aos altos níveis de reprovação e abandono, além de uma aprendizagem mecânica e da desmotivação discente (CROUCH; MAZUR, 2001; DESLAURIERS; SCHELEW; WIEMAN, 2011).

A adoção estrita do método de ensino tradicional, compreendido neste estudo como o que utiliza aulas essencialmente expositivas e centradas no professor, tem como regra a passividade dos estudantes. Associada a essa concepção, a desmotivação discente se caracteriza por estudantes cada vez menos engajados no processo de aprendizagem.

Com um ideário de motivar e envolver o estudante encontram-se as metodologias ativas. Pontos de partida para avançar na direção de processos mais avançados de reflexão,

¹ Pedagoga, com especialização em Psicopedagogia e mestrado em Educação Profissional e Tecnológica, claudiambezerra@yahoo.com.br

integração cognitiva e reelaboração de novas práticas, as metodologias ativas permitem que o estudante assuma uma postura distinta de apenas ouvir e reproduzir modelos transmitidos pelo professor (MORAN, 2017).

Enquanto metodologia ativa, a sala de aula invertida permite novas práticas, deixando as aulas mais dinâmicas. Sua lógica de inversão diz respeito à atenção, que passa a ser voltada para o estudante e para a aprendizagem; e ao primeiro contato do estudante com o conteúdo em casa, priorizando o tempo em sala para trabalhar dúvidas e resolver problemas com os colegas (BERGMANN; SAMS, 2016). Configura-se, assim, como um modelo de ensino híbrido, que combina atividades *online* e momentos no espaço físico da sala de aula. Na correlação entre momentos a distância e presenciais, as práticas tradicionais alicerçadas na mera transmissão de informações dão espaço ao estudante ativo, em uma abordagem mais participativa e em atividades de reflexão, construção e interação.

Diante do exposto, cabe a investigação metodológica do processo formativo da sala de aula invertida e seus impactos na motivação do estudante para aprender. Tomamos, então, como objetivo deste estudo: refletir sobre as percepções discentes acerca dos aspectos da sala de aula invertida que influenciam na motivação para a aprendizagem em Física Geral I. Desenvolvemos o tema por meio da revisão da literatura e, como instrumento de pesquisa, utilizamos a aplicação de questionários com estudantes do 1º período da ABI (Área Básica Interdisciplinar)-Engenharia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Como referencial para fundamentar as discussões, pautamo-nos em estudiosos que se dedicam à investigação e produção teórica relacionada à motivação, metodologias ativas e sala de aula invertida, tais como: Bergmann e Sams (2016), Bonwell e Eison (1991), Keller (2009), Silberman (1996) e Valente (2014).

Para melhor localizar o leitor, o artigo inicia com uma reflexão sobre a motivação para a aprendizagem. Em seguida, apresenta o ideário das metodologias ativas, inserindo a concepção da sala de aula invertida e a necessidade de mudanças no ensino de Física. A partir de então, o espaço está destinado à apresentação do percurso metodológico da pesquisa, à análise dos dados coletados com os sujeitos e, por fim, estão as considerações finais.

2 MOTIVAÇÃO PARA A APRENDIZAGEM

A motivação é fundamental para explicar a direção e magnitude do comportamento do ser humano em relação aos objetivos que são escolhidos para alcançar (KELLER, 2009). No contexto escolar, a motivação do estudante em aprender é um fator não cognitivo que

influencia e impulsiona o ato de estudar, sendo importante no processo de aprendizagem. Afinal, a autêntica aprendizagem ocorre quando o estudante está interessado e se mostra empenhado em aprender (KELLER, 2009).

Visando entender o que influencia a motivação do estudante, Jonh Keller criou o modelo ARCS, que possui quatro categorias: a *Atenção* está diretamente ligada à estimulação da aprendizagem do estudante e à capacidade de obter interesse no assunto; a *Relevância* diz respeito à crença do estudante de que a experiência de aprendizagem é relevante para seus objetivos; a *Confiança* se relaciona à percepção do estudante de acreditar que poderá obter sucesso a partir da aprendizagem; e a *Satisfação* tende a reforçar o contentamento que os estudantes sentem com o aprendizado, levando-os a querer continuar aprendendo para alcançar os seus objetivos pessoais (KELLER, 2009).

Esses elementos, quando estão em uma direção positiva, apresentam uma maior probabilidade de altos níveis de esforço, promovendo atitude favorável, ou seja, motivadora em relação à aprendizagem. A motivação seria, portanto, as vontades, necessidades, desejos e compulsões para participar e obter sucesso no processo de aprendizagem (KELLER, 2009). Logo, diz respeito às escolhas que o indivíduo faz relativamente às experiências, objetivos e o esforço utilizado, explicando o que está disposto a fazer e não aquilo que é capaz.

A sala de aula invertida, quando bem conduzida, tem aspectos que podem criar oportunidades para as quatro categorias do modelo ARCS, motivando os estudantes a aprender. Isso porque a abordagem tem como pontos fortes a reflexão, a interação, o diálogo, o trabalho em grupo e a mediação pedagógica. Desse modo, proporciona atividades nas quais os estudantes adquirem experiências de forma ativa (estimulando a *atenção*); com resolução de problemas (que relacionadas ao contexto do estudante influenciam na *relevância* e *confiança*); e cria um ambiente de colaboração e diminui a pressão emocional dos métodos tradicionais de ensino (reforçando a *satisfação*).

Desse ponto de vista, a motivação é um elemento chave a ter em consideração no desenho de atividades de aprendizagem. Cabe ao professor uma prática pedagógica com estratégias de ensino que consigam despertar e manter o interesse do estudante naquilo que é aprendido.

3 METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM

As metodologias ativas surgem como oposição ao arranjo da educação tradicional limitado à memorização mecânica de informações e de procedimentos. Seu ideário pode ser

compreendido como tornar o estudante o centro do processo de aprendizagem por meio de atividades que o levem a pensar no que está sendo feito e explorar atitudes e valores (BONWELL; EISON, 1991). Assim, estratégias em que o estudante lê, escreve, reflete, questiona, debate e resolve são caminhos para envolvê-lo ativamente no processo de aprendizagem, de modo a fazer com que a aquisição do conhecimento seja mais construtiva e efetiva.

No processo de aprendizagem, quando o estudante faz e, ao mesmo tempo, pensa sobre o que está fazendo, possibilita a assimilação e a retenção de um volume maior de conteúdo, além de transformar as aulas em momentos de satisfação e prazer (BONWELL; EISON, 1991; SILBERMAN, 1996). É uma perspectiva que situa o estudante como protagonista na aprendizagem e em atividades nas quais são valorizadas a troca mútua, a colaboração e a reflexão.

Em um olhar sobre os pressupostos das metodologias ativas, podemos retroceder no tempo e perceber que não é uma total inovação do pensamento pedagógico, mas a estruturação de abordagens há muito tempo defendidas. Remetemo-nos, então, a Sócrates (469-399 a.C.), que já concebia o homem como sujeito ativo na construção do conhecimento. Por meio de discursos maiêuticos, o filósofo propunha o diálogo para induzir o interlocutor a pensar, agir e refletir, numa busca constante pela verdade (SILVA; PAGNI, 2007). É um contexto no qual o conhecimento não é transferido, mas sim, construído pela contestação de argumentos e troca de ideias.

Já no século XIX, o também filósofo John Dewey enfatizou a importância do aprender fazendo no qual o aluno é protagonista de sua própria aprendizagem. Outros autores como Ausubel (2000), Bruner (1987), Freire (2005), Piaget (2006), Rogers (1973) e Vygotsky (2001) apontam que o indivíduo aprende de forma ativa, defendendo a importância da colaboração e do conhecimento prévio no processo de aprendizagem. Portanto, as noções relacionadas às metodologias ativas vêm evoluindo, contrapondo o arranjo da educação tradicional limitado à memorização mecânica de informações e de procedimentos.

As metodologias ativas possuem algumas estratégias e abordagens, tais como: a aprendizagem baseada em projetos (*project-based learning*), a aprendizagem baseada em problemas (*problem-based learning*), a instrução pelos colegas (*peer instruction*) e, finalmente, a sala de aula invertida (*flipped classroom*), foco deste projeto.

3.1 Ensino híbrido

O ensino híbrido (*blended learning*) é uma das maiores tendências atuais, que integra educação e tecnologia. Horn e Staker (2015) definem o ensino híbrido como um programa de educação formal que mescla momentos de estudo usando recursos *online* com outros em que o ensino ocorre em sala de aula, possibilitando a interação entre estudantes e professor. Corroborando com essa visão, Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015) apontam que o ensino híbrido tem a ideia de que não existe uma forma única de aprender, sendo a aprendizagem um processo contínuo, que ocorre de diferentes formas e em diferentes espaços.

Mesmo não acontecendo em um único local, o ensino híbrido está longe de ter o sentido de fragmentação. No seu formato, as atividades ocorrem de modo que os espaços virtual e presencial se relacionam como se fossem uma sala de aula ampliada que se mescla constantemente, de forma sequencial e complementar. Essa combinação pode ser muito rica e beneficiar os estudantes, pois as modalidades “(...) estão conectadas para fornecer uma experiência de aprendizagem integrada” (HORN; STAKER, 2015, p. 58). Assim, os papéis dos estudantes, dos professores e o próprio espaço escolar são ressignificados quando comparados ao ensino tradicional, de modo que as aulas favorecem momentos de interação, troca de conhecimentos, colaboração e envolvimento com as tecnologias digitais. Nesse movimento, a sala de aula invertida se insere como modelo de ensino híbrido que tem como premissas básicas a inversão das aulas e o estudante ativo no processo de aprendizagem.

3.2 Sala de aula invertida

A referência mais sistemática à sala de aula invertida encontra-se nos trabalhos dos norte-americanos Jonathan Bergmann e Aaron Sams. Esses dois professores de Química do ensino médio começaram em 2007 a gravar e disponibilizar na *web* vídeos de suas aulas para os estudantes ausentes das atividades. No livro intitulado *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*, os autores apontam que os vídeos transformaram suas aulas em ambientes de discussão e aprendizagem ativa, amparadas pelo estudo prévio dos estudantes (BERGMANN; SAMS, 2012).

A essência da sala de aula invertida consiste em o estudante ter contato com os conteúdos introdutórios antes da aula e, em sala, o professor esclarecer as dúvidas e aprofundar o aprendizado com atividades que exigem maior nível de reflexão e complexidade (BERGMANN; SAMS, 2016). Com essa inversão, os estudantes assumem a responsabilidade

por sua própria aprendizagem sem, contudo, eximir o professor. O ensino consiste em fornecer assistência ajustada à atividade construtiva dos estudantes, no qual o professor atua como um facilitador da aprendizagem, motivando, orientando e oferecendo *feedbacks* sobre o desempenho discente (BERGMANN; SAMS, 2016).

O ideário da sala de aula invertida está em concordância com os pressupostos da educação progressiva de John Dewey, que valoriza o estudante ativo, suas experiências e a colaboração. A proposta é que a aprendizagem ocorra a partir de problemas ou situações problemáticas que provoquem dúvidas ou descontentamento, para despertar o profundo interesse e entusiasmo do estudante em aprender (DEWEY, 1959). Assim, a aprendizagem acaba sendo compartilhada entre os estudantes e o professor, em uma perspectiva mais democrática e participativa, corroborando com a Teoria Sociointeracionista de Lev Vygotsky. Para Vygotsky (1987), a aprendizagem não acontece apenas de maneira individual, mas, sobretudo, através das relações entre os sujeitos. Para tanto, a mediação docente é primordial, devendo auxiliar os estudantes a partir daquilo que eles já sabem e oportunizar a interação com os colegas e com ele mesmo.

3.3 Aprendizagem invertida

Ao abordar a concepção de sala de aula invertida, é provável remeter à compreensão de uma inversão da aprendizagem. No entanto, há uma diferença entre os termos “sala de aula invertida” e “aprendizagem invertida”, já que inverter a sala de aula pode, mas não necessariamente, levar a uma prática de aprendizagem invertida. Na perspectiva de contribuir para essa questão, existe nos Estados Unidos uma comunidade *online* e sem fins lucrativos chamada de *Flipped Learning Network* (FLN). Com alguns membros que se dedicam à temática, entre os quais Bergmann e Sams, a ideia é difundir conhecimento, habilidades e recursos aos professores que utilizam ou estão interessados em aprender mais sobre a sala de aula invertida e as práticas de aprendizagem invertida.

De acordo com o FLN (2014), a aprendizagem invertida é uma abordagem pedagógica na qual a exposição de conteúdos ocorre na dimensão individual, transformando o momento em grupo na sala de aula em um espaço dinâmico e interativo, para o professor orientar os estudantes na aplicação dos conceitos e na participação criativa.

Para o engajamento na aprendizagem invertida, o professor deve incorporar à prática pedagógica os quatro pilares sintetizados na sigla F-L-I-P, que consiste em: *Flexible environment* (ambiente flexível), que seria criar espaços flexíveis de aprendizagem nos quais

os estudantes escolhem quando e onde aprendem; *Learning culture* (cultura de aprendizagem), envolvendo o estudante de forma ativa na construção do conhecimento; *Intentional content* (conteúdo intencional), em que o professor define quais conteúdos e materiais serão trabalhados em sala e os que competem ao estudante acessar por conta própria; *Professional educator* (educador profissional), ressaltando que a postura do professor é ainda mais importante na aprendizagem invertida, pois passa a ser mais demandado, conectado, reflexivo e tolerante a críticas construtivas (FLN, 2014).

É possível compreender, então, que a sala de aula invertida tem alguns princípios que vão além de simplesmente acessar um material antes da aula. De certo modo, indicar um vídeo para o estudante assistir previamente consiste em uma inversão da aula, mas apenas isso não significa a inversão da aprendizagem. Adotar esses quatro pilares são fundamentais para colocar em prática, de fato, a abordagem da sala de aula invertida com a aprendizagem invertida.

4 ENSINO DE FÍSICA

Tomando como base que a motivação do estudante é fundamental para a aprendizagem (KELLER, 2009), a abordagem utilizada pelo professor acaba se tornando um ponto importante e que deve ser considerado. Nesse sentido, físicos têm chamado a atenção para a necessidade de repensar o tradicional ensino de Física, indicando a adoção de metodologias mais ativas, centradas no estudante e que explorem as tecnologias (ARAÚJO; MAZUR, 2013; MOREIRA, 2018). Feynman, no prefácio do livro *Lições de Física de Feynman*, enfatiza, ainda, como sendo importante para a aprendizagem a adoção de situações de interação entre os estudantes e o professor, de modo a discutir as ideias, refletir e conversar sobre elas (FEYNMAN; LEIGHTON; SANDS, 2008).

Meltzer e Thorton (2012) corroboram com a perspectiva de uma aprendizagem ativa em Física. Para os autores, as atividades devem permitir que o estudante expresse seu pensamento por meio do falar, escrever e outras ações que vão além do simples ouvir e anotar (MELTZER; THORTON, 2012).

Como percebemos, existe uma recusa à mera reprodução de procedimentos e acúmulo de informações, despertando a importância de práticas pedagógicas contextualizadas e que consigam envolver e motivar os estudantes na construção do conhecimento. Pesquisas em ensino de Física mostram que as metodologias ativas podem melhorar a compreensão de conceitos físicos (CROUCH; MAZUR, 2001; OLIVEIRA, 2016), diminuir as taxas de

reprovação e evasão (LASRY; MAZUR; WATKINS, 2008), bem como desenvolver atitudes positivas em relação às aulas de Física, se comparadas com aulas tradicionais (OLIVEIRA, 2016).

Especificamente sobre a sala de aula invertida, trabalhos apontam que a abordagem proporciona aos estudantes um maior engajamento nas atividades (CROUCH; MAZUR, 2001); o aumento da responsabilidade com o próprio aprendizado (PEARSON, 2012); e possibilidade de escolher e explorar conceitos que despertam maior interesse com mais profundidade (MARLOWE, 2012).

Sob essa ótica, os papéis dos estudantes, dos professores e o próprio espaço escolar são ressignificados. O professor assume uma posição de mediador, deixando o lugar de protagonista. Já o estudante, a responsabilidade pelo estudo prévio, sendo estimulado e desafiado a aprendizagens mais ativas.

4.1 O contexto do ensino de Física na UFPE

A ABI-Engenharia na UFPE configura o ciclo básico do curso de bacharelado em engenharia com duração de dois semestres. Nesse período, são vivenciadas disciplinas como: Geometria Analítica, Álgebra Linear, Cálculo Diferencial, Química Geral e Física Geral I. Ao final, conforme o rendimento e opção por um curso, o estudante é direcionado a uma engenharia específica, na qual seguirá a formação que tem duração total de 10 semestres.

Física Geral I é ofertada no primeiro período do curso. Desde 2017, com o ideário de inovação dos métodos de ensino adequando-os para explorar as tecnologias digitais e minimizar o nível de reprovação e abandono, vem sendo adotada a sala de aula invertida.

Com a abordagem, os estudantes assistem antes da aula a vídeos com conceitos introdutórios disponibilizados pelo professor no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) Moodle da UFPE. Em seguida, respondem a exercícios *online* nomeados como *teste pré-aula* sobre o conteúdo abordado. Já em sala de aula, os professores revisam o conteúdo e concentram esforços na resolução de exercícios em grupo.

Na UFPE, Física Geral I é uma das disciplinas base dos cursos de engenharia, mas que muitos estudantes sentem dificuldades em compreender seus conceitos e acabam tendo resultados insatisfatórios. De acordo com relatório da Instituição intitulado *Disciplinas que mais reprovam na UFPE*, no período de 2016 a 2018, Física Geral I obteve em ABI-Engenharia um resultado de: 35,3% de estudantes aprovados; 22,4% de reprovados; e 42,4% de reprovados por falta (UFPE, 2019). Isso representa um cenário preocupante, sobretudo

quando refletimos que são estudantes que perderam um semestre letivo em uma disciplina na formação.

5 METODOLOGIA

A construção teórica deste artigo foi realizada por meio da revisão da literatura, que permitiu estabelecer um diálogo reflexivo com o tema pesquisado e uma base teórica que fundamentou os dados coletados.

Referenciamos a pesquisa na abordagem qualitativa que, conforme Marconi e Lakatos (2016), permite a análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos e atitudes dos sujeitos. O propósito aqui não foi o de contabilizar quantidades como resultado, mas sim interpretar as respostas dos sujeitos, contextualizando num processo de reflexão contínua.

Os dados foram obtidos por meio da aplicação de questionário elaborado no *Google Forms* e enviado por *e-mail* aos estudantes. Conforme Gil (2008), o questionário é uma técnica de investigação composto por um conjunto de questões que são submetidas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores e comportamento.

A escolha desse instrumento para coleta de dados se justifica pela possibilidade de obter informações de grande número de pessoas em um espaço de tempo curto, além da uniformidade quanto ao vocabulário e ordem das perguntas. O questionário foi elaborado de modo que as perguntas buscassem as percepções dos estudantes sobre a sala de aula invertida e os aspectos que influenciam na motivação para aprender Física Geral I.

Para a análise dos dados, foi realizada a análise de conteúdo na perspectiva de Bardin (2016). Para tanto, percorreremos as etapas de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e organização (BARDIN, 2016), representando um momento de reflexão crítica para atribuir significado às mensagens. A análise dos dados consistiu uma fase importante da pesquisa, com resultados que foram além da simples descrição dos conteúdos da mensagem, pois representa a interpretação, garantindo a pertinência teórica, para compreender as diferentes circunstâncias que influenciaram os discursos.

Os dados apresentados neste artigo são um recorte de uma pesquisa mais ampla que vem sendo desenvolvida ao final do 1º semestre com os estudantes da ABI-Engenharia. É um estudo que busca coletar as impressões a respeito do período cursado, as dificuldades iniciais,

os impactos no ingresso na universidade e as percepções quanto ao processo de ensino e de aprendizagem.

A pesquisa foi aplicada com três grupos distintos, concluintes do 1º período, de modo que participaram um total de 249 estudantes, conforme a Tabela 1:

Tabela 1: Participantes da pesquisa

Turma (ingresso)	Participantes
2018.2	71
2019.1	110
2019.2	68
Total	249

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

A análise foi realizada compilando os dados coletados com os três grupos de estudantes, de modo que serão apresentados sem distinção de turma. A opção por esse caminho se justifica pela busca das percepções discentes sem diferenciar a qual grupo de estudantes pertencem. Assim, a partir deste ponto, será feita a referência aos estudantes concluintes do 1º período da ABI-Engenharia.

Caracterizando os sujeitos da pesquisa, tivemos o total de 64,25% de estudantes do sexo masculino e 35,75% do sexo feminino. Em relação à idade, grande parte dos estudantes se encontra na faixa etária até 25 anos, conforme Tabela 2:

Tabela 2: Faixa etária dos estudantes

Faixa etária	Qtd	%
20 anos ou menos	162	65,06%
21 a 25 anos	77	30,92%
26 a 30 anos	5	2%
31 a 35 anos	3	1,2%
36 anos ou mais	2	0,8%
Total	249	100%

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Isso aponta que temos diante de nós uma geração conectada, sendo difícil atingi-la com velhas práticas ou texto projetado. E, em se tratando de inovação, a sala de aula invertida

demonstra ser uma novidade para grande parte dos estudantes que participaram da pesquisa, tendo sido o primeiro contato com a abordagem para 82,73%.

A inovação das práticas pedagógicas na universidade vai ao encontro do interesse dos estudantes por mudanças relacionadas ao processo de ensino e de aprendizagem. Sobre essa questão, os dados apontaram que 79,91% dos estudantes estão motivados com utilização da sala de aula invertida na disciplina de Física Geral I.

Em Moran (2018, p. 4), encontra-se que as metodologias ativas “(...) dão ênfase ao papel de protagonista do aluno, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo”. Quando se aprende sobre o que interessa, possibilita avançar na aprendizagem de modo mais produtivo. A inovação das práticas pedagógicas se faz necessário, de forma a ressignificar o processo de ensino e motivar o estudante para a aprendizagem.

6 A SALA DE AULA INVERTIDA E A MOTIVAÇÃO PARA A APRENDIZAGEM EM FÍSICA GERAL I

Após a análise e interpretação, os dados apontaram que a sala de aula invertida tem aspectos positivos que despertam a motivação para a aprendizagem em Física Geral I. A reflexão caminha no sentido de que a abordagem incentiva nos estudantes: a *aquisição de uma rotina de estudo*, a *maior autonomia* e a *participação ativa nas aulas*. Além disso, proporciona o *respeito ao ritmo de aprendizagem*, a *utilização das tecnologias*, a *otimização do tempo em sala de aula* e a *maior interação* entre os estudantes e o professor.

A sala de aula invertida como responsável por proporcionar ao estudante a *aquisição de uma rotina de estudo* indica que a dinâmica de assistir previamente às videoaulas contribuía para despertar a necessidade de dedicação constante aos estudos, não acumulando conteúdo para perto das avaliações. Algumas falas, inclusive, direcionaram para que os estudantes adquiriram o hábito de estudar em outras disciplinas do curso que não utilizaram a sala de aula invertida.

Na abordagem, o estudo prévio do conteúdo por meio das videoaulas é necessário para acompanhar as atividades em sala de aula. Com as tarefas de preparação prévia, os estudantes tendem a adquirir o hábito de estudar (PAPADOPOULOS; ROMAN, 2010), não tendo que dedicar esforços desgastantes e pouco eficazes horas antes de algum exame.

O estudo prévio também foi apontado como facilitador para o desenvolvimento da *maior autonomia* do estudante. Foram indicações de que as atividades contribuem para que o

estudante seja agente do próprio aprendizado, passando a, por si só, investigar, questionar e construir. Com isso, não fica dependente exclusivamente de receber o conteúdo do professor, mas vai em busca do conhecimento em várias fontes de pesquisa.

O *respeito ao ritmo de aprendizagem* do estudante foi evidenciado como aspecto positivo na abordagem, relacionado, também, ao estudo prévio. Foram indicações de que as videoaulas permitem ao estudante, a qualquer momento, pausar e voltar para algum ponto que não entendeu ou optar por acelerar. Coaduna com Bergmann e Sams (2016), que defendem que a inversão facilita a aprendizagem para o domínio, em que os estudantes podem progredir em seu próprio ritmo. É a possibilidade de explorar o material à medida que se apropriam do conteúdo.

A inversão das aulas indicou que existe a *otimização do tempo em sala de aula*, atribuindo à abordagem a possibilidade de inovar o contexto de aprendizagem. Foram indicativos de que o estudo da matéria antes da aula contribui para o momento em sala, que é utilizado para discussão de dúvidas mais específicas ou nas atividades mais práticas, fixando o que foi estudado.

Remete, então, à essência da sala de aula invertida que, de acordo com Bergmann e Sams (2016), diz respeito ao primeiro contato do estudante com o conteúdo em casa, priorizando o tempo em sala. O professor dispõe, então, do tempo ganho ao diminuir as exposições orais, se concentrando em atividades focadas no engajamento cognitivo dos estudantes.

O essencial a ser considerado aqui é uma reflexão sobre o que é ensinar. Muitas vezes, o pensamento subjacente a esse respeito está alinhado a um ponto de vista transmissivo no qual apenas os conteúdos copiados no quadro ou exibidos em *slides* podem ser considerados como ministrados pelo professor. Na sala de aula invertida, ao indicar que os estudantes assistam a uma videoaula, o conteúdo já começa a ser abordado. O tempo em sala de aula passa, então, a ser investido na oferta de atividades de ensino focadas na aprendizagem ativa.

A *maior interação* entre estudantes e professor também surgiu nos dados, sendo uma forma de oportunizar momentos em sala de aula que aproxima os sujeitos e favorece a comunicação. Com isso, o ambiente escolar é ressignificado, com uma interatividade positiva para as relações sociais e o processo de ensino e de aprendizagem.

De acordo com Dewey (1959), para o sucesso do processo educativo basta um grupo de pessoas se comunicando e trocando ideias, sentimentos e experiências sobre as situações práticas do dia a dia. O conhecimento é, portanto, construído mutuamente por meio de consensos que resultam de discussões coletivas, em uma perspectiva mais democrática e

participativa. Nesse ponto, Vygotsky colabora com a reflexão no que se refere à perspectiva interacionista na construção do conhecimento. A interação social é fundamental para o desenvolvimento cognitivo do indivíduo, por provocar constantemente novas aprendizagens a partir da resolução de problemas sob a orientação ou colaboração de pessoas mais experientes (VYGOTSKY, 1987).

A sala de aula invertida é uma abordagem que permite ao estudante assumir uma postura mais participativa ao voltar-se para uma ação concreta de resolução de problemas e na construção de uma prática social. Não basta que os estudantes decorem fórmulas, mas é essencial que adquiram habilidades relacionadas ao trabalho colaborativo, saibam ouvir e comunicar ideias, contribuir em discussões, respeitar e ser flexível diante de conflitos. Nesse ponto, é possível aos estudantes uma *participação ativa nas aulas*, com a possibilidade de sair de um local passivo no qual apenas recebe conteúdo transferido pelo professor.

Nessa perspectiva, Dewey (1959) enfatiza a importância de a aprendizagem ocorrer pela ação. É o *learning by doing* (Dewey, 1959), ou seja, aprender fazendo. O estudante, portanto, exerce sua liberdade em um processo ativo de busca pelo conhecimento que ocorre pela aproximação da teoria e da prática, do trabalho por meio do compartilhamento de experiências e da aprendizagem pela cooperação. O ensino com foco na obediência e submissão não é efetivo, já que o estudante deve ter iniciativa, espírito crítico e agir de forma reflexiva (DEWEY, 1979).

A vantagem de a sala de aula invertida proporcionar a *utilização das tecnologias* também foi apontada como fator motivador para a aprendizagem em Física Geral I. Houve a indicação dos estudantes de que é uma excelente forma de utilizar recursos que proporcionam ao estudante estudar e revisar os conteúdos por meio das videoaulas disponibilizadas no AVA.

No contexto da sala de aula invertida, as tecnologias digitais têm importante papel na mediação do conhecimento (BISHOP; VERLEGER, 2013; MOFFETT, 2015; VALENTE, 2014), podendo promover um maior engajamento nas atividades devido à familiaridade dos alunos em compreender com naturalidade o ambiente digital (BERGMANN; SAMS, 2016).

O estudo da motivação do estudante em aprender é importante para repensar a prática pedagógica em sala de aula, alcançando melhores resultados e redução dos índices de reprovação. A sala de aula invertida apresenta um ideário de aprendizagem que envolve a atitude de o estudante assumir uma postura distinta da passividade de apenas ouvir e reproduzir modelos transmitidos pelo professor.

Desse modo, reorganiza não apenas o trabalho docente ou o estudo do estudante, mas transforma a sala de aula em um espaço dinâmico e interativo, estimulando atividades em

grupo, debates e relações sociais. Assim, a aprendizagem se torna um processo ativo de construção pelo estudante, em situações voltadas para os seus interesses, experiência e participação, motivando a aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa proporcionou uma reflexão sobre as percepções discentes acerca dos aspectos da sala de aula invertida que influenciam na motivação para a aprendizagem em Física Geral I. Os dados apontaram que a abordagem tem aspectos positivos que despertam a motivação, que são incentivar nos estudantes: a *aquisição de uma rotina de estudo*, a *maior autonomia* e a *participação ativa nas aulas*. Além disso, proporciona o *respeito ao ritmo de aprendizagem*, a *utilização das tecnologias*, a *otimização do tempo em sala de aula* e a *maior interação*.

A sala de aula invertida representa uma reconstrução do processo de ensino e de aprendizagem, tendo como característica marcante não utilizar o tempo em sala com aulas expositivas. É uma possibilidade para desenvolver nos estudantes o interesse pela aprendizagem, mantendo-os motivados para a curiosidade intelectual e envolvimento nas atividades. O caminho consiste na implantação de uma abordagem ativa e na criação de ambientes de aprendizagem que promovam a construção de conhecimento, se afastando da simples reprodução de conteúdos.

É uma inovação pedagógica que, no ensino superior, vai ao encontro de um projeto educacional que permita a formação de profissionais para uma sociedade contextualizada num tempo e espaço histórico, político, econômico e social. Isso pressupõe um espaço escolar alicerçado na pesquisa, na troca de experiências e resolução de questões, cabendo abordagens e metodologias de ensino que motivem o estudante a aprender.

Trabalhos futuros devem lidar com uma análise quantitativa e qualitativa dos aspectos de motivação que ocorrem no contexto da sala de aula invertida segundo o modelo ARCS. Cabe investigar a abordagem como metodologia ativa e os impactos da sua utilização.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. Ensino híbrido, personalização e tecnologia na educação. *In:* BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (Org.) **Ensino Híbrido:** personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 40-54.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2016.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip Your Classroom:** reach every student in every class every day. Eugene: International Society for Technology in Education, 2012.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida:** uma metodologia ativa de aprendizagem. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BISHOP, J. L.; VERLEGER, M. A. The flipped classroom: a survey of the research. *In:* Annual Conference of the American Society for Engineering Education, 2013, Atlanta. **Proceedings of...** Washington: American Society for Engineering Education, 2013. p. 1-18.

BONWELL, C.C.; EISON, J.A. **Active learning:** creating excitement in the classroom. 1 ed. Washington: George Washington University Press, 1991.

BRUNER, J. **O processo da educação.** São Paulo: Nacional, 1987.

CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v. 69, n. 9, p. 970-977, 2001.

DESLAURIERS, L.; SCHELEW, E.; WIEMAN, C. Improved learning in a large-enrollment physics class. **Science**, v. 332, n. 6031, p. 862-864, 2011.

DEWEY, J. **Como pensamos:** como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo-uma reexposição. 3. ed. São Paulo: Nacional, 1959.

DEWEY, J. **Democracia e educação:** introdução à filosofia da educação. 4 ed. São Paulo: Nacional, 1979.

FEYNMAN, R.P; LEIGHTON, R.B.; SANDS, M. **Lições de Física de Feynman.** Porto Alegre: Bookman, 2008.

FLIPPED LEARNING NETWORK. **The four pillars of F-L-I-P**, 2014. Disponível em: https://flippedlearning.org/wp-content/uploads/2016/07/FLIP_handout_FNL_Web.pdf. Acesso em: 12 out. 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 31. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HORN, M. B.; STAKER, H. **Blended**: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

KELLER, J. M. *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach*. Springer Science & Business Media, 2009.

LASRY, N.; MAZUR, E.; WATKINS, J. Peer instruction: From Harvard to the two-year college. **American Journal of Physics**, n. 76, 2008. Disponível em: <https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.2978182>. Acesso em: 13 out. 2020.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamento de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

MARLOWE, C. A. **The effect of the flipped classroom on student achievement and stress**. Dissertation (Master Degree of Science Education) - Montana State University, Bozeman, 2012.

MELTZER, D.E; THORTON, R.K. Resource Letter ALIP1: Active-Learning Instruction in Physics. **American Journal of Physics**, v. 80, n. 6, p. 478-496, 2012.

MOFFETT, J. Twelve tips for “flipping” the classroom. **Medical Teacher**, v. 37, n. 4, p. 331-336, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25154646/>. Acesso em: 20 jun. 2020.

MORAN, J. Metodologias ativas e modelos híbridos na educação. *In*: YAEGASHI, S. R. F. et al. (Orgs). **Novas tecnologias digitais: reflexões sobre mediação, aprendizagem e desenvolvimento**. Curitiba: CRV, 2017. p. 23-35.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem profunda. *In*: MORAN, J.; BACICH, L. (Org.). **Metodologias ativas para uma aprendizagem inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no século XXI: desafios e equívocos. **Revista do Professor de Física**, v. 2, n. 3, p. 80-94, 2018.

OLIVEIRA, T. E. de. **Aprendizagem de Física, Trabalho Colaborativo e Crenças de Autoeficácia: Um Estudo de Caso com o Método Team-Based Learning em uma Disciplina Introdutória de Eletromagnetismo**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

PAPADOPOULOS, C.; ROMAN, A. S. Implementing an inverted classroom model in engineering statics: initial results. **Proceedings of the 2010 Annual Conference & Exposition of American Society for Engineering Statistics**, Louisville, 2010. Disponível em: <https://peer.asee.org/implementing-an-inverted-classroom-model-in-engineering-statics-initial-results>. Acesso em: 12 out. 2020.

PEARSON, G. Biology teacher's flipped classroom: "a simple thing, but it's so powerful". **EdCan Network**, Canada, 2012. Disponível em: <https://www.edcan.ca/articles/biology-teachers-flipped-classroom-a-simple-thing-but-its-so-powerful/>. Acesso em: 12 out. 2020.

PIAGET, J. **Psicologia e pedagogia**: a resposta do grande psicólogo aos problemas do ensino. 9. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006.

ROGERS, C. **Liberdade para aprender**. 2. ed. Belo Horizonte: Interlivros, 1973.

SILBERMAN, M. **Active learning**: 101 strategies do teach any subject. Massachusetts: Allyn and Bacon, 1996.

SILVA, D. J. da; PAGNI, P. A. A educação na filosofia de Sócrates. *In*: PAGNI, P. A.; SILVA, J. D. (orgs.). **Introdução à filosofia da educação**: temas contemporâneos e história. São Paulo: Avercamp, 2007. p. 19-34.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. **Disciplinas que mais reprovam na UFPE**: 2013.1 - 2018.2. Recife, 2019. Disponível em: <https://www.ufpe.br/documents/38954/2068412/Relat%C3%B3rio+-+disciplinas+que+mais+reprovam+2013+a+2018-compactado.pdf/8a3816da-29fa-4b4b-ad10-74a5a2ccbeab>. Acesso em: 23 jul. 2020.

VALENTE, J. A. **Blended learning e as mudanças no Ensino Superior**: a proposta da sala invertida. *Educar em Revista*, Curitiba, v. 30, n. 4, p. 79-97, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/er/nspe4/0101-4358-er-esp-04-00079.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2020.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

A Pesquisa em Educação Matemática e Sua Relação Com a Sala de Aula da Educação Básica: Olhares e Perspectivas

Gilmar Bezerra de Lima¹
dsWellson de Azevedo Araújo²
Aníbal de Menezes Maciel³

RESUMO

As relações e conectivos existentes entre o ato de fazer pesquisa em Educação Matemática e o desenvolvimento profissional, a pesquisa e a prática educativa se constituem um campo vasto de investigação com inúmeras possibilidades para reflexão, dada sua complexidade e importância. Nesse artigo, discutimos a origem, a importância e os problemas do fazer pesquisa nessa área, refletindo sua relação com dois aspectos inerentes a Educação Matemática: o acadêmico e o profissional. A pesquisa desenvolvida se configura como uma pesquisa qualitativa e descritiva. Aplicamos um questionário com cinco professores da rede pública municipal de Brejo da Madre de Deus – PE. Os resultados mostraram que os professores pesquisados concordam que existem problemas sérios quando se trata da relação pesquisa em Educação Matemática e a sala de aula e do diálogo entre a academia e a escola de Educação Básica, sendo necessário implementar profundas mudanças na formação inicial e continuada, entre outras ações.

Palavras-chave: Pesquisa, Educação Matemática, Aspecto profissional, Aspecto acadêmico.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do pensamento matemático está associado ao desenvolvimento do homem nos seus mais diversos aspectos. Paralelo a essa evolução, concepções quanto ao fazer matemática e ao seu ensino foram surgindo, conforme aponta o estudo de Martins (2012), e se configurando como uma das bases que influenciaram algumas tendências em Educação Matemática. Fiorentine (1995), por exemplo, argumentando sobre como a prática do professor é influenciada por suas concepções, identifica seis tendências historicamente presentes na Educação Matemática brasileira, a saber: a formalista clássica, a empírica-ativista, a formalista moderna, a tecnicista e suas variações, a construtivista e a socioetnocalista. Internacionalmente, Onuchic e Allevato (2011) apresentam pelo menos seis fases do ensino de matemática, tomando por base as escolas americanas. São elas: Exercício e prática,

¹Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba - PB, gilmar5a@yahoo.com.br

²Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba – PB, wellsonaraujo@gmail.com

³Dr. Aníbal Menezes Maciel da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, anibalmenezesmaciel@gmail.com;

aritmética significativa, matemática moderna, volta às bases, resolução de problemas, padrões e responsabilidade (atualmente).

Todo esse movimento de concepções, tendências e fases de ensino, no qual a escola, o professor, o aluno e o saber, entre outros, são vistos de uma maneira peculiar, faz-nos perceber o quanto a Educação Matemática está em construção e aborda uma complexa região de inquérito. D'Ambrósio (1999) argumenta que as preocupações com a Educação Matemática como prática são antigas, mas como prática escolar veio a receber um impulso importante a partir do início do século XX, quando em 1908 tivemos a fundação da Comissão Internacional de Instrução Matemática. Após a primeira metade desse século, o movimento da Educação Matemática, fomentado pelas mudanças impostas pela segunda guerra mundial no cenário internacional, constituiu-se a partir de congressos internacionais, como o Congresso Internacional de Educação Matemática (ICME), por exemplo. Assim, inúmeras oportunidades de se discutir a Educação Matemática tanto como área de pesquisa quanto como proposta pedagógica começam a avançar.

As inquietações que estão surgindo desde então quanto a esse campo de estudo, o qual Kilpatrick (1996) destaca possuir aspectos de natureza profissional e acadêmico, coadunado por Pais (2018) que afirma que pode ser entendida tanto como uma recente e grande área de pesquisa educacional, como também no plano da prática pedagógica escolar, fomentam inúmeros estudos que vem apontando para várias tendências teóricas, que inclusive tem dado corpo ao entendimento sobre muitos aspectos educacionais nessa região de investigação, inclusive quanto ao real papel do ensino da matemática, do professor, do saber docente, da pesquisa, entre outros.

Entretanto, se faz necessário refletir sobre como a academia tem dialogado com a escola, e daí surgem questões que nortearam essa pesquisa, como: qual concepção os professores de matemática possuem sobre a relação entre a prática da pesquisa em Educação Matemática e sua prática pedagógica? Os resultados das pesquisas acadêmicas têm chegado à sala de aula da Educação Básica? Dessas questões podemos extrair nosso objetivo geral que foi analisar como os professores da Educação Básica entendem a relação entre a pesquisa acadêmica e a sua prática pedagógica.

Essa inquietação nasceu quando, cursando as disciplinas do mestrado nos deparamos de uma forma mais profunda tanto com a prática da pesquisa, como com o resultado das mesmas. E ao confrontarmos com nossa prática pedagógica e vivência de aproximadamente 16 anos na Educação Básica, começamos a perceber que aparentemente esses resultados não chegam à escola, dificultando a reflexão por parte dos professores a partir das mesmas.

É comum ouvir tanto de intelectuais quanto de políticos, por exemplo, que a pesquisa é importante para o desenvolvimento da humanidade em suas diversas áreas de conhecimento. Bicudo (1993, p. 18) afirma que pesquisar configura-se como “[...] buscar compreensões e interpretações significativas do ponto de vista da interrogação formulada” e D’Ambrósio (2012) destaca que a pesquisa é o elo entre teoria e prática. A Educação Matemática como área de pesquisa vem contribuindo nesse sentido e longe de defini-la, dada sua amplitude, buscamos em alguns teóricos ter uma ideia quanto ao que ela é, sua região de inquérito, seus objetivos e algumas características.

Nesse sentido, Almeida (2016, p. 29) reflete que “[...] a Educação Matemática é uma ciência social, com seus próprios padrões de evidência, métodos de argumentação e construção teórica, possuindo seu próprio discurso profissional”. Já Fiorentini e Lorenzato (2007, p. 5) apontam que ela se caracteriza “[...] como uma práxis que envolve o domínio do conteúdo específico (a matemática) e o domínio de ideias e processos pedagógicos relativos a transmissão/assimilação e/ou à apropriação/construção do saber matemático escolar”.

Quanto ao seu campo de pesquisa, tanto Bicudo (1993) quanto Pais (2018) destacam que as preocupações da Educação Matemática giram em torno da compreensão e interpretação de fenômenos relativos a essa área. Almeida (2016, p. 25) endossa: “[A] Educação Matemática deve ser incumbida da investigação acerca das relações estabelecidas entre o conhecimento matemático e as pessoas que dela tomam ou devem tomar contato”. Enquanto que Fiorentini e Lorenzato (2007, p. 9) lembram que esse objeto de estudo ainda está em construção, mas pode-se afirmar que ela “[...] envolve as múltiplas relações e determinações entre ensino, aprendizagem e conhecimento matemático em um contexto sociocultural específico”. Esses autores ainda sugerem que a Educação Matemática possui múltiplos objetivos, mas que por um espectro amplo podemos destacar que eles são de natureza pragmática científica.

Desde que a Educação Matemática vem se consolidando como área de pesquisa, inúmeras contribuições vêm sendo realizadas, bem como programas de Pós-Graduação vem surgindo e se ampliando. Nessa direção, Kilpatrick (1996) argumenta que a Educação Matemática no aspecto profissional deve preocupar-se com a aplicação do conhecimento, auxiliando estudantes e professores em seus objetivos e que a formação do professor é sua função maior. Essa visão, explicita o complexo entrelaçamento entre o fazer pesquisa e a sala de aula nas possíveis relações estabelecidas entre professor, aluno, ensino, aprendizagem, prática e saberes envolvidos. Nesse sentido, Andrade (2008) mostra importantes

características dessa complexidade, destacando múltiplos olhares quanto a isso e a necessidade de mudanças.

Se de um lado existe a universidade, a formação, a pesquisa, a matemática acadêmica, o pesquisador, do outro existe a escola de Educação Básica, o professor, a matemática escolar, o aluno, a prática entre outros. Profissionalmente falando, Meyer, Caldeira e Malheiros (2018) diferenciam o profissional que trabalha com a matemática pura e aplicada e o professor de matemática. Já Fiorentine e Lorenzato (2007) distinguem o matemático do educador matemático, e ambos os autores o fazem a partir do objeto de estudo de cada um e da prática profissional, entre outros elementos. Já Moreira e David (2018) trazem uma vasta reflexão sobre como a matemática escolar deve ser caracterizada em relação à matemática acadêmica e aponta sérios problemas na formação docente, quando essa diferenciação não é feita. Para esses autores, a matemática escolar não pode ser vista como um subgrupo da matemática acadêmica, pois cada uma possui características próprias.

Tudo isso nos mostra o quanto é relevante a pesquisa em Educação Matemática, contudo as preocupações apontadas por Kilpatrick (1996) perdem o sentido se as pesquisas não chegarem à sala de aula. O estudo de Andrade (2008), realizado com 71 pesquisadores de vários países, aponta que a maioria dos pesquisados concordam quanto às razões que deram origem a Educação Matemática. Porém, várias questões foram evidenciadas por eles nessa relação pesquisa/sala de aula que apresenta uma verdadeira desconexão, tais como: a não devolutiva dos resultados das pesquisas aos professores da educação básica, que os impedem de refletir e evoluir na sua prática; a existência de um clima de desconfiança entre o pesquisador e o professor e a postura arrogante do pesquisador em relação ao professor, entre outros.

Esse mesmo estudo ainda mostra que nessa complexa relação, os pesquisados fizeram referência a necessidade de mudança desse quadro. Apontaram a formação continuada e o aumento das possibilidades de contato dos professores com o resultado das pesquisas, via congressos como necessário e o estímulo à realização de pesquisas colaborativas, pesquisa-ação e similares como outra possibilidade. Esses últimos pontos citados coadunam com D'Ambrósio (1999) que afirma que é necessário despertar e valorizar a figura do professor pesquisador, dando visibilidade e reconhecimento às suas publicações.

Nesses termos, Demo (2014) destaca a necessidade de se criar uma verdadeira educação científica que se inicie na formação docente e seja parte integrante da prática do professor. A formação na universidade deve levar o aluno-professor a produzir conhecimento por meio da pesquisa, valorizando assim a autoria em detrimento do instrucionismo e da

cópia. Essa cultura deve chegar a sua prática docente, cujo mesmo professor conduzirá o aluno da educação básica a também construir conhecimento a partir da pesquisa. Nessa perspectiva, a figura do professor pesquisador e do professor reflexivo, que busca melhorar sua prática pela pesquisa e pela reflexão ganha destaque, embora, apesar das similaridades entre eles, suas origens tenham sido distintas, conforme aponta Fagundes (2016).

Nesse âmbito, Ludke (2001) mostra que a figura do professor investigativo recebeu contribuições de Lawrence Stenhouse e a ideia de pesquisa-ação como forma de contribuir para o desenvolvimento profissional do professor foi desenvolvida por John Elliot. Já David Shon, segundo Ludke (2001), contribuiu com a ideia do profissional reflexo e posteriormente, relacionou a prática reflexiva com o professor. Ainda nesse universo de pesquisa e prática, a autora destaca a contribuição dada por Keneth Zeichner em defesa de uma pesquisa próxima a realidade do professor que atua na escola.

Percebemos assim, que a ideia do professor pesquisador, investigativo e reflexivo como forma para o desenvolvimento profissional com impactos na prática é amplamente defendida. Assim sendo, Freire (2018, p. 30) afirma “[N]ão há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino [...]” e Perrenoud (1999) explicita que diante das transformações sociais, existe um clamor por mudanças, reinvenção e mudanças na escola, sendo a prática da reflexão docente uma possibilidade para atender às demandas atuais.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada com cinco professores efetivos de matemática da rede municipal de Brejo da Madre de Deus – PE, localizada no agreste pernambucano. Tivemos como objeto de estudo a concepção desses professores quanto a relação complexa da pesquisa em Educação Matemática e a prática pedagógica.

Referente ao objetivo dessa pesquisa, a mesma se trata de uma pesquisa descritiva, que segundo Gil (2002, p.42):

As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou então, o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coletas de dados, tais como o questionário e a observação sistemática.

Referente a forma da abordagem do problema, nossa pesquisa é qualitativa, pois conforme aponta Kauark, Manhães e Souza, (2010, p.26), “[A] interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa”.

Com relação à coleta de dados, pedimos autorização a coordenação de área para postar um link contendo o questionário no formato google forms no grupo de WhatsApp que compreende os professores de matemática da rede. O questionário foi composto por uma proposição para julgamento dos professores e seis perguntas subjetivas.

Após a aplicação do questionário, realizamos a interpretação dos dados a partir da análise de conteúdo de Bardin (2016), interpretando os dados a partir da nossa fundamentação teórica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Discutir sobre a relação pesquisa / sala de aula conforme estamos mostrando é um campo aberto para análises e inferências. Essa relação no âmbito da Educação Matemática nos permite perceber a magnitude dos desafios que são impostos a cada professor, em cada aula e turma e a cada pesquisador que também deseje contribuir de forma relevante para que de fato as pesquisas possam chegar a sala de aula.

Buscando entender um pouco mais sobre essa relação na concepção dos professores de matemática, aplicamos um questionário com 7 questões, sendo a primeira uma proposição para que os professores julgassem e as demais, seis perguntas subjetivas. Podemos categorizar as perguntas e a proposição de acordo com o foco principal da cada questão da seguinte maneira: a proposição inicial, a primeira e a quinta perguntas tiveram como foco a formação inicial e continuada; a segunda e terceira perguntas tiveram como foco a relação do professor com os resultados das pesquisas; a quarta e sexta perguntas focaram o ato de realizar pesquisas.

Responderam ao questionário professores efetivos da rede municipal do Brejo da Madre de Deus – PE. Alguns desses professores também trabalham na rede estadual de ensino do estado de Pernambuco. Foram três professores e duas professoras. Dois deles possuem mestrado e os demais possuem pós-graduação lato sensu. Todos os professores trabalham dois horários.

Inicialmente apresentamos a seguinte proposição: “A minha graduação despertou o desejo pela pesquisa em Educação Matemática”. Os professores podiam julgar essa proposição com as seguintes opções: Concordo totalmente, concordo, discordo e discordo

totalmente. O objetivo dessa pergunta foi saber se a reflexão gerada na vivência da graduação, com o curso das disciplinas e participação em palestras, entre outros, provocou inquietações, pois entendemos que desejar pesquisar é diferente de implementar pesquisas em si.

Dois professores disseram concordar totalmente e três disseram concordar. Isso mostra que esses professores, ao se depararem com as reflexões inerentes à graduação, perceberam a partir da complexidade existente nos processos de ensino e aprendizagem de matemática, que a pesquisa é o caminho para que soluções sejam implementadas às inquietações que surgem naturalmente nos agentes que fazem parte desse processo.

Adentrando agora as perguntas, questionamos como foi a experiência com a pesquisa na graduação. Um professor informou que a mesma o levou a ter um olhar diferenciado quanto ao lúdico no ensino de matemática. Já o segundo professor afirmou categoricamente que a pesquisa não foi muito implementada e que ficou a desejar. Outro, destacou que a universidade a qual cursou a graduação promoveu programas de pesquisa em parceria com a iniciativa privada e o mesmo teve oportunidade de implementar pesquisas satisfatórias ao momento que estava vivendo. O quarto professor declarou que naquele momento foi satisfatório, contudo, percebeu que a teoria e a prática ainda estão muito distantes. O último professor resumiu a experiência da pesquisa na graduação com a palavra enriquecedora.

Hoje é requisito para a conclusão do curso de graduação o desenvolvimento de um trabalho de conclusão de curso, o famoso TCC. Podemos também comentar nesse aspecto que existem vários programas de incentivo a iniciação científica sendo desenvolvidos nos cursos de graduação, como o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC). Esses fatores podem ter influenciado essas respostas, mostrando que mesmo com toda dificuldade na implementação de uma pesquisa ainda na graduação, as mesmas estão acontecendo e as concepções e experiências são muito subjetivas a cada sujeito.

Iniciamos a segunda pergunta argumentando que a área da Educação Matemática como pesquisa é relativamente nova, contudo, que já existem boas pesquisas concluídas que podem colaborar com a prática docente. Em seguida, questionamos se esses resultados têm chegado até eles. Três professores afirmaram que sim, onde um deles declarou buscar através de vídeos e leituras, outro declarou que tem chegado, porém, sem estar acompanhada de formação continuada não consegue implementar muita coisa na prática e o outro apenas afirmou que tem chegado. Dois professores disseram que os resultados não têm chegado até eles, e argumentaram de forma parecida que sabem que existem boas pesquisas, contudo, o acesso não é muito satisfatório.

Essas declarações mostram que de forma geral, o acesso aos resultados das pesquisas ainda é muito superficial, pois o acesso apenas pela leitura e vídeos não garante a eficácia de um resultado sem estar acompanhado da reflexão e do debate, por exemplo. Algo que aliás, foi comentado por um dos professores.

Na terceira pergunta questionamos se existe diálogo entre a academia e a escola com o objetivo de promover um ensino de matemática que realmente cumpra seu papel. Os dois professores que já possuem o título de mestre foram enfáticos em afirmarem que não há diálogo. Outro professor disse que o diálogo é quase nulo, pois não sente isso na prática, destacando também que percebe outras preocupações e esforços por parte dos governos, mas preocupação em divulgar resultados de pesquisas buscando melhorar a prática docente não é prioridade dos que são responsáveis em formar professores. Outros dois professores afirmaram que existe sim o diálogo, mas de forma muito resumida.

Nesse ponto, aparentemente existe divergência no que seja entendido como diálogo entre a academia e a escola, pois os professores que já cursaram o mestrado afirmaram algo contrário aos demais, defendendo a ideia que não há diálogo e os outros disseram haver algum diálogo, mesmo que pequeno. Essa divergência de ideias pode ser resultado do entendimento quanto ao que seria diálogo entre academia e escola. Contudo, está claro que a sensação que o diálogo é, quase nulo ou nulo de fato, está aparente nas declarações.

Já na quarta pergunta questionamos se, com a atual vivência em sala de aula e toda a experiência até aqui, eles entendem como importante realizar pesquisas em Educação Matemática. Todos os professores afirmaram ser muito importante realizar as pesquisas e um deles argumentou que para comprovar sua opinião sobre essa importância, bastava analisar os países considerados desenvolvidos econômica e cientificamente, onde a pesquisa acontece de forma bem mais concreta quando comparado com o Brasil.

Nessas respostas ficou notório que a concepção quanto a importância do desenvolvimento de pesquisas em Educação Matemática é unânime. O argumento de um dos professores, em comparar o Brasil com outros países mostra que o mesmo analisa a problemática do realizar pesquisas no Brasil. E de fato, essa cultura não parece ser desenvolvida inclusive na educação básica. A nossa experiência mostra que quando solicitamos aos alunos para pesquisarem algo, a ideia da cópia ainda impera. De forma geral, enxergamos como positiva a certeza que esses professores possuem sobre a importância da pesquisa.

Na quinta pergunta, voltamos nossos olhos para a formação continuada e perguntamos se a mesma tem proporcionado reflexões a partir das pesquisas em Educação Matemática.

Todos afirmaram que as formações continuadas geralmente trazem algo que se refere às pesquisas em Educação Matemática, mas que existe casos que se deparam com formações que não promovem reflexões quanto à Educação Matemática.

Essas respostas abrem margem para crer que os professores se deparam muitas vezes com formadores que também precisam repensar sua prática. O interessante é que geralmente esses formadores são também pesquisadores e, portanto, poderiam implementar bem a divulgação das pesquisas. Indo mais além, podemos também inferir que se isso não acontece pode ser também por falta de políticas públicas que repensem melhor os caminhos para que formações sejam melhor planejadas e o acesso a cursos de Pós-Graduação sejam ampliadas. Ou seja, não basta apenas a academia querer contribuir, o poder público responsável por gerenciar a implementação de formações continuadas para professores precisa também valorizar a pesquisa e contribuir com a ampliação dos investimentos nesse âmbito.

Na última pergunta questionamos se eles realizam pesquisas em Educação Matemática visando melhorar sua prática. Quatro afirmaram que sim e um afirmou que não. Dos que afirmaram que sim, um disse pesquisar muito pouco e que reconhece que precisa despertar quanto a isso, outro disse que analisa sempre sua aula a partir da avaliação feita por alunos por meio de bilhetes ou comentários dos mesmos, ou seja, ele relacionou a pergunta feita no questionário com a avaliação da sua aula feita pelos alunos.

Nesse quesito muitos pontos poderiam justificar essas respostas e justificativas. Primeiro é importante destacar que no Brasil os professores geralmente trabalham mais de um horário comprometendo até o tempo de preparação de suas aulas. Dessa forma, implementar pesquisas, torna-se mais uma atividade que exige tempo e dedicação, portanto, confrontando essa realidade com a problemática em pauta observamos que os desafios são enormes. No caso dos professores aqui pesquisados, todos trabalham dois horários, restando apenas um para dividir entre as atividades extraclasse, família, lazer, entre outros.

Com isso, não queremos justificar a ideia de que o professor não realiza pesquisas em sala de aula porque não tem tempo, mas denunciar que a profissão docente no Brasil ainda precisa de ajustes. O professor como qualquer outro profissional precisa exercer sua profissão com dignidade (com condições de trabalho apropriadas) para que possivelmente dessa maneira possa planejar suas aulas de forma dinâmica e também venha a desenvolver pesquisas para melhorar sua prática (considerar sua sala de aula como um laboratório em constata análise).

Assim, entendemos que a relação entre a pesquisa em Educação Matemática e a sala de aula possuem problemáticas que precisam ser melhor analisadas para que se busque caminhos

que venham a contribuir no sentido de sanar tais problemas. Por exemplo, quando falamos sobre a formação inicial e continuada dos professores e a pesquisa, podemos concluir que um dos caminhos para levar tanto a graduação como a formação continuada a ter a pesquisa como ferramenta é a educação científica tratada por Demo (2014).

Nos países desenvolvidos, esse autor destaca que existem as universidades de pesquisa, que se preocupam em produzir conhecimento próprio por meio das pesquisas. Outra preocupação dessas universidades é formar estudantes que também produzam conhecimento próprio, e isso é tão notório que as diferenças entre a forma que a pesquisa é vista no Brasil e nos países desenvolvidos foi citado por um dos pesquisados, conforme destacamos anteriormente. Assim, a prática da cópia, do realizar apenas provas e testes é substituído pela prática da produção de conhecimento. Ser autor é o ponto chave nesse universo. Outro ponto destacado por Demo (2014) é a deficiência que existe também em algumas universidades brasileiras de adotar a prática da educação científica, que por sua vez gera professores sem a cultura da produção do conhecimento e da autoria que, dessa forma, levará essa prática para a sala de aula e trabalhará com seus alunos da mesma forma, levando-os a também copiar e reproduzir conhecimento já existente e não a produzi-lo, pois concordamos que

[P]esquisar é princípio científico, mas igualmente princípio educativo. Autoria não é marca apenas do pesquisador supremo, mas de todos os docentes que produzem textos próprios, reconstroem conhecimento com alguma originalidade, aprendem a escudar-se na autoridade do argumento, não no argumento de autoridade. (DEMO, 2014, p.3)

Dessa forma, pensar em formação inicial e continuada nessa perspectiva para nossos professores, pode ser um caminho que venha a melhorar não só a relação entre pesquisa e sala de aula, mas a contribuir para o desenvolvimento da habilidade da problematização que é algo bastante discutido em tendências como a Modelagem Matemática por Meyer, Caldeira e Malheiros (2018) e por pesquisadores como Freire (2018).

É notório que a prática da cópia e da reprodução tem sido uma barreira à problematização em sala de aula. Isso é mais fácil tanto para os professores como para os alunos, pois induz esses agentes a uma zona de conforto. Skovsmose (2014) destaca que é exatamente no paradigma do exercício que repousa essa prática que garante ao professor um caminho já conhecido e que, portanto, não lhe oferece riscos. Esse caminho é mais confortável e menos trabalhoso. Enquanto isso, a sociedade requisita cidadãos que sejam

criativos, críticos e problematizadores inclusive da sua realidade, ou seja, nos parece haver um antagonismo nesse sentido.

Quando tratamos sobre a relação do professor com os resultados das pesquisas, o estudo de Andrade (2008) foi enfático em denunciar que a não devolutiva dos resultados das pesquisas para os professores parece ser um dos problemas. Outro ponto é a distância que parece haver entre as salas de aula pesquisadas e apresentadas nas pesquisas e as salas de aula reais. Vejamos que um dos professores entrevistado comentou que a teoria está muito longe da prática ainda. Isso pode ser resultado do que destaca Skovsmose (2014) ao comentar que as salas de aula que geralmente estão nas pesquisas são sempre muito perfeitas, ou seja, parece que aqueles problemas de indisciplina, salas cheias, ambientes não estruturados, não são vistos pelos pesquisadores.

Oliveira, D'Ambrósio e Grando (2015, p. 434) também argumentam que um dos motivos do afastamento entre o professor e as pesquisas,

“[...] decorre de ser ele tomado como um implementador de conhecimentos produzidos por outros. Em contrapartida, na pesquisa feita por ele sobre a prática, na sala de aula, ele assume outro papel: o de quem produz conhecimentos e saberes sobre as questões que vive em sua prática. Enfrenta-se, assim, a arrogância acadêmica revelada pelo entendimento de que ao professor cabe não o papel de pesquisador e de produtor de conhecimentos a partir da prática, e, sim, o de consumir pesquisas produzidas por outros.

Realmente esse problema pode ser um motivo real do afastamento. Não é fácil para o professor da sala de aula receber um pesquisador que irá observar sua prática, por exemplo, se esse professor não se sentir bem com a presença do pesquisador, ou seja, se não houver uma atmosfera de amizade, respeito e profissionalismo entre eles, no sentido de que ambos compreendam que não há superioridade entre si e sim igualdade, cada um no seu universo.

Um professor que recebe um pesquisador arrogante em sua sala de aula, ou participa de um momento de entrevista com alguém prepotente, não se sentirá atraído a buscar informações sobre o resultado da pesquisa, pelo contrário, o professor poderá criar uma imagem que a pesquisa não é para ele, dada a sua inferioridade, pois foi assim que ele se sentiu ao participar da pesquisa, como consequência da postura do pesquisador.

Finalizando nossa análise a partir da fundamentação teórica, se faz necessário abordar a última característica presente nas questões do questionário, ou seja, o ato de realizar pesquisas por parte dos professores. Sobre isso, entendemos que além da implementação da educação científica comentada por Demo (2014), com influência tanto na formação inicial quanto

continuada, gerando professores adeptos da produção de conhecimento e da autoria, se faz necessário valorizar a figura do professor pesquisador, reflexivo e criativo.

Percebemos que o estudo de Andrade (2008) apresentou a pesquisa colaborativa como algo a ser implementado, visando amenizar o distanciamento entre os pesquisadores e os professores. Com relação a prática da pesquisa pelo professor em si, a figura do professor pesquisador da sua prática se destaca. Freire (2018) já apontava para a profunda relação entre a pesquisa e o ensino, e da necessidade de reflexão sobre a prática. Nesse universo, a literatura reconhece a existência do Professor Pesquisador e do Professor Reflexivo, onde Fagundes (2016) tece uma retrospectiva histórica das suas origens. Já Oliveira, D'Ambrósio e Grandó (2015), refletem além da figura do professor pesquisador, sobre a Pesquisa sobre a Própria Prática.

Esses estudos convergem em valorizar e argumentar em favor da pesquisa feita pelo professor a partir da reflexão da sua prática, e do reconhecimento dessas pesquisas pela comunidade acadêmica, onde

[A] validade e o conhecimento da pesquisa do professor – ou a pesquisa sobre a própria prática – nos parecem questões primordiais, e a concepção do professor como pesquisador necessita impactar a formação de professores, seja ela inicial ou continuada, no sentido de que esse profissional se sinta produtor de saberes e transformador de sua prática, a partir das pesquisas. (OLIVEIRA; D'AMBRÓSIO; GRANDÓ, 2015, p. 438-439)

Concordamos com o exposto acima, pois o professor que pesquisa sua prática e produz conhecimento, pode contribuir de uma forma bastante peculiar, pois esse agente vivencia diariamente experiências que são próprias da sua realidade e não são, muitas vezes, da realidade do pesquisador acadêmico, conferindo assim à suas pesquisas características próprias.

Criar meios para publicação dessas pesquisas também pode ser uma forma de incentivar e valorizar tais pesquisas conforme aponta D'Ambrósio (1999). Entendemos que essa questão não pode ficar apenas nas denúncias por meio de artigos ou entrevistas, mas que a urgência do caso deve sensibilizar a quem de direto, para que mudanças significativas sejam implementadas no sentido de valorizar e incentivar a realização de pesquisas por parte dos professores da Educação Básica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática da pesquisa em Educação Matemática e seus reflexos no desenvolvimento profissional e na prática educativa estão interrelacionados. Considerando os aspectos acadêmicos e profissionais da Educação Matemática destacados por Kilpatrick (1996), percebemos estudos que refletem sobre a complexidade dessa relação. Do ponto de vista profissional, Skovsmose (2014) argumenta que o ensino de matemática deve contribuir para que os alunos possam ler o mundo a partir da matemática, o que se alinha ao pensamento de Fiorentine e Lorenzato (2007) ao afirmarem que o educador matemático coloca a educação matemática a serviço da educação. Contudo, para que isso se concretize, entendemos que deve ser considerado o que afirma Freire (2018) sobre a formação permanente do professor, ao destacar que deve prevalecer o exercício da reflexão crítica sobre a prática.

Já do ponto de vista acadêmico, Skovsmose (2014) denuncia que as pesquisas em Educação Matemática parecem privilegiar salas de aulas perfeitas, nas quais os reais problemas não são levados em consideração e Andrade (2008) explicita que o pesquisador deve repensar sua prática e olhar para a sala de aula, no sentido de romper tanto com a corrida dos pesquisadores por apenas publicações e títulos, como com o status quo, para assim contribuir na reinvenção da sala de aula. Essa ideia concorda com D'Ambrósio (2012), Demo (2014) e Moreira e David (2018) sobre a necessidade de se haver fortes mudanças na formação inicial e continuada para que as pesquisas possam melhor se refletir na reinvenção da sala de aula. Dessa forma, fica explícito que as pesquisas em Educação Matemática e sua relação com a sala de aula é um campo vasto de análise e que ainda há muito a se refletir para que a pesquisa acadêmica, as colaborativas e a figura do professor-pesquisador possam de forma concreta dialogar em busca de um ensino de matemática sociocultural e problematizador.

Nesse artigo, cinco professores responderam ao questionário que teve como objetivo analisar a concepção desses professores sobre a relação entre a pesquisa e a sala de aula. As perguntas foram categorizadas a partir de três características, a formação inicial e continuada e a pesquisa, a relação dos professores com os resultados das pesquisas e o ato de realizar pesquisas por partes desses professores.

Os resultados mostraram que de forma geral, os professores concebem como importante o ato de pesquisar, que o acesso aos resultados precisa ser melhorado, que o diálogo entre a academia e a escola da educação básica é visto de forma bastante superficial, e

que a formação inicial e continuada precisa repensar a relação entre pesquisa e a sala de aula, confirmando estudos como os de Andrade (2008).

Dessa forma, entendemos que a Educação Matemática como campo de pesquisa vem contribuindo muito, que a academia e a escola tornam-se um canal imprescindível para que o ensino de matemática possa cumprir seu papel acadêmico e social, se as profundas mudanças acontecerem na formação inicial e continuada, no diálogo entre academia e a escola, e no incentivo à figura do professor pesquisador e reflexivo de sua prática.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. J. P. de. Gêneros do Discurso Como Forma de Produção de Significados em Aulas de Matemática. Campinas Grande: Eduepb; São Paulo: Livraria da Física, 2016.

ANDRADE, Silvanio de. A pesquisa em educação matemática, os pesquisadores e a sala de aula: um fenômeno complexo, múltiplos olhares, um tecer de fios. 2008. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. doi:10.11606/T.48.2008.tde-29112010-135412. Acesso em: 2020-09-23.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Tradução Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. 1. ed. 3. Reimp. São Paulo: Edições70, 2016.

BICUDO, M. A. V. Pesquisa em Educação Matemática. Pró-posição, v. 4, nº 1. P. 18-23 março de 1993. Disponível em <https://www.ime.usp.br/~dpdias/2016/Pesquisa%20-%20Bicudo.pdf>. Acesso em 1 de setembro de 2020.

D'AMBRÓSIO, U. Ubiratan D'Ambrósio. [Entrevista concedida] a Educação Matemática em Revista. Educação Matemática em Revista, nº7, ano 6, jun. 1999.

D'AMBRÓSIO, U. Educação Matemática da Teoria à Prática. 23. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2012.

DEMO, P. Educação Científica. Revista Brasileira de Iniciação Científica. V. 1, nº 01. Maio de 2014. Disponível em: <https://periodicos.itp.ifsp.edu.br/index.php/IC/article/view/10/421>. Acesso em 23 de setembro de 2020.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: Saberes Necessários à prática Educativa. 57. ed. Rio de Janeiro / São Paulo: Paz e Terra, 2018.

FIORENTINE, D. Alguns Modos de Ver e Conceber o Ensino de Matemática no Brasil. Revista Zetetiké, Ano 3, nº 4, 1995. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646877/15035> Acesso em 10 de setembro.

FIORENTINE, D; LORENZATO, S. Investigação em Educação Matemática: Percursos teóricos e metodológicos. 2. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2007. (Coleção formação de professores).

FAGUNDES, T. B. Os Conceitos de Professor Pesquisador e Professor Reflexivo: Perspectivas do trabalho docente. Revista Brasileira de Educação. v. 21, n. 65. abr-jun de 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/v21n65/1413-2478-rbedu-21-65-0281.pdf>. Acesso em 12 de novembro de 2020.

GIL, A. C. Como elaborar Projetos de Pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; SOUZA, C. H. M. Metodologia da Pesquisa: um guia prático. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

KILPATRICK, J. Fincando Estacas: Uma tentativa de demarcar a Educação Matemática como campo profissional e científico. Tradução de Rosana G. S. Miskulin; Carmem Lúcia B. Passos; Regina C. Grando; Elizabeth A. Araújo. Zetetiké, v. 4, n° 5, p. 99-120, jan/jun de 1996. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646867/13768>. Acesso em 10 de setembro.

LUDKE, M. O professor, Seu Saber e Sua Pesquisa. Educação & Sociedade, ano XXII, n° 74, p. 77-96, abril de 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/es/v22n74/a06v2274.pdf>. Acesso em 23 de setembro de 2020.

MARTINS, R.L. Concepções Sobre a Matemática e Seu Ensino na Perspectiva de Professores que Ensinam Matemática em Licenciaturas de Alagoas. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/13034>. Acesso em 23 de setembro de 2020.

MEYER, J. F. C. A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS, A. P. S. Modelagem em educação matemática. 3. ed. 2. reimp. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2018. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

MOREIRA, P. C.; DAVID, M. M. M. S. A formação Matemática do Professor: licenciatura e prática docente. 2. ed. 2. reimp. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2018. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

OLIVEIRA, A. T. C. C. de; D'AMBRÓSIO, B. S.; GRANDO, R. C. A Pesquisa em Prática Escolares em Educação Matemática: Reflexões e desafios. Educação Matemática e Pesquisa. v. 17, n. 13, pp. 425 – 440, 2015. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/emp/article/view/25662>. Acesso em 13 de novembro de 2020.

ONUCHIC, L. L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. Bolema, Rio Claro (SP), v. 25, n. 41, p. 73-98, dez. 2011. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/5739>. Acesso em 23 de setembro de 2020.

PAIS, L. C. Didática da Matemática: Uma análise da influência francesa. 3. ed. 2º reimp. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2018. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

PERRENOUD, P. Formar Professores em Contexto Sociais em Mudança. Revista Brasileira de Educação, n° 12. Set/Out/Nov/ Dez de 1999. Disponível em:

http://anped.tempsite.ws/novo_portal/rbe/rbedigital/RBDE12/RBDE12_03_PHILIPPE_PERRENOUD.pdf. Acesso em 23 de setembro de 2020.

SKOVSMOSE, O. Um Convite à Educação Matemática Crítica. Tradução de Orlando de Andrade Figueiredo. Campinas, SP: Papirus, 2014.

A QUESTÃO DA MORADIA ANTES E DURANTE A PANDEMIA: UMA ANÁLISE DO PROCESSO DE OCUPAÇÃO EM COMUNIDADES DOS BAIROS CRUZEIRO E JARDIM PAULISTANO, EM CAMPINA GRANDE-PB (1985-2020)

Davidson Matheus Félix Pereira ¹
Gabriel Madureira Attem ²
Rafael Lima de Sousa ³

RESUMO

O presente texto, busca trazer algumas contribuições ao debate sobre a questão da moradia, analisando as especificidades dos processos de ocupação que ocorreram antes e após o início da pandemia. Para tanto, estudamos esse processo em 3 áreas diferentes, existentes nos bairros Cruzeiro e Jardim Paulistano. A metodologia da pesquisa de caráter qualitativo, foi pautada em pesquisas de campo, análise de imagens de satélite e aplicação de entrevistas e questionários. Desse modo, foi possível reconstruir brevemente a formação das comunidades “ZEIS Invasão do Pelourinho”, “Comunidade do Distrito dos Mecânicos” e a “ocupação Pró-Moradia Luiz Gomes”. A partir dessa metodologia, caracterizamos o espaço da moradia, e traçamos um perfil socioeconômico dos moradores de cada área, onde pôde ser observado que, mesmo as áreas reconhecidas como ZEIS, não possuíam regularização fundiária, apresentando uma série de problemas urbanísticos e sociais. Também foi possível observar, que o processo de ocupação nos bairros estudados já acontecia desde os anos 1985, no entanto, com o início da Pandemia de COVID-19, isso se intensifica, tomando um novo conteúdo. Por fim, constatamos que essas comunidades se constituíram em áreas de risco e são marcadas fortemente pelas desigualdades socioespaciais e pela injustiça social.

Palavras-chave: ZEIS Invasão do Pelourinho; Ocupação Pró-Moradia Luiz Gomes; Comunidade do Distrito dos Mecânicos; Segregação; Ocupação.

INTRODUÇÃO

A cidade no modo de produção capitalista, é marcada pelas desigualdades socioespaciais. Essas contradições se expressam de maneira ainda mais pujantes no Brasil, em função de sua posição de periferia na economia mundial, onde, o padrão de não-propriedade da terra rege a produção da moradia (OLIVEIRA, 2013), servindo de fundamento ao seu padrão de urbanização desigual.

¹ Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Geografia (PPGG) da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, davidson_gids@yahoo.com.br;

² Graduando do Curso Geografia da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, gabriel.attem@aluno.uepb.edu.br;

³ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG,

O caráter desigual da cidade capitalista, se dá pela sua célula fundadora, a propriedade privada (SMITH, 1988). O Estado nesse sentido, funciona como instância, que regula e garante a propriedade privada. Nesse sentido, se o solo urbano possui um valor de troca (ou seja, é uma mercadoria), aqueles que detêm o maior poder econômico, estão autorizados pelo Estado e a partir do mercado, a monopolizarem a propriedade, enquanto aqueles que não possuem condições para tal, são obrigados a transgredirem essa relação jurídico-social para obterem o direito à moradia (RODRIGUES, 2016).

Nesse sentido, o loteamento ilegal e a favela são a única forma de grande parte população urbana brasileira adquirir o acesso a moradia (MARICATO, 2003). Dado esse fato, as cidades brasileiras são produzidas em uma lógica precarizada e desregulada (BRANDÃO, 2016, p. 1100), marcada pela segregação e a impossibilidade de acesso das classes sociais dominadas aos progressos técnicos do capitalismo. Ou seja, uma urbanização expansiva, “de fuga para a frente” e “de rápida produção de espaços da destituição dos direitos e do bem-estar coletivo”. (BRANDÃO, 2016, p. 1127).

Se essa estrutura excludente já era a norma do urbano brasileiro, após o início da pandemia do “Novo Corona Vírus”, se tornou ainda mais. Tendo em conta que a impossibilidade de as classes populares trabalharem e pagarem seus aluguéis, culminou em um processo massivo de despejos, resultando em um novo processo de favelização.

Considerando, a importância que os agentes não-hegemônicos, possuem na produção do espaço urbano e os novos fenômenos urbanos impostos pela pandemia, este pequeno texto tem por objetivo refletir acerca do processo de ocupação, nos bairros Cruzeiro e Jardim Paulistano, na zona sua da cidade de Campina Grande-PB.

A partir de um estudo exploratório descritivo, e de uma revisão bibliográfica acerca do tema, verificamos que há um processo histórico de ocupação nas margens de um canal que corta a parte sul dos bairros Cruzeiro e Jardim Paulistano. Essas transformações se dão a partir dos anos 1985, com a ocupação que originou a “Invasão do Pelourinho”, seguida, nos anos 1993, de outra ocupação, no Jardim Paulistano (Invasão do “Distrito dos Mecânicos”) e sendo continuada no ano de 2020, a partir de outros elementos sócio-históricos pela “Ocupação Pró-Moradia Luiz Gomes” (Cruzeiro).

METODOLOGIA

A pesquisa teve um caráter qualitativo, valendo-se tanto de uma revisão bibliográfica, acerca da regularização fundiária (RODRIGUES, 2016) e do processo de periferização em Campina Grande (MAIA, 2010), quanto de dados empíricos, obtidos em campo e a partir da análise de imagens de satélite, dessa maneira, nos servimos de uma pesquisa exploratória-descritiva combinada (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 188), com o intuito de caracterizar e analisar de maneira crítica o recorte espacial estudado.

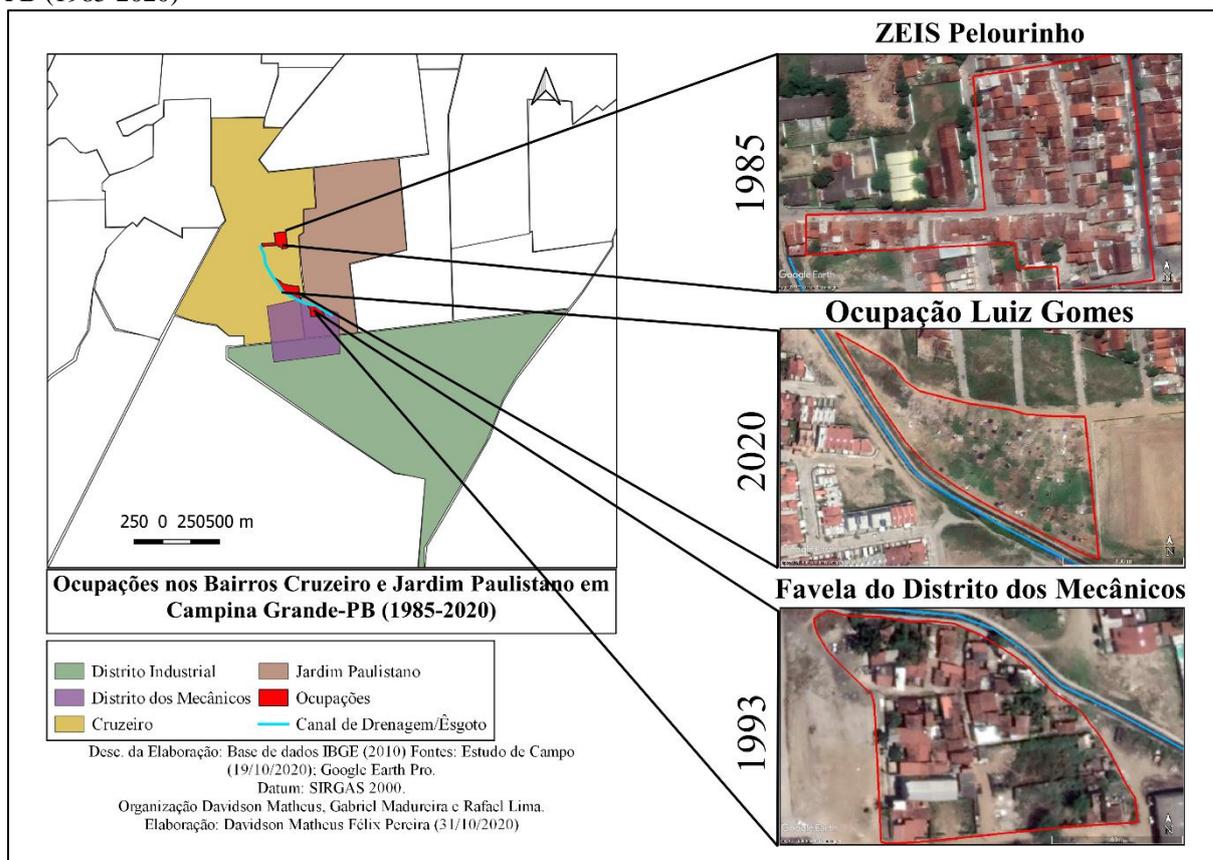
Os procedimentos se deram inicialmente, a partir de uma revisão bibliográfica, seguida por um estudo de campo exploratório. Em um segundo momento da pesquisa, realizamos a coleta e análise das imagens de satélite da área e um estudo exploratório, onde registramos por meio de fotografias a área de estudo. Por último, realizamos um segundo estudo de campo, onde foram realizadas entrevistas e a aplicação de 15 questionários em cada uma das 3 ocupações (totalizando 45 questionários).

O nosso recorte de estudo está localizado na cidade de Campina Grande no Estado da Paraíba, a cerca de 120 km da capital, João Pessoa. É considerada, segundo o estudo das Regiões de Influência das Cidades (Regic), do IBGE (2020), Capital Regional C. A área de estudo, propriamente dita, está situada na Zona Sul da cidade e compreende 3 ocupações diferentes (Figura 1): A primeira área sendo a ZEIS⁴ “Invasão⁵ do Pelourinho” (localizada no bairro do Cruzeiro), a segunda sendo a “Invasão do Distrito dos Mecânicos” (localizada no bairro Jardim Paulistano) e a terceira área a “Ocupação Pró-Moradia Luiz Gomes”, localizada no bairro Cruzeiro.

⁴ Zona Especial de Interesse Social.

⁵ O termo “invasão” aqui é utilizado como nome próprio, visto que se instituiu historicamente dessa forma nessas comunidades, seja, pelos próprios moradores, seja pelo Estado. Segundo o nosso entendimento, o termo correto para explicar esse processo social seria “ocupação”, portanto, ao ler “invasão”, entenda-se por “ocupação”.

Figura 1. OCUPAÇÕES NOS BAIRROS CRUZEIRO E JARDIM PAULISTANO EM CAMPINA GRANDE-PB (1985-2020)



Fonte: Estudo de Campo (2020), Google Earth Pro. Elaboração: Davidson Pereira (2020).

Perseguimos como objetivo, analisar o processo de ocupação, buscando identificar um padrão geográfico entre as áreas de estudo e trazer a luz os elementos históricos e sociais que influíram nesse processo. Para tanto, analisamos cada ocupação em seu contexto particular, caracterizando o espaço da moradia, ou seja, o tipo de moradia, tipo de ocupação e o perfil socioeconômico dos moradores de cada área. Por fim, discutimos o papel dos atores sociais na produção da moradia (Estado, Capital, Trabalhadores).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cidade, no modo de produção capitalista, se estrutura a partir da irradiação do poder das classes dominantes, que passam a deter a propriedade nas zonas centrais e valorizadas da cidade. Havendo a alocação da parcela de maior poder aquisitivo na zona central, as classes populares são empurradas para o centro, por meio de diversas estratégias, como o aumento do preço do aluguel por meio dos corretores de imóveis, a construção de casas na periferia da

cidade, ou a ação do Estado na retirada da população em “ocupações irregulares” (VILLAÇA, 2017).

A escassez de solos, criada e mantida pelos “agentes produtores do espaço” (CORREA, 2011), impede que as classes dominadas tenham acesso à terra urbana disponível no mercado imobiliário. Dessa forma, essas classes se veem obrigadas a criarem outros mecanismos para obterem a moradia, transgredindo e criando, “exceções à regra” (OLIVEIRA, 2013). Essas transgressões podem se dar por meio da criação de um mercado de terras alternativo (com propriedades não-reguladas pelo Estado), ou de ocupações coletivas de terras privadas e públicas (normalmente são públicas), ou por meio da inserção dessa população em políticas habitacionais.

No entanto, nem mesmo esses mecanismos artificiais (em relação à norma jurídica) e transgressores, são suficientes para permitirem que esses trabalhadores e trabalhadoras, adquiram uma moradia digna. Quando não conseguem obter a posse da terra e sua moradia, esses sujeitos sociais, se veem obrigados a “viverem de favor”, morarem em cortiços, ou ocuparem áreas de vulnerabilidade ambiental e de risco.

A produção desigual do espaço citadino, é constatável na maior parte das aglomerações urbanas brasileiras (RODRIGUES, 2007), também ocorrendo de maneira evidente na cidade de Campina Grande – PB (MAIA, 2010). Este fato urbano, é parte integrante da produção do espaço urbano brasileiro, isto é, o espaço produzido legalmente a pelos agentes hegemônicos, resulta na produção espaços pelos agentes não-hegemônicos. Nesses termos, o processo de periferização e expansão da cidade, se dá nesse movimento dialético entre a produção e valorização do espaço no centro e a transgressão e produção desregulada na periferia. A periferia, está, portanto, em constante expansão, considerando o encarecimento do solo urbano no centro, mas também através da segregação gerada pelas políticas habitacionais e a impossibilidade de as classes populares acessarem a propriedade regularizada pelo Estado (MARICATO, 2003).

No entanto, esse processo não é recente na cidade, enquanto nos anos 1970 haviam apenas 03 favelas na cidade, em 1980 esse número passa para 17 (LIMA, 2010), nesse mesmo período ocorre o processo de ocupação nos conjuntos habitacionais oferecidos pela CEHAP (Companhia Estadual de Habitação da Paraíba), onde hoje se constitui o bairro Malvinas.

Os anos 1980 marcaram a desindustrialização da cidade, o desemprego, altíssimo, que culminou na “favelização” do espaço urbano campinense (CARVALHO, 2017, p. 66). É nesse período que se inicia o processo de ocupação na área, que hoje se entende por ZEIS “Invasão do Pelourinho”. Inicialmente, o processo se deu através da ocupação de algumas

poucas famílias, em um terreno privado, se intensificando com o passar dos anos e expandindo também para as terras públicas (do Poder Público Municipal) que haviam na área.

Nesse contexto, esta comunidade passa a ser reconhecida pelo Estado, após a promulgação da Lei das ZEIS⁶, nos anos 2009, recebendo algumas infraestruturas, como capeamento e drenagem pluvial. A infraestrutura social desse espaço conta com uma creche, uma escola municipal, lavanderia pública, um clube de mães, alguns comércios de pequeno porte, um posto de saúde, uma área de lazer (construída pelos próprios moradores).

Em nossa pesquisa⁷, pudemos constatar que 53,3% dos moradores estão no local à cerca de 16 a 25 anos, ou seja, não participaram da ocupação inicial, mas sim, compraram o terreno de algum ex-ocupante, ou ocuparam após a consolidação da comunidade, em terrenos ainda mais precários. Ainda pudemos observar que 20% vieram a morar na localidade há cerca de 2 meses a 8 anos, ou seja, após a consolidação da comunidade enquanto ZEIS e apenas 6,6% dos entrevistados, reside no lugar há mais de 30 anos.⁸

O perfil socioeconômico da comunidade, é o de maior renda dentre as áreas de estudo, mesmo assim, o padrão econômico é predominantemente de renda per capita baixíssima (abaixo de 3 salários mínimos). Das famílias entrevistadas, 33,33% possuíam algum membro da família assalariado, ou pensionista (principalmente pensionista), 33,33%, tinham sua renda formada por bolsa família, bicos eventuais (incluindo faxinas) e auxílio emergencial, 20% retiravam sua renda por meio do comércio local (bodegas) e outros meios e por fim 13,3% não quiseram ou não souberam responder.

No entanto, o plano urbanístico não foi alterado, sendo evidente a concentração de imóveis em pequenos espaços (Figura 2) e a inexistência de rede de esgoto em algumas casas. Pudemos constatar que, algumas ruas alagam em períodos de chuvas torrenciais – inclusive as escolas não funcionam nesses períodos –, demonstrando assim que, apesar de ser uma ZEIS (uma área de intervenção urbanística prioritária), a área não foi devidamente reestruturada pelo Estado. Nesse sentido a ZEIS Invasão do Pelourinho, é resultante de um longo processo de ocupação e transformação, marcado por contradições.

⁶ A ZEIS (Zonas Especiais de Interesse Social) é um instrumento de política urbana que faz parte de uma política habitacional nacional, promulgada após a constituição de 1988 e regulamentada após o Estatuto da Cidade de 2001. Em Campina Grande essa Lei foi idealizada na Lei Complementar, Nº 33/2006, no Plano Diretor à partir da 2ª Conferência da Cidade de Campina Grande (LIMA,2010), realizada nos dias 23 e 24 de julho de 2005 e foi promulgada em 2009 à partir da Lei Nº.4.806. (PEREIRA, 2017)

⁷ Pesquisa realizada no dia 30 de outubro de 2020.

⁸ 31, 25% dos entrevistados não quiseram ou não souberam responder.

FIGURA 2: REGISTRO FOTOGRÁFICO DA ZEIS “INVASÃO DO PELOURINHO”



Fonte: Registro de Campo, 2020. Acervo dos autores (2020)

Em nossa pesquisa de campo, não identificamos nenhuma propriedade regularizada⁹. Como se sabe, um dos objetivos das ZEIS, é a regularização fundiária de interesse social. A regularização fundiária de interesse social¹⁰, é um instrumento jurídico, instituído através da Lei nº 11.977/2009¹¹. Prevê na prática, a regularização de assentamentos irregulares ocupados majoritariamente pela população de baixa renda, ou seja, a titulação da propriedade da terra e a padronização urbanística e social. Como pudemos observar, mesmo a ZEIS “Invasão do Pelourinho” sendo uma das primeiras a serem reconhecidas (PEREIRA, 2017), o processo de regularização fundiária nessa área não foi efetivo, em parte pela própria falta de interesse do Poder Público, aliado a falta de informação dos próprios moradores.

Um processo de ocupação parecido ao da comunidade do Pelourinho se inicia nos anos 1993, na parte mais ao sul do nosso recorte. A comunidade do Distrito dos Mecânicos, está localizada às margens do “Canal do Jardim Paulistano” (vide Figura 1), no bairro Jardim Paulistano, na zona industrial de Campina Grande. O processo de ocupação se deu a partir da auto construção de algumas moradias e a criação de alguns loteamentos não legalizados pelo Estado. Nos anos 1998, o processo de ocupação se amplifica, atraindo moradores de bairros como Catolé, Jardim Paulistano e Liberdade. Atualmente, existem cerca de 60 moradias no local.

Como afirma Flávio Villaça, o padrão de segregação centro x periferia é o mais recorrente na produção das metrópoles brasileiras, resultante da diferenciação social das classes, através da luta por melhores espaços na cidade. Essa luta por espaços na cidade tem

⁹ Segundo Arlete Moyses „a regularização fundiária pode ser de duas ordens, ou coletiva ou individual.e ocorrer em terras privadas (através do usucapião urbano) ou em terras públicas, (através da concessão do uso). (RODRIGUES, 2016).

¹⁰ Sendo um instrumento do Estado capitalista, legítima existência da propriedade privada. Contudo, também representa avanços (nos limites do Estado capitalista), visto que na prática, consubstancia o direito a estratos mais baixos da classe trabalhadora à moradia legal, impedindo a desposseção seja pelo capital privado, seja pelo próprio Estado. (RODRIGUES, 2016)

(83) 3322.3222¹¹ Para uma melhor descrição desse marco legal, vide (RODRIGUES, 2016).

um papel preponderante na conformação urbana da zona industrial, que irradia concentricamente a desvalorização do solo urbano em seu entorno. Sendo assim, há um movimento dialético, onde, enquanto as camadas mais abastadas tendem a se afastar da zona industrial, as camadas pobres da população – não necessariamente proletária, mas sim, inclusive de reserva de mão-de-obra subproletária –, são atraídas para essa zona, tanto em busca de trabalho, quanto de moradia (VILLAÇA, 2017, p. 143).

As evidências empíricas de nosso estudo, corroboram com essa teoria, a ocupação do Distrito dos Mecânicos se localiza na zona industrial da cidade, em uma área antes reservada as oficinas mecânicas, essa fração do espaço concentra quase sem exceção, uma população de baixa renda. A parte mais sul da ocupação, fica próxima a uma área, onde o canal é relativamente barrado por um imóvel industrial, impedindo o fluxo normal do canal (gerando enchentes). A infraestrutura do local, é bem menor que a encontrada na ZEIS Pelourinho, mas, não tanto quanto, a encontrada na Ocupação Pró-Moradia Luiz Gomes. Por estar em um relevo de maior declive, comparado a ZEIS do Pelourinho, a área é submetida a frequentes enchentes (anuais) – visto a impossibilidade de escoamento da água do canal –. Assim, com o transbordamento do canal, algumas casas ficam submersas à mais de 1 metro de água (e êsgoto) em períodos de chuvas intensas.

A infraestrutura urbana é quase inexistente na área (Figura 3), não há rede de água, nem energia, a canalização de êsgoto foi precariamente construída pelos próprios moradores, o barulho das fábricas ao lado da ocupação torna ainda mais insalubre a vida, evidenciando-se que, as condições de vida estão muito longe de serem as ideais. Muitos dos moradores são desempregados e/ou trabalham como ambulantes, (sendo tremendamente afetados pela pandemia).

FIGURA 3: REGISTRO FOTOGRÁFICO DA COMUNIDADE DO DISTRITO DOS MECÂNICOS



Fonte: Registro de Campo, 2020. Acervo dos autores (2020)

De acordo com a nossa pesquisa de campo, 20% dos entrevistados moram no local desde o início da ocupação, 40% começaram a morar a cerca de 1 à 10 anos, 6,6% já moram a 17 anos no local e 33,4% não quiseram responder. Assim, 13,3% das famílias moram no lugar através do pagamento de aluguel, 45,6% destas possuem a posse da casa, no entanto, nenhum dos entrevistados possui a escritura pública da casa, isto é, nenhuma das casas possui regularização fundiária. Sendo assim, boa parte dos ocupantes do início do loteamento, já não moram mais na localidade, havendo ocorrido o repasse das moradias e terras, ou mesmo o aluguel das moradias.

O perfil socioeconômico também chama a atenção, 13,3% dos entrevistados afirmam serem contratados por alguma fábrica do Distrito dos Mecânicos; 33,3% destes, recebem auxílio emergencial, ou bolsa família; 13,3% sobrevivem de outras rendas; 6,6% são pensionistas, e 33,3% não quiseram responder. Parte da renda de alguns moradores, é complementada com a reciclagem de materiais descartados na zona industrial, onde a mesma comunidade se encontra. Nesses conformes, podemos dizer que, enquanto os estratos sociais dominantes buscam moradias afastadas da zona industrial da cidade, para parte das classes dominadas, isso pode não ser uma opção, tanto pela impredência de um lugar para morar, quanto pela necessidade de trabalhar. (Lembrando que de acordo com o zoneamento urbanístico, essas áreas não são habitáveis).

A pandemia, também atingiu a população dessa comunidade (assim como a do Pelourinho e a da Ocupação Luiz Gomes), com suas devidas particularidades. Um dos moradores relata que durante uma das enchentes, sua casa foi inundada pela água e êsgoto, perdendo assim, todos os seus documentos. Sem documentos, o trabalhador, desempregado, não conseguiu retirar o auxílio emergencial, dificultando ainda mais suas condições de vida.

No entanto, enfatizamos que as condições de realização da existência material desses moradores sempre foram mínimas. Mesmo antes da pandemia, muitos deles tinham dificuldade para conseguirem o sustento alimentar diário. Segundo relatos, após o fechamento do restaurante popular (que vendiam refeições no valor de 1,00 R\$), no ano de 2013¹², muitos moradores passaram a viver com uma refeição a menos por dia. Esse mesmo restaurante, próximo a ocupação, abrigou moradores em uma grande enchente, que ocorreu no ano de 2015.

O que chama a atenção, é o fato do Estado (em sua esfera municipal) não promover nenhuma melhoria urbanística, ou de infraestrutura social na localidade. Não se encontra nessa fração do espaço, drenagem hídrica, nem posto de saúde, escolas ou creches públicas. Outro ponto a ser levantado, é o fato da comunidade não ter sido reconhecida como ZEIS, pelo Estado, mesmo possuindo mais de 50 moradias (um dos critérios levados em conta). Pelo discurso do poder público, segundo os moradores, a comunidade é tratada como culpada de estar nessa área de risco e portanto, elas seriam vítimas de um problema criado pela mesma.

Segundo o discurso dominante, a cidade é produzida apenas pelo Estado e os agentes capitalistas, sendo assim, os outros agentes, “não tipicamente capitalistas, como os que produzem a cidade com autoconstrução, mutirão, favelas, ocupações coletivas, parecem ser apenas os causadores dos problemas” (RODRIGUES, 2007, p. 75). Dessa forma, a segregação, é vista nessa ótica, como uma consequência dos próprios grupos excluídos do circuito do capital e da forma jurídica do Estado capitalista.

Devemos ressaltar, que a possibilidade reprodução da classe trabalhadora (reprodução da existência material) no capitalismo, é determinada pelo seu poder de compra. Nesse sentido, é o Estado que determina o quanto o trabalhador médio necessita para sua sobrevivência, a partir da definição do salário mínimo (RODRIGUES, 2007). Nesse contexto, o preço e a renda do solo urbano, é determinado pelas forças do mercado imobiliário, tornando inviável para uma grande parte das classes populares a compra da casa, ou do pagamento do aluguel. Evidencia-se dessa maneira, uma contradição entre o poder de compra determinado arbitrariamente ao trabalhador – pelo Estado e pelas forças do mercado – e a possibilidade concreta de compra e de realização de suas necessidades.

Por outro lado, o Estado (em tese) se responsabiliza pela provisão de equipamento de uso e consumo coletivo no espaço urbano (Saneamento, moradia, transportes coletivos, etc.) (RODRIGUES, 2007, p. 74). Entretanto, a definição do papel de prover essa infraestrutura

(83) 3322.3222¹² Por escolha política de não reabrir do Prefeito Romero Rodrigues – PSDB.

para a sociedade como um todo, se dá formalmente, pois, quando analisamos de maneira crítica, observamos que prioridade dessa natureza de investimento é, em primeiro lugar, a de proporcionar as condições de reprodução do capital. Nesse sentido, é evidente a contradição entre o Estado provedor (formalmente) das condições de reprodução da classe trabalhadora e do capital, e o Estado em sua forma real, um provedor seletivo, que prioriza a reprodução do capital em detrimento das classes sociais dominadas.

Destarte, os grupos excluídos – aqueles não atendidos pelo Estado e principalmente aqueles excluídos das relações de trabalho capitalistas –, são compelidos a buscarem as condições de reprodução da existência material com “suas próprias mãos”, através da produção de favelas, da auto-construção em loteamentos não-regulado pelo Estado, ocupações coletivas e etc. Esses grupos sociais oprimidos e despossuídos, estabelecem a produção de seus próprios valores de uso, mesmo que de forma precarizada. Dessa forma, a produção autônoma da moradia por parte desses grupos, representa “na ótica do capitalismo e do Estado capitalista”, a ilegalidade urbanística e jurídica (RODRIGUES, 2007, p. 76-7).

Na pandemia, a questão da moradia foi colocada no centro das necessidades de uma parcela enorme da população trabalhadora brasileira. Com a crise econômica e a impossibilidade de muitos trabalharem pagarem seus aluguéis, a realidade se impôs¹³. O aumento da favelização no Brasil, parece ser eminente.

Esse fenômeno vem ocorrendo em Campina Grande, com uma nova ocupação no bairro do Cruzeiro, a Ocupação Pró-Moradia Luiz Gomes. Essa ocupação foi iniciada no mês de maio de 2020, onde alguns moradores, advindos de bairros próximos, e de outras comunidades (como a própria comunidade do Distrito dos Mecânicos), se organizaram para decidirem onde iriam ocupar, nesse caso, um terreno da PMCG (Prefeitura Municipal de Campina Grande).

A partir da ocupação inicial, com cerca de 15 à 30 moradores, se deu subsequentemente um processo de ocupação espontânea, onde outras 150 famílias passaram também a ocupar (totalizando 180 moradias). No entanto, apenas uma parte dos moradores passou a residir de forma permanente no local, no mês de outubro de 2020, apenas 24 famílias ocupavam de maneira constante. O local da ocupação assim, como no Pelourinho e na comunidade do Distrito dos Mecânicos, também se dá em terras públicas (da Prefeitura

¹³LABCIDADE. Remoções aumentam durante a pandemia na Grande São Paulo, São Paulo. 23 de julho de 2020. <http://www.labcidade.fau.usp.br/remocoes-aumentam-durante-a-pandemia-despejzero/> Acessado em: 13/11/2020

Municipal de Campina Grande), nas margens do mesmo “Canal do Jardim Paulistano”, ao sul do Pelourinho.

A infraestrutura do local é nula (Figura 4), não há água, nem luz, muito menos esgoto. Alguns banheiros improvisados foram feitos pelos próprios moradores, no entanto, nem todos os moradores possuem acesso fácil aos banheiros. Muitos deles, são obrigados a fazerem suas necessidades fisiológicas em sacolas ou baldes, que são despejados no canal ao lado. Os mesmos relatam a presença constante de insetos nas moradias e a ocorrência de doenças entre as crianças e recém-nascidos, como pneumonia e ranceniase. Esse é um dos fatores para muitas das famílias terem abandonado a ocupação, ou não terem condições para ocuparem de maneira contínua. As famílias restantes, permanecem por não terem alternativa alguma e/ou, por acreditarem no potencial de transformação social do movimento.

Figura 4: REGISTRO FOTOGRÁFICO DA OCUPAÇÃO PRÓ-MORADIA LUIZ GOMES.



Fonte: Registro de Campo, 2020. Acervo dos autores (2020)

A pesquisa empírica foi bastante elucidativa, percebemos que a maior parte dos moradores estavam com vários meses de aluguel atrasado, sendo um dos motivos principais para terem deixado suas antigas moradias. Dos entrevistados, 53,3 % ocupam a área à 6 meses (ou seja, desde o início), 26,6 % ocupam à 5 meses, e 20% iniciaram a construção de suas casas entre 1 e 4 meses. Sobre o motivo da ocupação, 66,6 % relatam que vieram morar no local, por não conseguirem pagar o aluguel (ou seja, foram despejados), 26,6% moravam de favor (alguns também foram despejados por intrigas familiares) e 6,6% não quiseram informar. Todos os ocupantes são desempregados, vivem de trabalhos eventuais e de doações,

muitos dos ocupantes são carroceiros, catadores de material reciclável, ou serventes de pedreiro e trabalhadores em serviços gerais.

É evidente a dificuldade material desses moradores. 73,3% estão sobrevivendo através de programas assistenciais (Bolsa família e Auxílio Emergencial), os restantes que não conseguiram o auxílio, sobrevivem de trabalhos eventuais e doações (20%) (6,6% dos entrevistados não quiseram ou não souberam responder).

As ocupações, são, portanto, processos socioespaciais definidos pelos grupos não hegemônicos, despossuídos. Esses, por não possuírem capital, se encontram excluídos do mercado da moradia, ou seja, precisam, com suas próprias mãos, criarem um valor de uso imprescindível para a reprodução de suas vidas, a sua casa.

No entanto, quando analisamos essa produção autônoma da moradia em sua forma social real, isto é, dentro dos marcos da não-propriedade, consideramos não apenas legítimo, mas também, uma norma mais ou menos aceita socialmente, nos marcos da produção do espaço urbano brasileiro. Como bem analisa Francisco de Oliveira, o território brasileiro se constituiu fora dos limites da propriedade privada da terra e conseqüentemente, a urbanização brasileira é também uma exceção a regra liberal. (OLIVEIRA, 2013, p. 11)

Isso significa que, se os despossuídos se encontram impossibilitados de acessar a propriedade legal da terra, é necessário transgredir as próprias leis do Estado. Nesse caso, a “invasão”, formalmente ilegal do ponto de vista do Estado, se torna na prática uma regra legitimada pelo mesmo, um acordo tácito, implícito a própria produção do espaço urbano brasileiro. Nesses termos a exceção às leis, se torna uma regra. Daí nasce a especificidade do urbano no Brasil (OLIVEIRA, 2013, p. 12).

A produção do espaço da moradia nesses termos, é cada vez maior, na medida que "Quanto mais cidade se produz, na lógica do capital, maior o preço da terra e das edificações" (RODRIGUES, 2007, p. 80), visto que a cidade enquanto mercadoria, está em constante processo de valorização, determinado pelo seu atributo de acumulação progressiva de trabalho morto, seja pelo capital (com a construção de novos empreendimentos e estocagem de terras), seja pelo Estado (através da progressiva infraestruturação do espaço urbano e expansão do perímetro urbano).

Isso ocorre, porque o capital consome espaço, transformando-o em valor de troca, e cria um mercado de habitação (excludente por natureza). A competitividade do mercado imobiliário implica na desordem do desenvolvimento urbano, tendo em vista que, com o desenvolvimento da especulação, a função integradora da renda do solo é desestruturada.

Assim, a renda do solo deixa de coordenar as exigências da universalização do trabalho

abstrato e o Estado é chamado a intervir por meio do planejamento urbano (SMITH, 1988, p. 200). No entanto, esse planejamento urbano, não corresponde a ordem da sociedade como um todo, mas sim, à “uma ordem coletiva para o capital”.

Francisco de Oliveira, ao discutir o “Estado e o Urbano no Brasil”, afirma que as classes médias altas são as maiores responsáveis pelos gastos com a urbanização, pois fazem parte de representativo estrato social, situado nas cidades. Essa classe alta classe média, assume um poder político sobre o Estado, a partir da desarticulação política do operariado ocorrida após 1964. Dessa forma, enquanto falta voz às classes populares, essas classes médias altas, influenciam enormemente à estrutura do Estado e sua dinâmica dentro da produção do espaço urbano (OLIVEIRA, 1982, p. 50-3).

Nesse contexto, Arlete Moyses, demonstra que a regularização fundiária enquanto política pública, pode ser considerar uma ferramenta importante na luta pelo Direito a Cidade. Apesar de não modificar as relações de produção capitalista, nem de atacar diretamente a propriedade privada. Permite pôr em evidência, o reconhecimento da moradia como um direito humano de maneira efetiva, demonstrando uma potencialidade contestatória; contestatória em relação ao monopólio da terra e aos privilégios de seus detentores. No entanto, a história recente tem demonstrado, que essa lei tem sido aplicada em grande parte, apenas as terras públicas. Demonstrando os limites históricos, mas também políticos da luta mediada pelos avanços da legislação estatal (RODRIGUES, 2016).

Por isso, devemos ponderar uma questão no tocante a valoração progressiva da cidade (e por conseguinte das moradias e do espaço não construído). Quando falamos em mediação do Estado e do Capital, na valorização do espaço, temos de considerar quem efetivamente produz o espaço. Piotr Kropotkin, afirma que o valor de cada fração do espaço urbano se dá em função de um trabalho coletivo, realizado por várias gerações de trabalhadoras e trabalhadores na cidade como um todo. Portanto, o valor de uma moradia ou de um terreno, é relativo ao valor global do trabalho materializado na cidade. Nesse sentido, a cidade é produzida pelos trabalhadores. (KROPOTKIN, 2005, p.85).

Se a cidade é produzida pelos trabalhadores, a sua apropriação pelo capital, se dá a partir da alienação, nesses termos, a ocupação e a habitação não regularizadas pelo Estado, não são apropriações indevidas, são na verdade, apropriações não reconhecidas pelos agentes hegemônicos que produzem a ideologia da propriedade privada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa possibilitou refletirmos sobre as especificidades do urbano no Brasil e em especial, de uma cidade do interior do Nordeste. Verificamos que, o processo de ocupação em cada localidade, se dá de forma articulada à um padrão de exclusão e segregação, que se conforma em frações dos bairros Cruzeiro e Jardim Paulistano. No entanto, cada área possui especificidades históricas em seu processo de construção e de estabelecimento enquanto comunidade.

Em primeiro lugar, todas as residências estão localizadas muito próximas a um mesmo canal de drenagem e esgoto, sendo assoladas periodicamente por enchentes que põem em risco a vida dos moradores. Assim, parte das comunidades se conforma enquanto área de risco, o que pode vir a ser, um fator de impossibilidade de regulamentação fundiária. No entanto, em caso de concordância dos moradores, poderia ser resolvido com a realocação em outras áreas (que não fossem segregadas da cidade).

Nesses termos, podemos dizer que a comunidade do Distrito dos Mecânicos, possui uma infraestrutura socioespacial mais precária que a da “ZEIS Invasão do Pelourinho”, mesmo sendo circunjacente e tendo um tempo de existência próximo ao dessa. O que nos leva a questionar os motivos da não inclusão da comunidade do Distrito dos Mecânicos na lei da ZEIS. Também foi possível constatar, que a ZEIS do Pelourinho, recebeu algumas intervenções que permitiram melhorias nas condições de habitabilidade (apesar de não serem as ideais). No entanto, apesar da ZEIS do Pelourinho ser reconhecida pelo Estado, como uma zona prioritária de intervenção, a mesma possui vários problemas do ponto de vista urbanístico e de infraestrutura social, onde, inclusive, não houve regularização fundiária.

Já na Ocupação Pró-Moradia Luiz Gomes, as condições de vida são insuportáveis e põem em xeque o papel do Estado enquanto provedor de um direito básico, o direito à moradia e o papel do mercado enquanto instância correspondente às necessidades sociais. Mas também coloca em questão, a atuação do Estado brasileiro em todas as suas esferas, na forma como vem enfrentando a pandemia. Os moradores não tiveram nenhuma assistência do poder público. No entanto, tiveram apoio de alguns grupos autônomos de apoio mútuo como o “Amigos do Jardim” e do Comitê Sanitário de Defesa Popular (CSDP), entre outras entidades,

Esse movimento social urbano (Ocupação Pró-Moradia Luiz Gomes), se encontra em um impasse com o Poder público local, visto que, as autoridades afirmam já existir um projeto habitacional para a área e que, nesses termos, os moradores deveriam se retirar (mas

para onde não dizem). Dada a indefinição do Estado e sua falta de comprometimento com uma política urbana inclusiva, os moradores continuam lutando pelo direito básico da moradia, a intenção dos mesmos, não é, necessariamente, morar naquela localidade, mas sim, a partir da ação direta, conseguirem uma moradia digna. Portanto, esse movimento coloca em evidência as tensões inerentes a sociedade classes e apontam para a necessidade de um horizonte de luta mais amplo entre as classes dominadas, de forma a permitir abarcar o direito à cidade.

Por fim, entendemos que a regularização fundiária encontra grandes limites, em um país onde a propriedade privada não é um direito de todos, mas sim de uma classe (e não poderia ser diferente no capitalismo). Dessa forma, apesar da regularização fundiária de interesse social, representar um avanço no marco jurídico e legal, a mesma não resolve as contradições inerentes ao sistema capitalista. Dessa forma, a transformação da natureza desigual da cidade, depende de inquirir a raiz que a funda enquanto tal, a propriedade privada.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, C. A. **Espaços da Destituição e as Políticas Urbanas e Regionais no Brasil: uma visão panorâmica.** Nova Economia, Belo Horizonte, v. 26, número especial, p. 1097-1132, 2016

CARVALHO, Maria Jackeline Feitosa. **Para Além da Pedra e Cal: Discursos e Imagens de Campina Grande (1970 a 2000)** – Campina Grande, EDUEPB, 2017.

CORRÊA, Roberto Lobato. **Sobre Agentes Sociais, Escala e Produção do Espaço: Um texto para discussão.** In: CARLOS, Ana Fani Alessandri. SOUZA, Marcelo Lopes de. SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. *A Produção do Espaço Urbano: agentes e processos, escalas e desafios.* São Paulo: Contexto, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Regiões de Influência de Cidades** - 2018. Rio de Janeiro. IBGE, 2020.

KROPOTKIN, Piotr. **La Conquista del Pan** - 1a ed. Buenos Aires: Libros de Anarres, 2005.

LIMA, Yure Silva. **A Política Habitacional em Campina Grande-PB (1980-2009).** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba João Pessoa, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Programa de Pós Graduação em Geografia, 2010.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003

MARICATO, Erminia. **Conhecer para Resolver a Cidade Ilegal** in: CASTRIOTA, L.B. (org.) *Urbanização Brasileira: Redescobertas.* Belo Horizonte: editora Arte, 2003. p. 78-96.

OLIVEIRA, Francisco de. **O Estado e o Urbano no Brasil**. Espaço e Debates, São Paulo: NERU, n.6, p.36-54, jun./set. 1982

OLIVEIRA, Francisco de. **Entrevista Francisco de Oliveira**. In: BARROS, J.; DUARTE, L.; SILVA, E.B. (Orgs). Caderno de debates 2. Cidades e conflitos: o urbano na produção do Brasil contemporâneo. Rio de Janeiro: FASE, 2013. Disponível em: [https://fase.org.br/wpcontent/uploads/2013/09/Caderno de Debates 2.pdf](https://fase.org.br/wpcontent/uploads/2013/09/Caderno_de_Debates_2.pdf)

PEREIRA, D. M. F **Os Movimentos Sociais Urbanos No Processo De Reestruturação Das Zonas Especiais De Interesse Social Em Campina Grande/PB**: o caso da ZEIS “invasão do pelourinho”. In: XV Simpósio Nacional de Geografia Urbana, Salvador: UFBA, 2017.

RODRIGUES, Arlete, M. **A Regularização Fundiária de Interesse Social Como Possibilidade de Realização do Direito à Cidade**. XIV Colóquio internacional de teocrática las utopias y la construcción de la sociedade del futuro. Barcelona, 2-7 de mayo de 2016.

RODRIGUES, Arlete, M. **Desigualdades Socioespaciais- A Luta Pelo Direito à Cidade**. Cidades, v. 4, n.6, 2007, p.73-88

SÁTYRO MAIA, Doralice. **A periferização e a Fragmentação da Cidade: loteamentos fechados, conjuntos habitacionais populares e loteamentos irregulares na cidade de Campina Grande-PB, Brasil**. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2010, vol. XIV, nº 331 (80). <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-331/sn-331-80.htm>>. [ISSN: 1138-9788].

SMITH, N. **Desenvolvimento Desigual: natureza, capital e a produção do espaço**. Trad. Eduardo de Almeida Navarro. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

VILLAÇA, F. **Espaço Intra-urbano no Brasil**. 2. ed. – São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln institute, 2017.

A UTILIZAÇÃO DAS PLANTAS MEDICINAIS COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE BOTÂNICA

Wagner Silva ¹
Milene Maria da Silva-Castro ²

RESUMO

O uso das plantas pela espécie humana ocorre das mais variadas maneiras. Em diversas comunidades, as plantas representam o único recurso terapêutico. 80% da população mundial utiliza desta cultura medicinal. Nessas comunidades, estes conhecimentos são transmitidos de modo informal, uma prática espontânea que ajuda a formar pessoas. Isso contribui para descobertas de substâncias de origem vegetal com aplicações médicas e o seu efeito no comportamento dos usuários. É necessário considerar no ensino, os diversos contextos que refletem no ambiente escolar, a exemplo, as experiências pessoais de cada envolvido, tornando-as objeto de análise nos processos de ensino-aprendizagem, possibilitando a construção da autonomia do educando. A abordagem de conhecimentos tradicionais é importante, pois a escola contribui para a construção de valores e estratégias que permitem aos discentes um novo contato com o meio no qual convivem. A presente pesquisa, realizada por intermédio de intervenção, associada a uma entrevista semiestruturada, como metodologias para coleta de dados e utiliza a análise de conteúdo para exploração dos dados. Foram abordadas uma diversidade correspondente a 41 espécies vegetais, maioria cultivada pelos educandos. Cada estudante elaborou pôsteres informativo sobre uma das plantas medicinais, deixando-o visível próximo a horta escolar onde as espécies também são cultivadas. A unificação de conhecimentos tradicionais com científicos, propicia o entendimento que o conhecimento popular serve de instrumento para as pesquisas científicas. Atividades como tal, contribuem para um conhecimento significativo, tendo em vista a abordagem baseada no conhecimento prévio, estimulando o educando a questionar, pesquisar, explorar e preservar o meio em que vive.

Palavras-chave: Conhecimento tradicional, Pedagogia crítica, Ensino de Ciências, Ensino de Biologia, Aprendizagem significativa.

INTRODUÇÃO

O uso das plantas pela espécie humana, historicamente, ocorre das mais variadas maneiras. Sendo utilizada principalmente, na alimentação, vestimenta, no tratamento, prevenção e cura de doenças. A utilização de plantas com finalidades medicinais tem evoluído ao longo do tempo (LORENZI, MATOS, 2008; SALGADO, GUIDO, 2007).

Na antiguidade, por intermédio de métodos primitivos, os vegetais eram manipulados com vistas à obtenção dos compostos farmacológicos presentes nas raízes, caules e folhas. Essas são práticas culturais que perpassam gerações em diversas famílias por todo o mundo (DA CUNHA, 2003; LORENZI, MATOS, 2008; SALGADO, GUIDO, 2007).

¹ Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, wagner.silva@uesb.edu.br;

(83) 3322.3222² Professora orientadora, Doutora – UESB, milenebig@yahoo.com.br;

Apesar de atualmente já existirem formas sofisticadas para fabricação industrial de medicamentos, ainda há pessoas que utilizam dos métodos primitivos como chás, garrafadas, infusão, dentre outros métodos (DA CUNHA, 2003).

Em diversas comunidades no Brasil, as plantas representam o único recurso terapêutico, sendo também cultivadas em pequenas plantações para obtenção de seus sustentos. Geralmente, os membros destas comunidades possuem um grande conhecimento sobre as plantas e seu uso medicinal, as quais têm a propriedade de contribuir para reações benéficas ao organismo. Com base em dados da Organização Mundial de Saúde, cerca de 80% da população mundial utiliza desta cultura medicinal (BRASIL, 2006; MACIEL, 2002).

Dentro dessas comunidades estes conhecimentos são transmitidos entre familiares de modo informal, tendo por característica a transmissão cultural. Conforme Montevechi (2005) a educação informal é tem por base veicular informações de forma não sistematizada, sendo uma prática espontânea que ajuda a formar pessoas de modo disperso e informal, ou seja, é a forma educativa realizada nas vivências do cotidiano.

Silveira e Farias (2009) consideram que o saber transmitido por meio da educação informal se processa por meio de membros mais velhos com os membros mais novos nas famílias. Assim, qualquer pessoa pode adquirir e acumular conhecimentos, através de experiência diária em casa, no trabalho e no lazer, por intermédio das diversas relações sociais (BIANCONI; CARUSO, 2005).

No campo das Ciências Biológicas, a subárea Etnobiologia tem por objetivo o estudo do contato entre as classificações biológicas com as percepções, conceitos e classificações feitas por comunidades que, na maioria das vezes, apresentam concepções de vida e mundo diferentes das estabelecidas pelo saber científico (ROCHA-COELHO, 2009). A Etnobiologia registra o conhecimento popular sobre as plantas e restaura a prática da etnomedicina. Isso contribui para descobertas de substâncias de origem vegetal com aplicações médicas e o seu efeito no comportamento individual e coletivo dos usuários (JORGE, 2013).

Para Giroux (2016) é necessário considerar no ensino os diversos contextos que refletem no ambiente escolar, a exemplo, as experiências pessoais de vida de cada envolvido, tornando-as objeto de análise nos processos de ensino-aprendizagem, contemplando autorreflexão, crítica e possibilidades, possibilitando a construção da autonomia do educando.

Ao considerar a utilização de plantas medicinais pelos estudantes no contexto do ensino de Botânica, possibilitamos também a compreensão de como ocorre a construção e a validação do conhecimento científico.

No que diz respeito às plantas, é por meio de pesquisas científicas para analisar a efetividade dos princípios ativos presentes nos compostos químicos, que o conhecimento medicamentoso da flora é explorado. Ao respaldar-se do conhecimento popular para o desenvolvimento de demais estudos, este contribui para a grande produção de medicamentos sintéticos derivados das plantas (TRISTÃO, 2004).

Outrossim, a abordagem de conhecimentos tradicionais no ambiente escolar é importante pelo fato da escola contribuir para a construção de valores e estratégias que permitem aos discentes um novo contato com o meio no qual convivem (TRISTÃO, 2004).

Com base em Paulo Freire, Giroux (2016) aborda que é preciso que o estudante estabeleça conexões entre os conhecimentos existentes em sua estrutura cognitiva e outros conhecimentos, desenvolvendo consciência de liberdade e possibilitando uma educação transformadora, crítica e problematizadora.

No campo do ensino de Ciências e Biologia, para Krasilchik (2019), é necessário incluir conteúdos que inter-relacionem com temáticas sobre à diversidade cultural, aspectos bioéticos e sociais, articulação entre a escola e comunidade e a educação ambiental, devendo estas serem parte do ensino nesta área de conhecimento.

O processo educacional, na pedagogia Freireana, oferece ao educando maneiras diferenciadas de pensar e agir de forma criativa e independente, contribuindo para a formação de uma sociedade mais justa e democrática (GIROUX, 2016).

Nesta premissa, a presente pesquisa, parte do trabalho de conclusão de curso do primeiro autor, utiliza do conhecimento tradicional de estudantes o ensino fundamental, sobre plantas medicinais, com vistas a discutir como ocorre a construção do conhecimento científico e a importância do conhecimento popular.

METODOLOGIA

A presente pesquisa contou com a participação voluntária de 13 estudantes do 9º ano do ensino fundamental II, matriculados na rede pública de ensino do estado da Bahia. Sendo realizada por intermédio de uma intervenção, caracterizada por Kobashigawa *et. al.* (2008) como um conjunto de atividades mediadas pelo professor, que permite aos discentes questionar, sanar dúvidas e realizar ações.

Para este fim, a intervenção foi associada a uma entrevista semiestruturada, que permite ao entrevistado a liberdade de manifestação. Estas metodologias permitem ao pesquisador trabalhar variados temas, utilizando recursos como experimentos e trabalhos

em campo. A presente é baseada em uma abordagem qualitativa que trabalha com o universo dos significados, crenças, valores e atitudes (KOBASHIGAWA *et. al.*, 2008; MINAYO; GOMES, 2009).

Os procedimentos para coleta de dados foram realizados no Colégio Estadual Dr. Milton Santos, situado na comunidade de Barro Preto, Jequié – BA, e precedido por uma visita ao Herbário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (HUESB) e ao Laboratório de Química de Produtos Naturais (LPN) da mesma instituição.

A análise dos dados foram realizadas por meio dos questionários, desenhos esquemáticos e dos discursos dos estudantes, tendo como metodologia empregada a análise de conteúdo, que para Puglisi e Franco (2005) tem como ponto de partida a mensagem, seja ela oral ou escrita.

De modo a preservar a identidade dos participantes da pesquisa, o rosto de cada pessoa foi ocultado nas figuras aqui apresentadas. Além disso, o nome foi abreviado em siglas, seguido da idade do educando.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os 13 participantes, 11 destes relataram cultivar plantas para o tratamento de doenças em suas residências. Por meio do questionário que abordou o conhecimento prévio dos estudantes, foram citadas a diversidade que corresponde a cerca de 41 espécies vegetais, que fazem parte de 28 famílias botânicas, cuja maioria está presente também na casas dos educandos.

Conforme pode ser visualizado no quadro 01, o nome popular e a finalidade terapêutica são informações que, de acordo com estes participantes, foram obtidas por meio dos seus familiares que fazem deste recurso vegetal, o que compactual com o que é abordado por Silveira e Farias (2009) ao discutir como estas informações são transmitidas pelos familiares.

Muitas destas informações pontuadas pelos estudantes também são informações que são reverberadas por Lorenzi e Matos (2008) que apresentam informações botânicas e bioquímicas para cada espécie considerada medicinal.

Quadro 01: Espécies vegetais citadas pelos estudantes e suas respectivas finalidades.

Nome popular citado	Nome científico	Finalidade terapêutica
------------------------	-----------------	------------------------

Abacaxi	<i>Ananas sativum</i> L.	Gripe
Alecrim	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Febre e gripe
Alfavaca	<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	Sinusite
Aroeira	<i>Schinustere binthifolius</i> Raddi	Dores intestinais
Arruda	<i>Ruta graveolens</i> L.	Cólicas intestinais e menstruais
Babosa	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.	Lesões cutâneas
Bétula	<i>Betula pendula</i> Roth	Diurético
Boldo	<i>Peumus boldus</i> Molina	Desconforto intestinal
Buchinha do norte	<i>Luffa operculata</i> (L) Cogn.	Sinusite e rinite
Buriti	<i>Mauritia flexuosa</i> L.	Câncer
Calêndula	<i>Calendula officinalis</i> L.	Cicatrizante
Camomila	<i>Matricaria recutita</i> L.	Calmante
Canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> J.Presl	Menstruação atrasada
Capim cidreira	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf.	Calmante; desconforto intestinal
Ciriguela	<i>Spondias purpurea</i> L.	Pressão alta
Dente de leão	<i>Taraxacum adamii</i> Claire	Insuficiência hepática
Erva doce	<i>Pimpinella anisum</i> L.	Calmante, previne mau hálito
Espinheira-santa	<i>Maytenus ilicifolia</i> Mart.	Gastrite, úlceras, azia
Fedegoso	<i>Heliotropium elongatum</i> Willd.	Febres, dores, diurético
Ginseng	<i>Panax ginseng</i> C.A. Mey.	Anti-inflamatório
Girassol	<i>Helianthus annuus</i> L.	Diminui o LDL
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.	Corrimento vaginal
Graviola	<i>Annona muricata</i> L.	Anti-inflamatório e antirreumática
Hibisco	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	Diurético, calmante
Hortelã grosso	<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng.	Desconforto intestinal
Imburana	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett	Cicatrizante
Jasmim chinês	<i>Jasminum multiflorum</i> (Burm.) Andrews	Tosses; analgésico
Laranjeira	<i>Citrusx sinensis</i> Macfad.	Dores estomacais

Limão	<i>Citruslimonum</i> (L.) Burm.	Enjoos
Macela	<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	Dores de cabeça, cólica, desconforto estomacal
Malva	<i>Malva sylvestris</i> L.	Infecções bucais
Mastruz	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Anti-inflamatório
Nogueira	<i>Juglans regia</i> L.	Afecções cutâneas
Noz-moscada	<i>Myristica fragrans</i> Houtt.	Derrame, dor de cabeça
Palma-de-gado	<i>Opuntiaficus-indica</i> (L.) Mill.	Inflamação vaginal
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Reumatismo
Quebra-pedra	<i>Phyllanthus amarus</i> Shum. Et Torn.	Doenças dos rins, infecções urinárias
Salsa	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Nym.	Infecção urinária
Tamarindo	<i>Tamarindus indicus</i> L.	Gripe e tosse
Urucum	<i>Bixa orellana</i> L.	Gripes, bronquite, diabetes
Velame	<i>Croton</i> sp.	Hemorroida

A esta diversidade de plantas citadas pelos estudantes, estes a consideram como sendo melhor do que um medicamento sintético, pelo fato de ser algo natural e não ter efeitos colaterais.

Em contraponto Tôrres (2005) alerta que esta é uma prática pouco cuidadosa, pois a maioria das pessoas que utilizam plantas medicinais, acreditam que por ser algo natural não tem como fazer mal. Deste modo, o conhecimento insuficiente sobre o assunto pode causar efeitos indesejados como intoxicações ou ausência da resposta medicamentosa se não for administrado de forma correta.

Ao possibilitar que os estudantes pudessem colocar em destaque os seus conhecimentos tácitos, foi priorizado o conhecimento prévio, permitindo que o educando seja o ator principal do processo educativo. Para Ausubel, Novak e Hanesian (1983) “O fator mais importante que influi na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Isto deve ser averiguado e o ensino deve depender desses dados”.

Nesta perspectiva, o docente assume uma postura de mediador do conhecimento, cabendo a este identificar conhecimentos prévios dos estudantes com vistas a relacioná-lo ao

conhecimento científico e contextualizá-lo, de acordo com a necessidade educacional do aluno.

Conforme discutido por Miras (2006), o processo de aprendizagem de um conteúdo deve ser baseado na capacidade de utilizar e atualizar os conhecimentos prévios dos estudantes, sendo importante que o professor, ao planejar qualquer atividade didática, realize uma sondagem do conhecimento que os alunos possuem, de modo a nortear o seu percurso metodológico.

No tocante à intervenção, estes conhecimentos prévios dos educandos foram compartilhados com os demais colegas e também com a comunidade escolar, tendo em vista que cada estudante produziu um pôster, conforme expresso na figura 01, que foram expostos próximo à horta escolar do Colégio Estadual Dr. Milton Santos, tendo como base os seus próprios conhecimentos e também conhecimentos científicos consultados pela literatura.

A unificação de ambos conhecimentos, no contexto do ensino de Ciências, abarcam a ideia de que não há conhecimentos totalmente consensuais ou verdades absolutas ou conhecimentos estagnados. Visto que existem critérios pré-estabelecidos para validação do conhecimento científico.

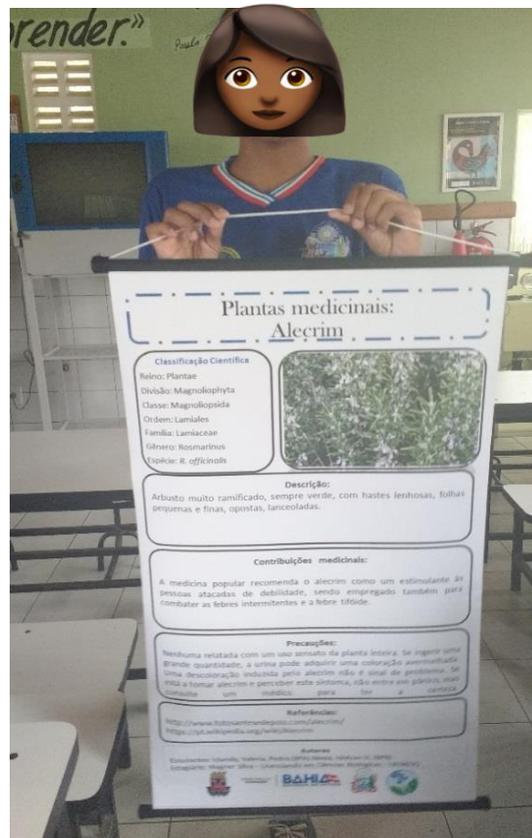


Fig. 01: Pôster informativo sobre a utilização medicinal de Alecrim.

A elaboração e exibição dos pôsteres possibilita o compartilhamento dos saberes dos estudantes com os seus demais colegas, bem como, com a comunidade escolar, visto que, estes utilizam as plantas como tratamento terapêutico. Assim, o conhecimento popular que eles possuem foi atrelado ao conhecimento científico, uma vez que os pôsteres informa as contribuições medicamentosas da planta e, também informações evolutivas e de parentesco de cada grupo vegetal.

Kovalski (2011) aborda que o saber popular está associado às informações acumuladas ao longo do tempo por uma determinada comunidade em relação às suas práticas, valores, cultura, vivências e experiências. Partilhar estes conhecimentos e entender a importância contribui para preservação e manutenção da diversidade biológica e também está relacionada com a maneira de defender a identidade cultural de grupos tradicionais como indígenas e quilombolas, contribuindo para o reconhecimento identitário (DIEGUES, 1996; SOUZA, 2009).

Foi percebido que a maioria dos alunos deixaram de ser apenas alunos ouvintes, questionando mais a respeito da classificação das plantas, bem como, as diferenças taxonômicas e medicamentosas apresentadas nas três espécies dispostas no pôster, ou seja, passaram a pontuar as diferenças entre as plantas, o que vai de encontro com os estudos de Freire discutido por Giroux (2006) no que tange o desenvolvimento da criticidade e problematização dos conhecimentos. Para Bastos (1994) atividades nesta perspectiva promovem e intensificam a interação entre professor e aluno em sala de aula. Estas atividades, mesmo que em sala de aula e utilizando de recursos alternativos, contribuem para uma aprendizagem significativa e envolvente que subverte a educação bancária criticada por Freire.

Consequente, os estudantes puderam experienciar o processo de inclusão de amostras vegetais junto ao acervo do HUESB, conforme pode ser vislumbado na figura 02.



Fig. 02: Visita dos participantes da pesquisa ao HUESB.

Neste momento foi conhecido no herbário, que é definido por Jorge (2013), como um acervo que possui coleções de materiais botânicos, secos, identificados e ordenados baseado em um sistema taxonômico.

Ao possibilitar aos estudantes a manipulação de plantas, é possível tornar a aprendizagem mais envolvente e significativa, seguindo o raciocínio de Fagundes e Gonzalez (2006), pois os próprios alunos coletaram espécimes, realizaram o processo de montagem e identificação e os reconheceram agora secos e estando disponível para pesquisadores de todo o mundo, acessível no HUESB.

Além tornar a aprendizagem mais envolvente, foi permitido, também, a aproximação daquilo que está presente no cotidiano dos alunos, com a Ciência, através das pesquisas realizadas com plantas na UESB.

No LPN, onde são realizadas pesquisas em busca de substâncias com potencial farmacológico de plantas, foi exemplificado o processo de extração de compostos de plantas, conforme pode ser observado na figura 03.



Fig. 03: Visita ao Laboratório de Produtos Naturais.

Aos estudantes foi propiciado o entendimento que o conhecimento popular serve de instrumento para as pesquisas científicas. Como salientado por Di Stasi (1996), a Ciência teve os seus caminhos trilhados pelo conhecimento humano.

Os estudos com plantas desenvolvidos no LPN e no HUESB, contemplam uma perspectiva interdisciplinar, por abranger conhecimentos de diversas áreas (CASAGRANDE, 2009; JORGE, 2013). Nestes estudos, fica evidenciado a interação homem-planta no contexto da relação sociedade-natureza, que são descritos por Casagrande (2009) e Jorge (2013).

A interdisciplinaridade é considerada por Krasilchik (2019) como uma possibilidade para melhoria do ensino de Ciências Biológicas, além de ser uma das exigências das Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação docente, que prevê que o professor precisa contemplar esta perspectiva durante a sua prática docente, o que contribui para o ensino crítico e contextualizado do educando da educação básica.

A visita à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia permitiu, não somente a ampliação do conhecimento relacionado as plantas medicinais, mas também da instituição como uma possibilidade de aprendizagem para aqueles que almejam cursar o ensino superior, como pode ser evidenciado nas falas dos estudantes, ao adentrar a UESB:

“Aqui é assim, tudo aberto? Qualquer um pode entrar?” (P.B, 15 anos);

“É difícil passar pra estudar aqui, professor?” (I.N, 14 anos);

“Eu preciso fazer o que pra estudar aqui?” (I. S, 15 anos).

Por meio das indagações dos educandos, fica evidenciada a necessidade de aproximação entre a educação básica e o ensino superior. Os discursos que os estudantes possuíam em relação a instituição de ensino superior deixa transparecer o quão distante está a Universidade do cotidiano deles.

A aproximação entre a escola pública e a universidade enriquece ambas, promovendo o compartilhamento de conhecimento e ações que contempla as duas instituições, sendo que uma entidade reelabora e difunde o conhecimento socialmente produzido e outra que habilita profissionais para o exercício de suas funções (GOMES, 2015).

Para Gomes (2015), as universidades públicas têm o como objetivo desenvolver alternativas e promover a revitalização do sistema de ensino, visando contribuir para minimizar as dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem.

Uma das possibilidades para a aproximação entre essas duas instituições é consumada por meio do Programa de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) que, para Ambrosetti *et. al.* (2015), cria condições favoráveis à inserção dos professores em formação no ambiente escolar, beneficiando as pessoas, a escola e a universidade.

O favorecimento da interação entre a escola e a Universidade aproxima o estuante do ensino superior, dando visibilidade para que pessoas pretas, pobres, periféricas, residentes da zona rural também possam conquistar o acesso ao ensino superior, tornando-se também uma prática pedagógica contra-hegemônica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo desenvolvido com estes participantes, estudantes do Colégio Estadual Doutor Milton Santos, é possível concluir que as informações relacionadas às plantas com finalidade terapêutica que estes detém estão relacionadas com a prática cultural repassada entre os seus familiares.

Perpassando por diversas gerações, por meio de uma educação informal, de modo não sistematizado, o uso das plantas medicinais é ensinado e indicado pelos seus descendentes, o que é evidenciado no diálogo dos participantes. Corroborando com os pensamentos de Freire, desenvolver uma práxis pedagógica que contemple histórias, democracia,

memórias, ética, liberdade, igualdade e justiça social é tornar o pedagógico mais político.

Com base nos objetivos propostos e a partir dos resultados obtidos, concluímos que as atividades teórico-práticas, como tal, contribuem para um conhecimento significativo sobre o tema em questão, tendo em vista a abordagem baseada no conhecimento prévio, estimulando o educando a questionar, a pesquisar, explorar e preservar o meio em que vive.

Ao visitarem instituições científicas como o HUESB e LPN, os estudantes podem compreender estes espaços como de varolização do conhecimento popular e também como um espaço para que possam se tornar cientistas.

O desenvolvimento de atividades que aproximam a população das instituições de educação superior é uma possibilidade para contemplar a valorização do conhecimento tradicional e a ampliação da divulgação do conhecimento científico, além do reconhecimento do papel da Universidade na sociedade.

AGRADECIMENTOS

Ao Herbário, na pessoa da Prof.^a Dr.^a Guadalupe Edilma Licon de Macedo, e ao LPN, na pessoa da Prof.^a Dr.^a Suzimone Correia, pela colaboração em possibilitar as visitas a estes espaços de produção do conhecimento científico.

Ao Colégio Estadual Dr. Milton Santos e aos participantes da pesquisa e seus respectivos familiares pelo consentimento para participação dos educandos no processo interventivo.

REFERÊNCIAS

AMBROSETTI, N. B. *et. al.* O Pibid e a aproximação entre universidade e escola:

Implicações na formação profissional dos professores. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 10, n. 2, p. 369-392, 2015.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D., HANESIAN, H. *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México, **Trillas**, 1983.

BASTOS F.P., *Pesquisa-ação emancipatória e prática educacional dialógica, em ciências naturais*. 1994. 68p - **Tese** (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo; 1994.

BIANCONI, M. L.; CARUSO, F. Educação não-formal. **Cienc. Cult.** [online]. 2005. Vol. 57, n.4, pp. 20-20. ISSN 2317-6660.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos.** Brasília. 2006. 60p. Disponível em:
<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_fitoterapicos.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2019.

CASAGRANDE, A. Plantas medicinais e ritualísticas utilizadas pela comunidade do morro da cruz, Porto Alegre- RS. **Trabalho de conclusão de curso** (Bacharel em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2009.

DA CUNHA, A. P. **Aspectos históricos sobre Plantas Medicinais, seus constituintes activos e Fitoterapia.** [S.l.] 2003. Disponível em:
<http://www.ppmac.org/sites/default/files/aspectos_historicos.pdf>. Acesso em 08 jun. 2019.

DI STASI, L. C. (Org.). Plantas medicinais: arte e ciência. Um guia de estudo interdisciplinar. São Paulo: **Editora da Universidade Estadual Paulista**, 1996. 230 p.

DIEGUES, A. C. S. O mito moderno da natureza intocada. 3. ed. São Paulo: **Hucitec**, 2001. 161 p.

FAGUNDES, J. A.; GONZALEZ, C. E. F. **Herbário escolar: suas contribuições ao estudo da Botânica no Ensino Médio.** Pinhais, 2006. Disponível em:
<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1675-8.pdf>>. Acesso em 08 jun. 2019.

GIROUX, H. A. Pedagogia crítica, Paulo Freire e a coragem para ser político. **Revista e-Curriculum**, v. 14, n. 1, p. 296-306, 2016.

GOMES, M. de F. T. Interação universidade-escola: vivenciando a formação docente. **Revista Aproximando**, v. 1, n. 1, 2015.

JORGE, S. S. A. **Plantas Medicinais: Coletânea de Saberes.** [S.l.]. p.14. 2013. Disponível em: <<http://www.agronomiaufs.com.br/index.php/download-e-videos/category/75-downloads>>. Acesso em 06 mai. 2019.

KOBASHIGAWA, A. *et. al.* Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. In: IV Seminário Nacional ABC na

Educação Científica. 2008. São Paulo. **Anais eletrônicos**. São Paulo, 2008.

Disponível em:

<http://www.cienciamao.usp.br/dados/smm/_estacaocienciaformacaodeeducadoresparaoensinodecienciasnasseriesiniciaisdoensinofundamental.trabalho.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2019.

KOVALSKI, M. L.; OBARA, A. T.; FIGUEIREDO, M. C. Diálogo dos saberes: O conhecimento científico e popular das plantas medicinais na escola. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–ENPEC. 2011. Campinas. **Anais eletrônicos**. Campinas, 2011. Disponível em:

<<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1647-1.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2019.

KRASILCHIK, M. Prática de ensino de biologia. 4ª ed. 6ª reimp. São Paulo: **EdUSP**, 2019. 200 p.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. 2.ed. Nova Odessa: **Plantarum**, 2008. 544p.

MACIEL, M. A. M. *et. al.* Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química nova**, v.25, n. 3. p.429-438. 2002.

MINAYO, M. C. S.; GOMES, S. F. D. R. Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade. 21 Ed. Petrópolis: **Vozes**, 2009. 80p.

MIRAS, M. Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In: O construtivismo na sala de aula. São Paulo: **Ática**, 1999. p.57-77.

MONTEVECHI, W. R. A. Educação não formal no Brasil (1500-1808). 2005. 131f. **Dissertação** (Mestrado em Educação) – Centro Universitário Salesiano de São Paulo, São Paulo, 2005.

PUGLISI, M. L.; B. FRANCO. Análise de conteúdo. 2005. Brasília: **Líber Livro**.

ROCHA-COELHO, F. B. Etnobiologia. **UESC/NEAD**. v. 6, 2015. Disponível em:<http://nead.uesc.br/arquivos/Biologia/modulo_8bloco_1/uni_etnobiologia/material_apoio/modulo_etnobiologia.pdf>. Acesso em 08 jun. 2019.

SALGADO, C. L.; GUIDO, L. F. E. **O Conhecimento Popular sobre Plantas: um Estudo Etnobotânico em Quintais do distrito de Martinésia**, Uberlândia-MG, 2007.

SILVEIRA, A. P.; FARIAS, C. C. Estudo etnobotânico na educação básica. **Poiésis - Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação**. UNISUL, Tubarão, v. 2, n.1, p. 14–31, jan/jun. 2009. 2(3), 14-31, 2009. <https://doi.org/10.19177/prppge.v2e3200914-31>.

SOUZA, A. C. F. Políticas públicas de segurança alimentar e nutricional da população negra: um resgate da cultura alimentar em comunidades quilombolas. 2009. 66f. **Trabalho de conclusão de curso** (Bacharel em Nutrição) – Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2009.

TÔRRES, A. R. *et. al.* Estudo sobre o uso de plantas medicinais em crianças hospitalizadas da cidade de João Pessoa: riscos e benefícios. **Revista brasileira de Farmacognosia** [online], 2005, vol.15, n.4, pp. 373-380. <https://doi.org/10.1590/s0102-695x2005000400019>.

TRISTÃO, M. A educação ambiental na formação de professores: redes de saberes. São Paulo: **AnnaBlume**, 2004. 236p.

ANÁLISE DE DESEMPENHO DE BARRAGENS COM NÚCLEO DE CONCRETO ASFÁLTICO

Alexandre de Souza Júnior¹
Henrique Antônio Oliveira Araújo²

RESUMO

As barragens apresentam-se como alternativa viável de convivência com os longos períodos de estiagem das regiões semiáridas ou desérticas. Apesar disso, a escassez de solos e a disponibilidade de jazidas para obter materiais que atendam às necessidades de projeto para a construção de barragens levaram a necessidade de adotar procedimentos alternativos, culminando na aplicação dos núcleos asfálticos em barragens. Nesse contexto, foi analisada a estabilidade de barragens com núcleo asfáltico quanto às condições hidráulicas. Para isso, a metodologia consistiu na modelagem numérica através das ferramentas SEEP/W e SLOPE/W de uma barragem de enrocamento com núcleo argiloso, para efeito de comparação do desempenho, e com núcleo asfáltico. Verificou-se que, os materiais empregados no núcleo das barragens, apresentaram comportamento satisfatórios nas análises de percolação e estabilidade de taludes.

Palavras-chave: Barragem, Núcleo de Concreto Asfáltico, Materiais Betuminosos.

INTRODUÇÃO

Segundo Cirilo (2008), a problemática dos recursos hídricos em regiões áridas e seminárias é o ponto central para superar os obstáculos ao progresso dessas regiões. De fato, os governantes atuam para implementar infraestruturas capazes de garantir água suficiente para o abastecimento humano e animal, além de viabilizar a irrigação. Apesar disso, esse esforço, de forma global, é insuficiente para resolução dos problemas recorrentes da escassez hídrica. Isso faz com que essas regiões continuem vulneráveis aos períodos de estiagem, especialmente quando se trata do uso difuso da água no meio rural.

Barragem é qualquer obstáculo construído em um curso d'água e que resulta no acúmulo e elevação do seu nível à montante da construção desse obstáculo (QUEIROZ DE CARVALHO, 1999).

Assim, constrói-se uma barragem para o represamento de água que irá servir para o abastecimento humano e industrial ou mesmo para irrigação ou para a piscicultura. Pode-se também decidir pela construção de uma barragem quando há a necessidade de controlar o

¹ Mestrando do Curso de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, alexandrejr5@hotmail.com;

² Mestrando do Curso de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG,

(83) 3322.3222 henrique.zamoura@gmail.com;

regime fluvial cheias de um rio e seus afluentes. Adiciona-se a estes objetivos a construção de barragens para a geração de energia elétrica recreação e a navegação (QUEIROZ DE CARVALHO, 1999).

Existem vários tipos de barragem que se diferenciam quanto ao formato, processo construtivo, características do material utilizado, além das estruturas funcionais imprescindíveis à estabilidade da estrutura. A escolha do método executivo leva em consideração a rapidez na execução e a economia.

Historicamente, os materiais betuminosos são utilizados para construção e impermeabilizações, sendo as misturas asfálticas utilizadas como elemento impermeabilizantes de barragens, principalmente na face de montante ou como núcleo da barragem (GUIMARÃES, 2012).

O asfalto, além de ser um material viscoelástico-plástico, impermeável e com trabalhabilidade, apresenta também capacidade de autocicatrização, aceitando melhor a ocorrência de recalques diferenciais. Somado a isso, possui características de flexibilidade e alta resistência à ação da maioria dos ácidos inorgânicos, sais e álcalis. Essas características possibilitam seu uso como produto de mistura asfáltica para o núcleo de barragens (MICHELUZZI, 2016).

A adoção de núcleo de concreto asfáltico constitui alternativa interessante para execução de obras hidráulicas, por exemplo barragens e hidrelétricas, pois possibilita a adoção de elementos estruturais esbeltos, taludes íngremes, economia de materiais, além de execução simplificada, prazo reduzido e redução dos custos quando sob ação de condições climáticas diversas.

Além de ser impermeável e flexível, o núcleo de asfalto oferece resistência à erosão e ao envelhecimento, possibilitando com isso a utilização de rocha de baixa qualidade e fundações com sobrecarga compressiva profunda para projetos de barragens (WANG *et al.*, 2018).

De maneira geral, o concreto asfáltico é usado como barreira de água em barragens conferindo resistência à estanqueidade e, portanto, a permeabilidade é a propriedade mais relevante a ser estabelecida para o concreto asfáltico, a qual, por sua vez, é função direta dos parâmetros volumétricos das misturas compactadas (MICHELUZZI, 2016; WANG *et al.*, 2018).

Para a análise do escoamento da água no solo e suas implicações em barragens, é necessário saber a vazão percolada através do maciço e da fundação e as pressões neutras desenvolvidas (OLIVEIRA, 2014).

PERCOLAÇÃO

Segundo Oliveira (2014),

O solo é um material onde suas partículas sólidas se encontram de forma aleatória, posicionadas umas sobre as outras com vazios entre elas. Será por esses vazios que a água irá fluir. A maior ou menor facilidade com que a água percola pelo solo é quantificada pelo coeficiente de permeabilidade. Por exemplo, solos de partículas mais grossas têm os vazios maiores, permitindo que o fluxo de água ocorra mais facilmente, para esses casos o coeficiente de permeabilidade será maior quando comparado com solos de granulometria menor.

A proposta de Bernoulli, que representa a energia total em um ponto do fluido e define carga como energia por unidade de peso, é a base para análise para as análises de percolação. A Equação 1 apresenta a proposta de Bernoulli.

$$h = \frac{u}{\gamma_w} + z \text{ (Eq. 2)}$$

Onde:

- h = carga total;
- u = pressão de água;
- γ_w = peso específico da água;
- z = carga de elevação.

ESTABILIDADE DE TALUDES

De acordo com Georio (2000):

Os métodos de análise de estabilidade de taludes são divididos em duas categorias: métodos determinísticos, nos quais a medida da segurança do talude é feita em termos de um fator de segurança e métodos probabilísticos, nos quais a medida de segurança é feita em termos da probabilidade ou do risco de ocorrência da ruptura.

Segundo Dutra (2013):

Nos métodos de equilíbrio limite, os resultados da análise são geralmente apresentados em termos de um fator de segurança que indica a razão entre a resistência disponível e a resistência mobilizada. Têm-se então que o fator de segurança (FS) é a razão entre as forças estabilizantes e forças instabilizantes.

Neste tipo de análise, adotam-se as seguintes hipóteses:

- A superfície potencial de ruptura é previamente conhecida e ocorre ao longo de uma superfície bem definida;
- A massa de solo comporta-se como material rígido-plástico e encontra-se em condições iminentes de ruptura generalizada, ou seja, rompe-se bruscamente sem se deformar;
- As equações de equilíbrio estático são válidas até a iminência da ruptura do talude, ou seja, no estado onde a resistência da massa de solo é igual solicitação imposta a ele;

- O fator de segurança, FS, é constante ao longo da superfície potencial de ruptura, ignorando-se eventuais fenômenos de ruptura progressiva.

Dentre os métodos que utilizam a hipótese do equilíbrio limite, o mais utilizado é o Método das Fatias.

Esse método consiste na divisão da massa potencialmente instável em fatias verticais, sendo que a superfície potencial de ruptura pode ser circular ou poligonal. Para tal, analisam-se equações de forças (ou momentos) para cada fatia ou para a massa toda. Exemplos de métodos com superfície circular: Fellenius (1936), Taylor (1949) e Bishop (1955). Exemplos com superfície qualquer: Janbu (1973), Morgenstern e Price (1965) e Spencer (1967).

A solução para o problema é estaticamente indeterminada, pois há mais incógnitas do que equações de equilíbrio. Por isso, existem diversas abordagens baseadas em diferentes hipóteses simplificadoras. O método de solução consiste nas seguintes etapas:

- Subdividir o talude em fatias e assumir a base da fatia linear;
- Efetuar o equilíbrio de forças de cada fatia, assumindo que as tensões normais na base da fatia são geradas pelo peso de solo contido na fatia;
- Calcular o equilíbrio do conjunto através da equação de equilíbrio de momentos.

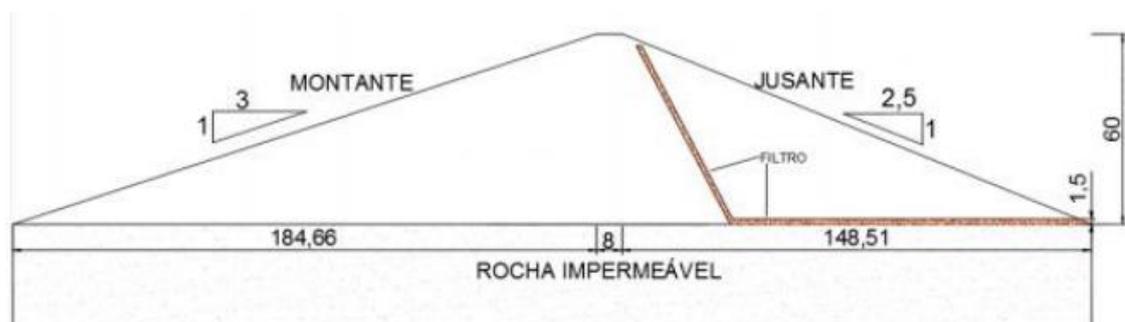
Para a elaboração desse estudo, optou-se pela utilização do método de Morgenstern & Price.

Nesse sentido, o estudo se propõe a avaliar o desempenho relacionado a estabilidade e ao comportamento hidráulico do concreto asfáltico utilizado em núcleos de barragens.

METODOLOGIA

Metodologicamente, o estudo avaliou o fluxo e a estabilidade do maciço de uma barragem de enrocamento de núcleo argiloso e núcleo asfáltico através de simulações computacionais utilizando Método dos Elementos Finitos. Para modelagem numérica, foi utilizado a seção transversal do maciço do Açude Epitácio Pessoa, modelo desenvolvido por Lima (2019) conforme a Figura 1.

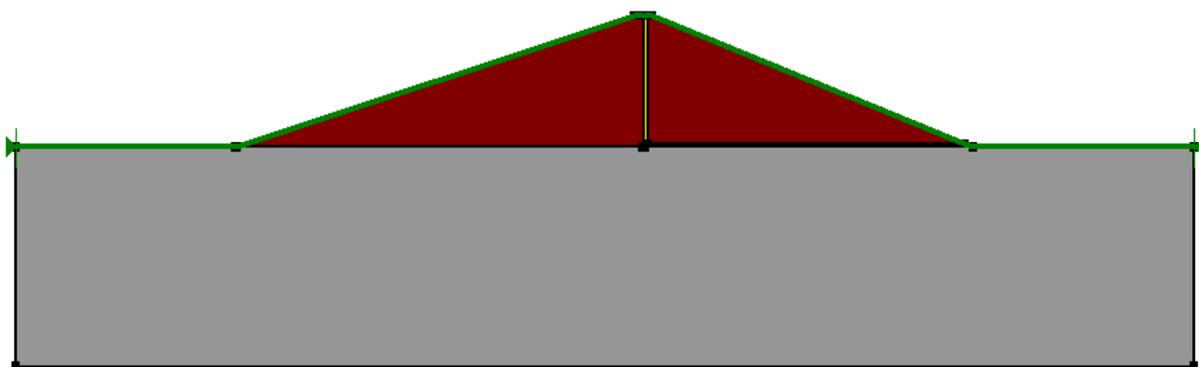
Figura 1 - Seção transversal do maciço



Fonte: Lima (2019)

Para satisfazer o objeto de estudo, foi necessária uma adaptação do modelo apresentado. Assim, mantendo as proporções, foram obtidos dois modelos: uma barragem de enrocamento com núcleo argiloso e uma barragem de enrocamento com núcleo asfáltico.

Figura 2 - Definição da superfície de entrada



Para o caso da argila, o núcleo dispunha de uma espessura de base de 20,00 m, enquanto que, para a mistura asfáltica, esse valor variava entre 0,50 m; 1,00 m e 1,50 m. A variação desses valores, deve-se a literatura, pois referem-se as dimensões de núcleo asfáltico executáveis na prática. Em todas as situações, foi considerada a carga hidráulica constante e de valor 54 m.

Os dados geotécnicos dos materiais foram obtidos do estudo de Falcão (2007) e encontram-se dispostos na Tabela 1:

Tabela 1 - Propriedades geotécnicas dos materiais

Material	Peso específico (KN/m ³)	Coesão	Ângulo de atrito (°)	Permeabilidade e (m/s)
Enrocamento	18	10	45	1
Solo para núcleo	21,4	13	35	3,0x10 ⁻⁹
CBUQ Micaxisto (5,5% ligante)	24	397	28	2,3x10 ⁻¹¹
Filtro	14,80	0	35	10 ⁻⁴

Para a análise de fluxo e estabilidade de taludes, utilizou-se a versão 2018 do software GeoStudio. A análise de fluxo para obtenção das poropressões e a análise da estabilidade foi realizada, respectivamente, as ferramentas computacionais SEEP/W e SLOPE/W, ambos módulos integrados do software GeoStudio. As Figuras 3, 4 e 5 representam respectivamente a interface de entrada do software, a definição da geometria e os materiais utilizados.

Figura 3 - Interface de entrada do software



Figura 4 - Definição da geometria

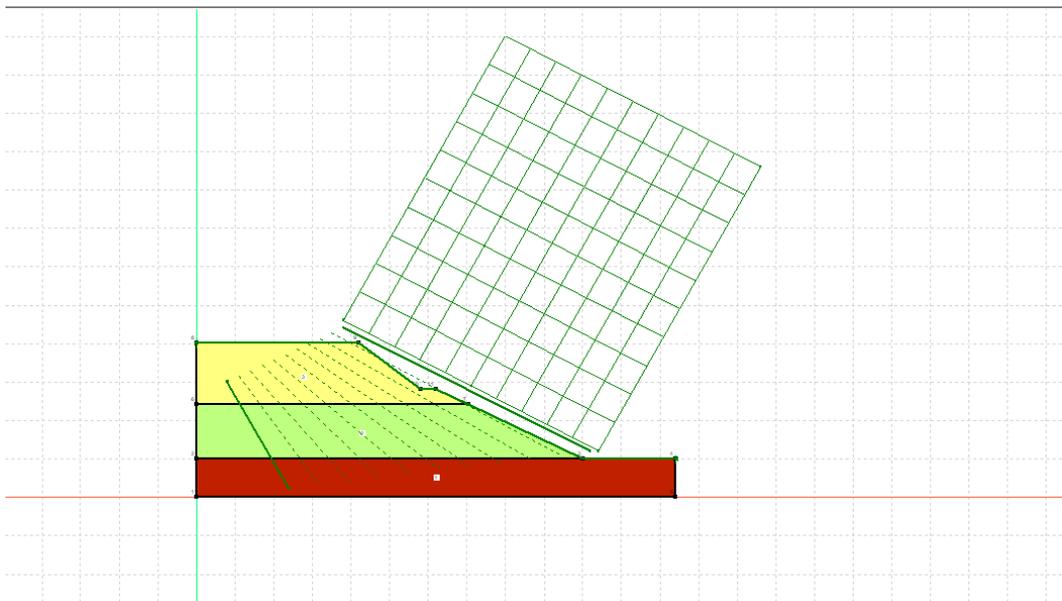
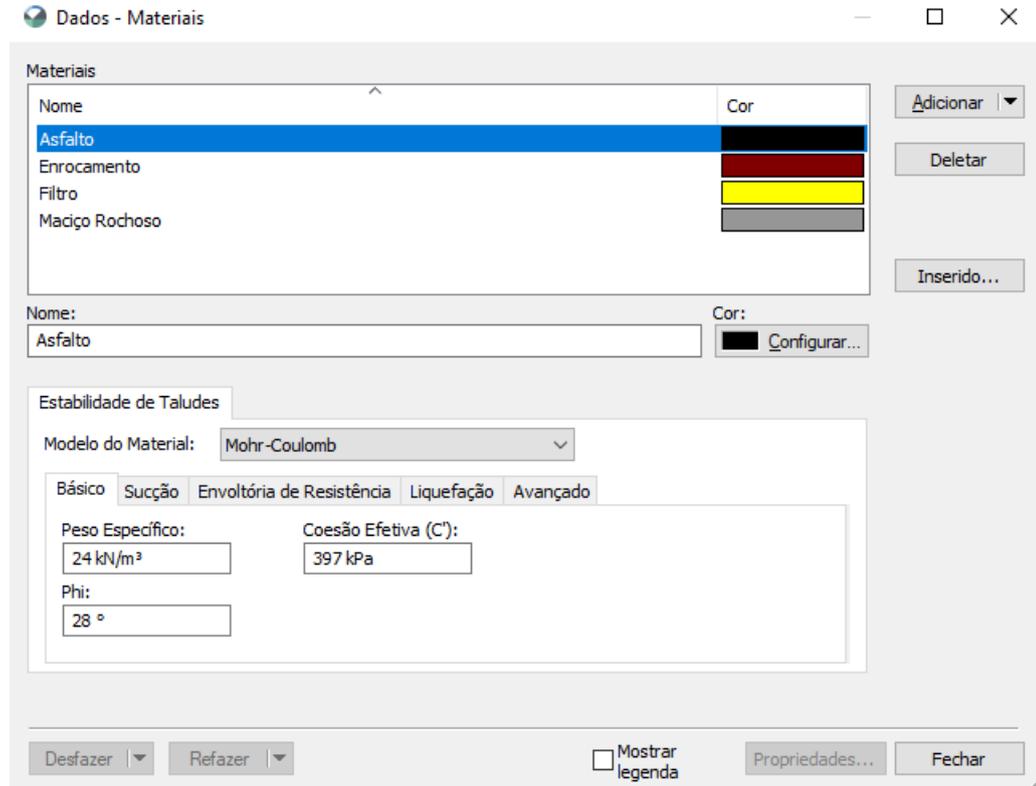


Figura 5 - Definição dos materiais



O programa Geoslope, desenvolvido pela empresa Geostudio International Ltd, é um software que tem se tornado cada vez mais acessível para a engenharia civil, principalmente no que diz respeito à modelagem geotécnica. Embora atribuído principalmente à análise de estabilidade de encostas naturais e artificiais, o programa também é utilizado para fins como a observação de distribuição de tensões lineares no solo e de infiltrações de zonas confinadas e não confinadas.

A ferramenta do Geoslope utilizada na análise deste trabalho foi o SLOPE/W. A partir da geometria do maciço que se quer analisar e de propriedades do solo como a coesão, o ângulo de atrito e o peso unitário, é possível modelar simplificada e com condições reais de campo o estado em que se encontra o bloco de solo em questão, se este corre risco de deslizamentos e o fator de segurança pontual da estrutura, ou seja, o quão resistente ele se encontra em cada coordenada referente a uma pequena região de solo.

A interpretação dos resultados obtidos pelo software abrange os seguintes aspectos:

- Figurar a superfície de deslizamento mínimo e o fator de segurança para cada quota de solo e/ou para toda a estrutura;
- Exibir as forças que atuam em cada fatia de solo, bem como o estado de tensões geral do maciço;
- Contornar, por meio de vários métodos de análise, os fatores de segurança bem como

parâmetros relacionados a eles e que são diretamente ligados às propriedades do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, estão apresentados os resultados das simulações numéricas de fluxo e estabilidade de taludes de uma barragem com núcleo argiloso e de uma barragem com núcleo asfáltico.

PERDA DE CARGA

As Figuras 6, 7, 8 e 9 apresentam os resultados da perda de carga total em termos de linhas equipotenciais para a simulação da barragem hipotética de enrocamento com núcleo de argila ($H=60,00\text{m}$; $b= 8,00\text{m}$; $B=20,00\text{m}$) e com núcleo asfáltico ($b=B=0,50\text{ m}$; $1,00\text{ m}$; $1,50\text{ m}$).

Figura 6 - Perda de carga para a barragem de solo com núcleo argiloso

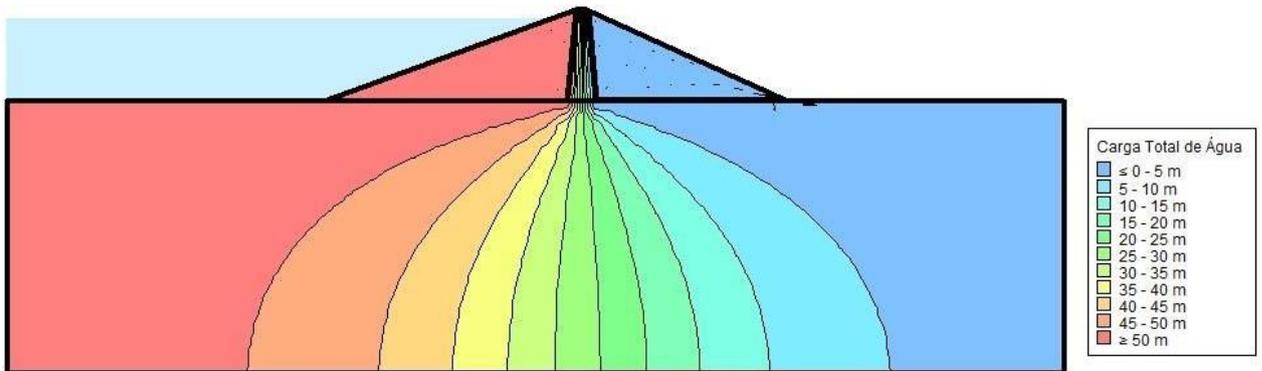


Figura 7 - Perda de carga para a barragem de solo com núcleo asfáltico ($B=0,50\text{ m}$)

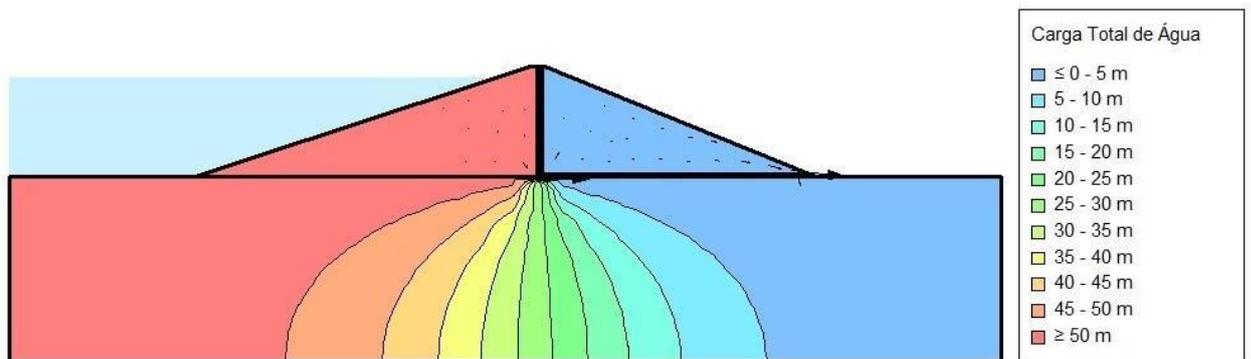


Figura 8 - Perda de carga para a barragem de solo com núcleo asfáltico (B=1,00 m)

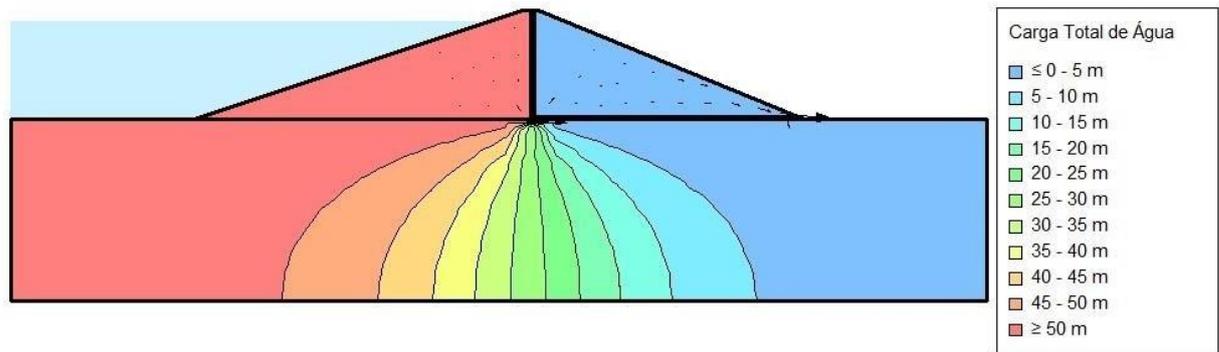
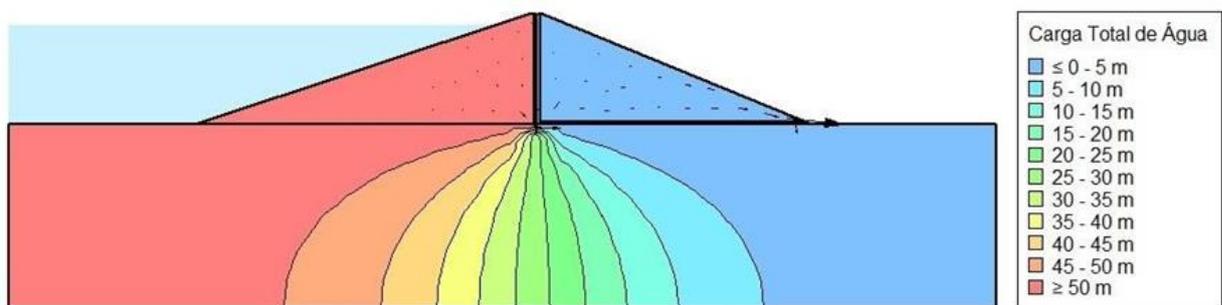


Figura 9 - Perda de carga para a barragem de solo com núcleo asfáltico (B=1,50 m)



A partir da análise da perda de carga das simulações, constata-se que todas as situações apresentam comportamento similar, ou seja, não há uma perda de carga expressiva entre o enrocamento e o núcleo de argila, bem como entre o enrocamento e o núcleo asfáltico. Isso confirma um fato esperado, uma vez que o coeficiente de permeabilidade do enrocamento é muito maior do que a do núcleo de argila e núcleo asfáltico.

É notório também que a linha freática apresentou um comportamento condizente com a teoria, ou seja, entrada superior perpendicular para o talude de montante e saída tangente ao filtro e daí direcionada além do talude de jusante.

POROPRESSÕES

As Figuras 10, 11, 12 e 13 apresentam as isolinhas de poropressões geradas pela percolação de água decorrente do fluxo da barragem hipotética de enrocamento com núcleo de argila (H=60,00m; b= 8,00m; B=20,00m) e com núcleo asfáltico (b=B=0,50 m; 1,00 m; 1,50 m).

Figura 10 - Dissipação de poropressões para a barragem de solo com núcleo argiloso (B=20,00 m)

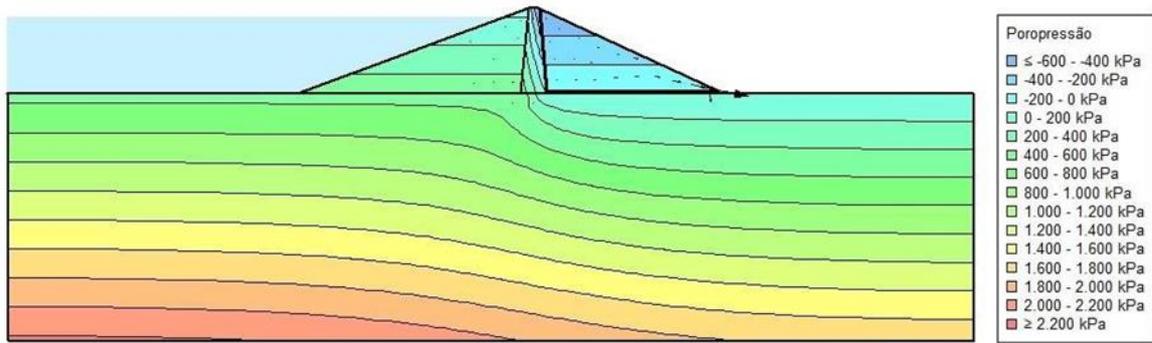


Figura 11 - Dissipação de poropressões para a barragem de solo com núcleo asfáltico (B=0,50 m)

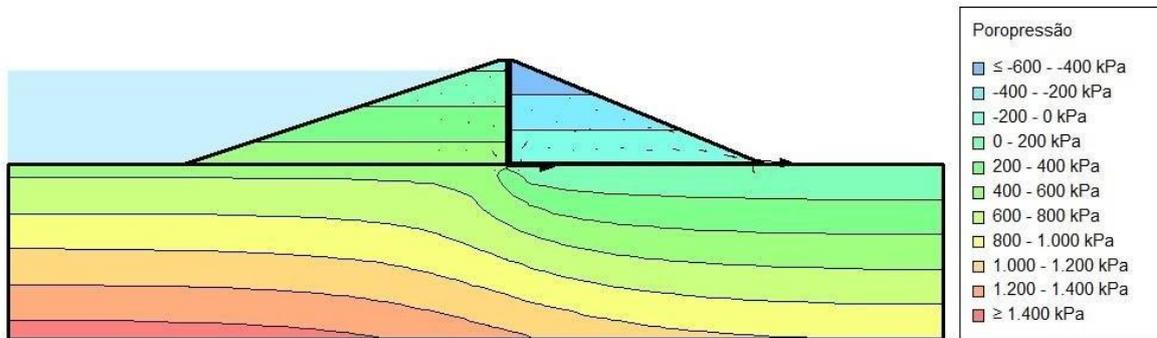


Figura 12 - Dissipação de poropressões para a barragem de solo com núcleo asfáltico (B=1,00 m)

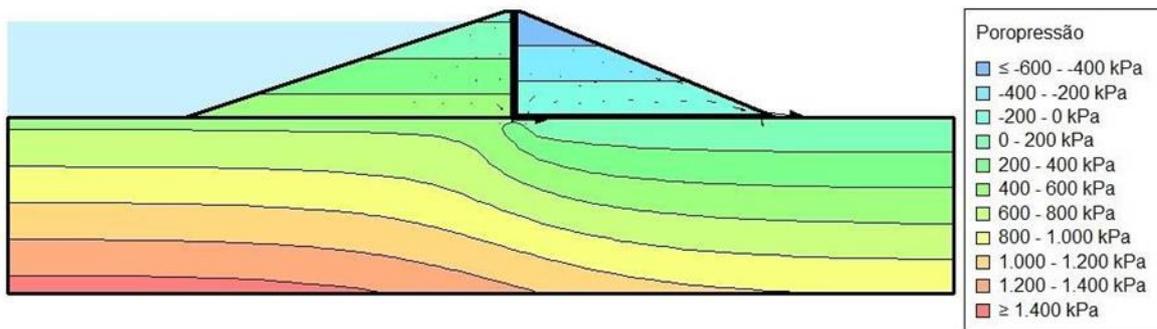
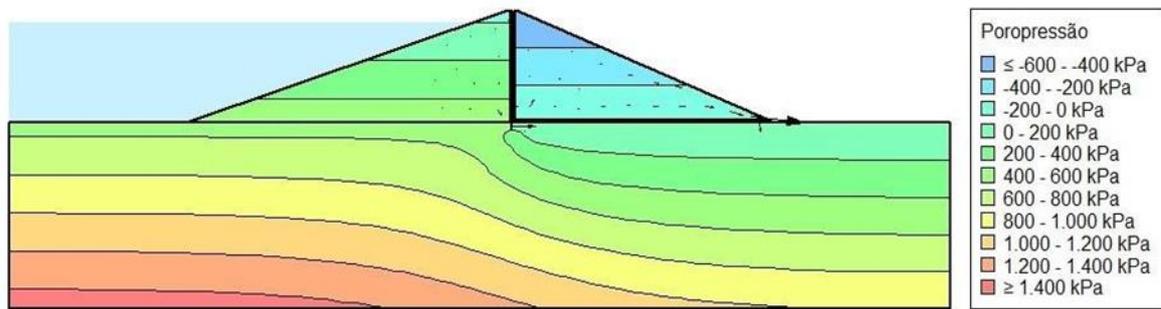


Figura 13 - Dissipação de poropressões para a barragem de solo com núcleo asfáltico (B=1,50 m)



Percebe-se que o filtro juntamente com o núcleo argiloso ou asfáltico, cumpre bem com o seu objetivo, pois o talude de jusante apresenta poropressões muito pequenas. As isolinhas de poropressão, tanto para o núcleo argiloso quanto para o núcleo asfáltico, demonstram que as pressões neutras decrescem à medida que se afastam do talude de montante.

ESTABILIDADE DE TALUDES

As Figuras 14, 15, 16 e 17 apresentam os resultados das superfícies críticas e dos fatores de segurança para a barragem hipotética de enrocamento com núcleo argiloso (H = 60,00 m; b=8,00 m; B=20,00 m) e com núcleo de concreto asfáltico (b=B=0,50 m; 1,00 m; 1,50 m).

Figura 14 - Superfície crítica de ruptura e fator de segurança (FS=2,627) para a barragem de solo com núcleo de argila (B=20,00 m)

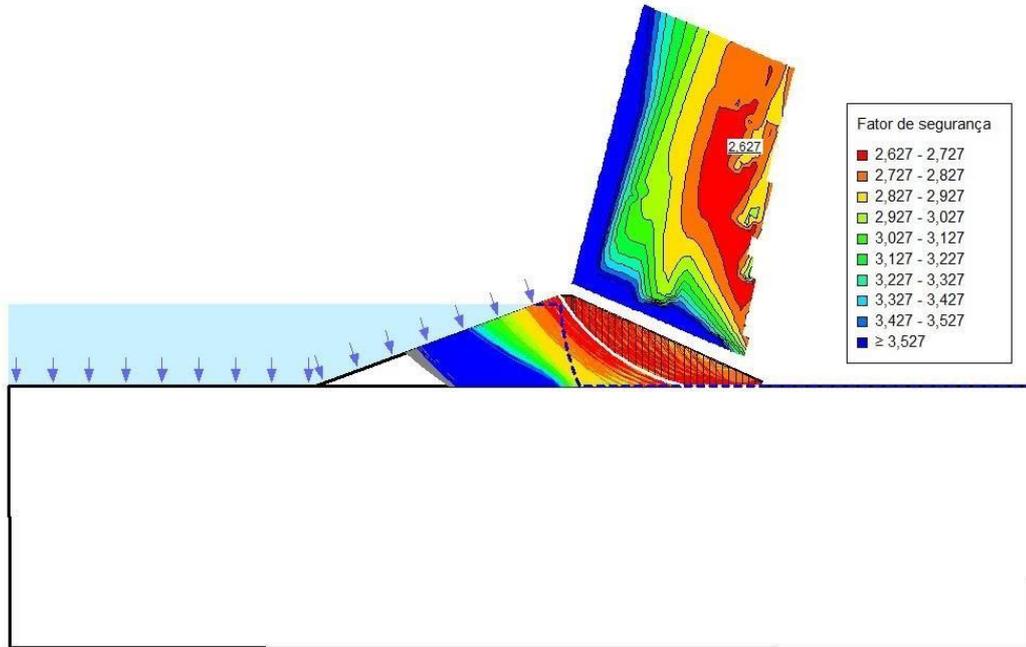


Figura 15 - Superfície crítica de ruptura e fator de segurança (FS=2,524) para a barragem de solo com núcleo asfáltico (B=0,50 m)

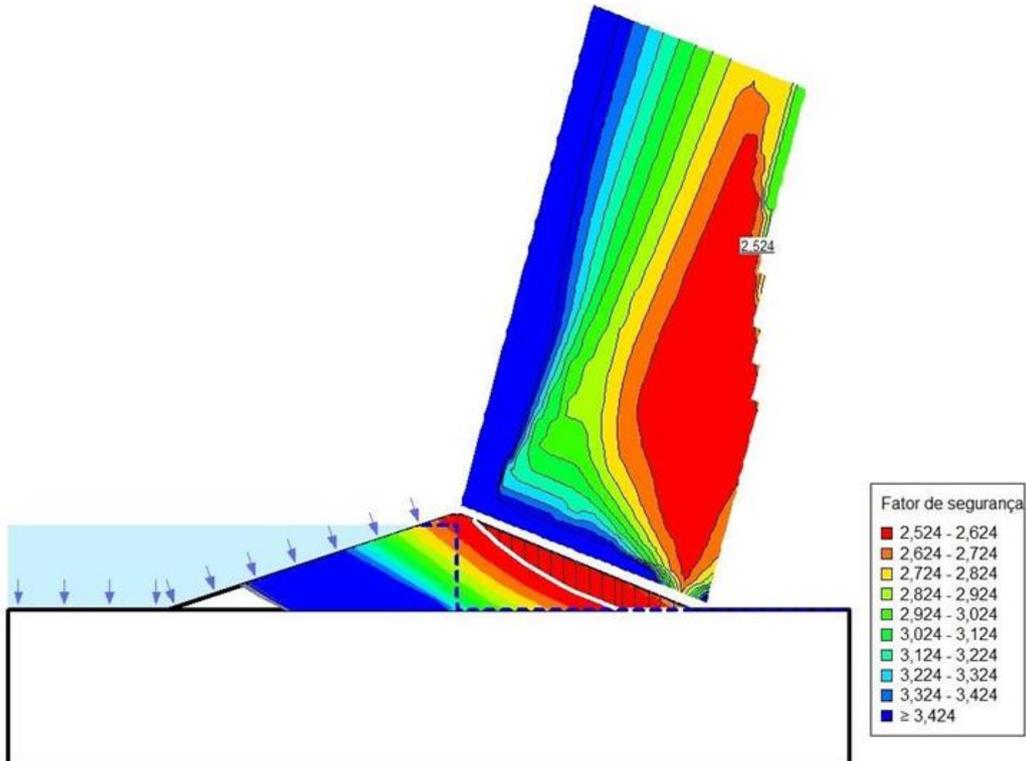


Figura 16 - Superfície crítica de ruptura e fator de segurança (FS=2,521) para a barragem de solo com núcleo de concreto asfáltico (B=1,00 m)

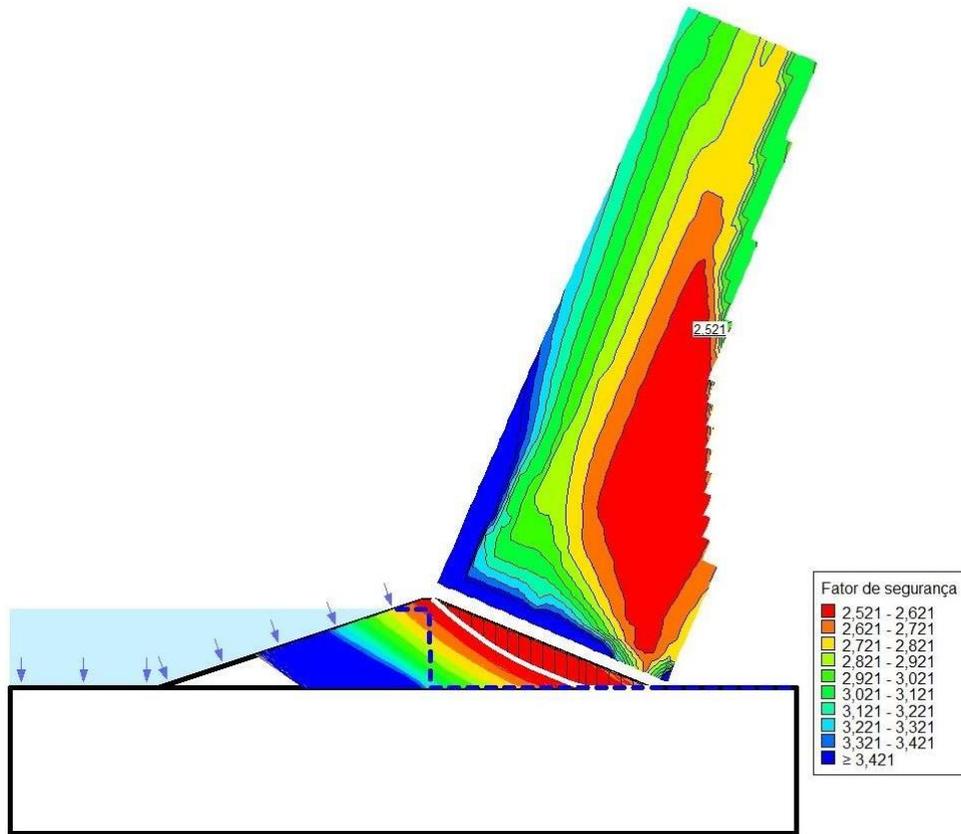
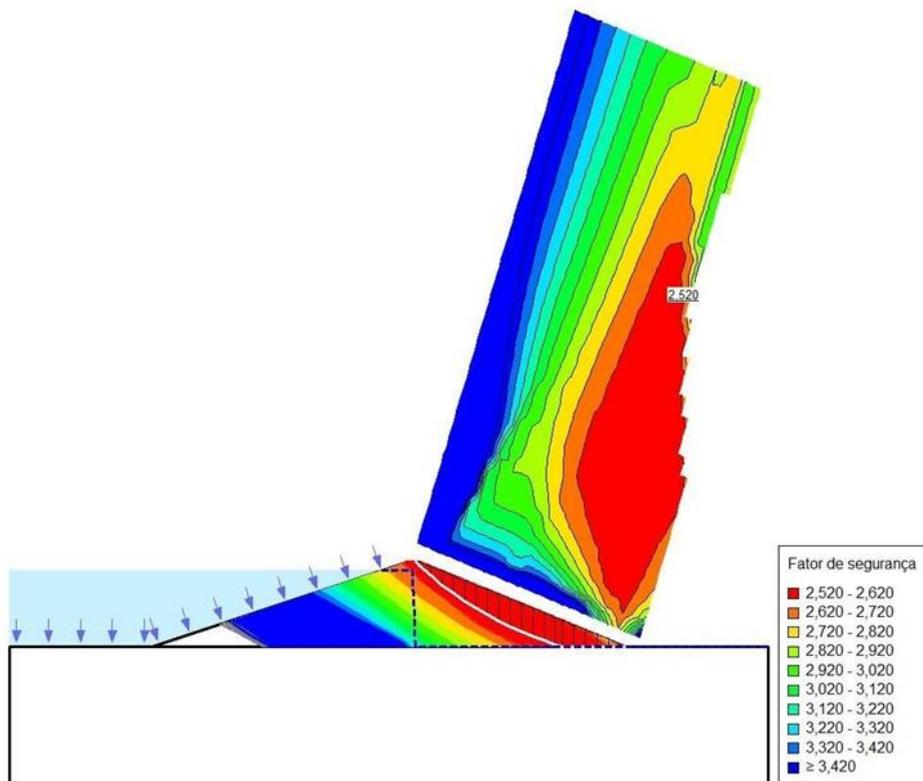


Figura 17 - Superfície crítica de ruptura e fator de segurança (FS=2,520) para a barragem de solo com núcleo asfáltico (B=1,50 m)



A partir da análise das simulações, observou-se que os fatores de segurança permaneceram constantes para todas as situações da barragem de enrocamento com núcleo asfáltico, apresentando valores em torno de $FS=2,5$, enquanto que, para a barragem de enrocamento com núcleo asfáltico, esse valor foi de $FS=2,627$.

Na comparação entre os materiais, o fator de segurança é maior para o caso da barragem com núcleo de argila em detrimento da barragem de núcleo asfáltico. Além disso, ao comparar as barragens com núcleo asfáltico entre si, percebe-se a diminuição do fator de segurança à medida que aumenta a largura do núcleo.

No que diz respeito às superfícies de ruptura, observa-se que estas tangenciam apenas os taludes de montante para todas as situações, exceto para o núcleo argiloso. Nessa situação, a superfície de ruptura intercepta também a região do núcleo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que para os dois materiais empregados no núcleo, as barragens apresentaram comportamento satisfatório nas análises de percolação e estabilidade de taludes. O núcleo asfáltico, apesar de possuir uma espessura bem menor, conseguiu provocar uma perda de carga semelhante ao do núcleo argiloso, isso se deve em grande parte ao baixíssimo coeficiente de permeabilidade do asfalto.

Por fim, na análise de estabilidade, todas as barragens citadas neste trabalho apresentaram Fator de Segurança muito acima do mínimo considerado seguro, que, segundo a literatura, gira em torno de 1,5 para barragens em operação.

REFERÊNCIAS

CIRILO, J. A.. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. Estudos Avançados (USP. Impresso), v. 22, p. 61-82, 2008.

DUTRA, VINÍCIUS ARAÚJO DE SOUZA. Projeto de Estabilização de Taludes e Estruturas de Contenção englobando Dimensionamento Geotécnico e Estrutural. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013.

FALCÃO, PAULO ROBERTO F. (2007). Estudo das Propriedades Mecânicas e Hidráulicas de Concretos Asfálticos para Aplicação em Barragens. Tese de Doutorado - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

GEORIO. Secretaria Municipal de Obras. Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro (GEORIO). Manual Técnico de Encostas: Análise e Investigação. 2 ed. Rio de Janeiro, 2000.

GEOSLOPE 2018 R2. Seep/W for poropressions analysis – User’s Guide. Geoslope International Ltd. Geoslope 2018 R2. Slope/W for slope stability analysis – User’s Guide. Geoslope International Ltd. 2018.

GUIMARÃES, R. C. Barragens com Núcleo de Concreto Asfáltico – Análise do Comportamento Mecânico e Hidráulico. Tese de Doutorado, Publicação G.TD – 076/12, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2012.

MICHELUZZI, A. G. Controle de qualidade de uma barragem de enrocamento com núcleo asfáltico caso UHE JIRAU. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

OLIVEIRA, DESIREÉ ALVES DE. Análise do fluxo d’água na barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves – Açú/RN / Desireé Alves de Oliveira. – Natal, RN, 2014.

QUEIROZ DE CARVALHO, J. B. Barragens de Terra: Princípios Básicos e Análise da Estabilidade. UFPB -Campina Grande: REENGE, 2001.

WANG, W.; FENG, S.; ZHANG, Y. Investigation of interface between asphalt core and gravel transition zone in embankment dams. Construction and Building Materials, v. 185, p. 148–155. China, 2018.

LIMA, A. N. Otimização da impermeabilidade do núcleo de uma barragem de terra com base no coeficiente α /LIV. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2019.

ANÁLISE DO ÍNDICE DE REPROVAÇÕES NAS DISCIPLINAS DE ESTATÍSTICA BÁSICA PARA OS CURSOS DE GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Vitor Emanuel de Lyra Santos Navarrete ¹

Marcos Aurélio Luiz de Oliveira ²

RESUMO

O presente trabalho objetivou analisar o índice de reprovações nas disciplinas de Estatística Básica, nos cursos de graduação da Universidade Federal de Pernambuco - Campus Recife, e comparar com o índice geral de reprovação ao longo do curso, entre os anos de 2014 à 2017. Preliminarmente, realizou-se um busca nos perfis curriculares dos cursos, a fim de identificar quais possuíam disciplinas de Estatística Básica ou Introdução à Estatística. Desta forma, dos 92 cursos ofertados no período, 40 possuíam disciplinas com tal enfoque. Os resultados apontam para um maior índice de reprovação nas disciplinas de estatística do que nas demais disciplinas dos cursos, principalmente nos cursos de Ciências Exatas.

Palavras-chaves: Desempenho Acadêmico; Literacia Estatística; Reprovação.

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, mais e mais dispositivos se conectam à internet, indo desde os computadores, passando por celulares e chegando até carros, televisores e relógios. E tais dispositivos geram uma grande quantidade de dados e informações acerca de seus usuários. Essa grande quantidade de informação gerada exige cada vez mais que os indivíduos possuam conhecimento estatístico para saber tratar, entender e utilizar esses dados ao seu favor.

Entretanto, para que os indivíduos consigam ter esse entendimento estatístico, que é cada vez mais exigido na sociedade, existe uma habilidade chave que deve ser levada em consideração: o letramento estatístico (GAL, 2002). Segundo o referido autor, o letramento estatístico define-se como a capacidade de interpretar, realizar avaliações de forma crítica e saber como comunicar informações estatísticas para outros. Sendo assim, o indivíduo letrado estatisticamente seria capaz de compreender o contexto e realizar análises críticas, lidando com os dados, a partir de avaliações, argumentações e interpretação das informações extraídas.

¹ Universidade Federal de Pernambuco, vitor.navarrete@ufpe.br

² Graduando em Ciências Atuariais pela Universidade Federal - PE, marcos.aurelio92@gmail.com

Por sua vez, a definição de estatística, segundo Junius e Sidell (2009), é uma disciplina com foco: em desenhos experimentais e outras formas de coleta de dados; na síntese das informações para facilitar no entendimento; conclusões que podem ser obtidas dos dados que foram coletados; e estimação do presente ou futuro através de informações do passado. Sintetizando os conceitos acima, pode-se dizer que a estatística serve como ferramenta robusta para analisar algum ambiente específico a partir de experimentos, dados ou informações relacionadas ao mesmo.

Assim, a estatística torna-se uma poderosa aliada para o processamento, análise, obtenção e visualização de informações a partir dessa grande quantidade de dados geradas em um mundo cada vez mais digital. E isso reforça a ideia de que há uma necessidade maior de que os indivíduos tenham conhecimentos estatísticos para saber lidar com tais dados. Alguns autores, que mencionaremos na seção a seguir, já destacam a importância da estatística na sociedade. Além disso, os empregos com maior retorno salarial demandam que haja um conhecimento estatístico (UTTIL; WHITE; MORIN, 2013).

1.1 IMPORTÂNCIA DA ESTATÍSTICA

Atualmente, a maioria dos cursos universitários possuem a presença obrigatória de alguma disciplina básica que trate sobre os assuntos da probabilidade e estatística (CORDANI, 2001). Tanto no Brasil quanto no mundo, a maioria dos cursos de ciências sociais possui alguma disciplina voltada para o ensino da estatística, dado o crescimento da sua importância na atualidade (MONDÉJAR-JIMÉNEZ; VARGAS-VARGAS, 2010). E foi justamente o fato da presença de ao menos uma disciplina de estatística na grande maioria dos cursos universitários que motivou o presente estudo.

Milito, Pannone e Luchini (2005) destacam a importância que a estatística tem tido na sociedade contemporânea, crescendo cada vez mais a necessidade de compreensão, manuseio e interpretação. Enfatizam, que o ensino deve interligar os conteúdos estatísticos e a utilização de dados reais do cotidiano dos estudantes, auxiliando na interpretação por parte dos mesmos.

Em uma pesquisa realizada com estudantes do 3º ano do ensino médio de escolas estaduais do Estado de São Paulo, Barberino e Magalhães (2016) detectaram uma melhoria na aprendizagem quando os alunos puderam aproximar os conhecimentos estatísticos aos seus interesses e realidades. Os alunos passaram a se sentir mais confiante na interpretação e leitura dos resultados obtidos em gráficos e tabelas, além de perceber a importância da estatística.

Quando o aluno passa a ver aquela ferramenta aplicada ao seu cotidiano, ele enxerga um motivo para entender aquilo além de fórmulas e regras prontas e de como pode usá-la ao seu favor, seja no entendimento ou na solução de um problema.

Santos *et al.* (2016) destacam ainda a importância da estatística como ferramenta na área empresarial. A partir dos números que a empresa possui, pode-se obter informações que auxiliem na tomada de decisões, na maximização do lucro e da produção ou na aceitação de produtos. Além disso, seus achados mostram que as empresas consideram a estatística como importante e aplicável para melhoria das receitas, tomada de decisões, produções e demais áreas da empresa. Em contrapartida, há um mau uso e pouco conhecimento das ferramentas estatísticas disponíveis e, na maioria das empresas, não há um profissional capacitado.

1.2 ENSINO DA ESTATÍSTICA

O ensino da estatística, segundo as recomendações oficiais dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do MEC (Brasil, 1998-2002), é alocado na disciplina de Matemática, durante o ensino fundamental e médio. Com base nos PCN, pode-se notar que a necessidade de tal ensino é para que o estudante compreenda e interprete as informações divulgadas na imprensa, aprenda a manusear os dados que possui para tomar melhores decisões e faça previsões de certos eventos que podem influenciar sua vida e na sociedade.

Porém, o que se percebe na literatura é que existem vários desafios que dificultam tal ensino. Isso faz com que os estudantes não aprendam da forma adequada a manusear e interpretar os dados, além de sentirem dificuldades no assunto ou no entendimento do mesmo. Muitos até perdem o interesse na estatística, chegando até a evitar áreas ou disciplinas que envolvam a estatística.

Viali (2008) destaca o fato de que a diminuição das disciplinas de matemática e estatística nos currículos dos cursos de pedagogia pode determinar a forma como os alunos se relacionarão com tais disciplinas no futuro. Isso se relaciona ao fato de que são tais profissionais, os pedagogos, que fazem o primeiro contato dos alunos com essas disciplinas.

Corroborando com o que foi dito acima, Lorenzato (2010), em seu livro, pontua que o sucesso ou fracasso na matemática relaciona-se com a experiência que o aluno obteve nas primeiras séries escolares. Assim, com a diminuição da carga das disciplinas de matemática e estatística no perfil do pedagogo, o aprendizado dos alunos nas séries iniciais ficará defasado.

Além disso, os próprios licenciados em matemática não recebem a formação necessária, tendo poucas disciplinas abordando o assunto, e essa falta de preparo leva muitos desses profissionais a não se sentirem preparados ou capacitados para ensinar tais assuntos, embora concordem que o conhecimento de estatística seja importante (Bayer *et al.*, 2005).

Gonçalves e Lima (2017) atentam para o fato de que, no ensino básico, uma das causas que afetam no aprendizado da estatística é que há um grande foco na resolução de exercícios através da utilização de fórmulas prontas, mas que não há uma ênfase no que aquele resultado representa, sem a devida interpretação e reflexão sobre aquele resultado. Os estudantes devem não apenas aplicar uma fórmula, mas saber o porquê e entender os resultados que aquilo tem para lhe mostrar. O ensino deve ter um foco na observação, instigando a curiosidade do aluno na procura por respostas, ao contrário de apenas aplicar fórmulas (NASCIMENTO *et al.*, 2018).

Nascimento *et al.* (2018), Pacheco e Andreis (2018) e Pedroso (2010) destacam o fato de que, em muitas vezes, os alunos não lembram ou não possuem o domínio de conceitos matemáticos básicos. Tal fato influencia na dificuldade que os alunos sentem ao ver novos conceitos que dependem ou possuem relação com aqueles conceitos básicos.

Wise (1985) e Mondéjar-Jiménez e Vargas-Vargas (2010) relatam também que, em muitos casos, os estudantes possuem uma aversão à estatística, que lhe causa um certo tipo de ansiedade sobre a mesma e prejudica o seu desempenho na disciplina. Em contrapartida, Roberts e Saxe (1982) e Mondéjar-Jiménez e Vargas-Vargas (2010), pontuam que o desempenho melhora quando o estudante passa a ver a utilidade da disciplina de estatística e isso diminui seu nível de ansiedade sobre a mesma.

Em certos casos, nos cursos superiores, os estudantes veem a estatística como um mal necessário (UTTLE; WHITE; MORIN, 2013), e só se matriculam por ser uma disciplina obrigatória, mas não possuem interesse (JUNIUS; SIDELL, 2009). Além disso, os alunos estudam apenas para passar na disciplina (NASCIMENTO *et al.*, 2018).

E outros fatores também influenciam na forma como o estudante enxergará aquela disciplina no futuro: de forma positiva ou com aversão à mesma. Fatores como o círculo social, da família e à forma como o professor ensina tal disciplina (PACHECO; ANDREIS, 2018).

Silva Júnior e Lopes (2016), em seus achados, ressaltam a importância da estatística para o engenheiro de produção, vendo-a além das rotinas de fábrica, mas como uma forma de

compreender o mundo ao redor. Porém, destaca que há certa dificuldade dos alunos na compreensão e interpretação dos dados, fato relatado pelos próprios professores que participaram da pesquisa.

Em um estudo à parte, Silva Júnior e Lopes (2014) detalham o fato de que os alunos do curso de Engenharia da Produção possuem conceitos vagos sobre a estatística, sem percebê-la de forma correlacionada a outros tipos de conhecimentos. Isso leva a um não reconhecimento das contribuições que a Estatística pode trazer à análise de dados nas demais áreas de conhecimento.

Lima (2010) destaca a importância da Bioestatística para a formação no curso de Medicina, na Universidade Federal do Ceará, dada através de um modelo de ensino baseado em incentivar os alunos na pesquisa e análise de dados. A partir das análises estatísticas, conheceu-se o perfil epidemiológico de certas doenças e ocorrências de atendimentos nos hospitais para a região em questão (Município de Barbalha – CE). Tal fato auxiliou também na produção científica, tornando os alunos mais aptos a compreender e aplicar os conceitos estatísticos na sua realidade de trabalho e pesquisa médica.

Ignácio (2010) em seu estudo aponta para o fato da estatística ter importância em diversos segmentos, sejam eles da iniciativa privada ou pública. Setores como engenharia agrônoma, tecnológicos, industriais, ramos farmacêuticos e no mercado financeiro fazem uso dos conhecimentos estatísticos para maximizarem seus resultados. Ressalta, ainda, a importância nas políticas públicas, visto que os gestores públicos e a sociedade estão mais dependentes dos dados.

Assim, pode-se observar que embora a Estatística tenha grande importância para que os indivíduos possam analisar, compreender e interpretar os dados e informações que são recebidas diariamente, seja no ambiente profissional, seja na vida pessoal, há fatores que dificultam no aprendizado de tal disciplina. Tais dificuldades podem ser explicadas pelo aprendizado que ele recebeu dos professores nas suas séries iniciais de ensino, pela forma mecânica que a disciplina é ensinada, focando em resolução de problemas prontos, além de outros fatores que podem impactar, como o âmbito familiar, falta de relação entre a estatística e outras disciplinas ou com a vida cotidiana.

2. METODOLOGIA

O objetivo do presente estudo é investigar o índice de reprovações nas disciplinas de estatística básica no ensino superior e verificar se há uma influência da área de conhecimento ao qual o curso pertence. Os autores optaram pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) por ser a universidade do Estado de Pernambuco com maior quantidade de cursos presenciais regulares oferecidos, totalizando 109 cursos distribuídos nos seus três *campi*: Recife, Caruaru e Vitória de Santo Antão (UFPE, 2019).

Dos três *campi*, selecionou-se o de Recife por representar a grande maioria dos cursos da UFPE, com um total de 92 cursos presenciais. Em seguida, fez-se uma análise curricular dos cursos oferecidos, sendo utilizada a grade curricular disponibilizada no próprio portal da universidade (UFPE, s. d.). Realizou-se uma busca, nas ementas das disciplinas ofertadas, por palavras-chaves que referenciassem ao ensino da estatística básica.

Para ser considerada como disciplina de estatística básica, deveria abordar os seguintes temas: análise exploratória de dados, inferência e probabilidade. Assim, foram selecionados 40 cursos que continham disciplinas voltadas ao ensino da estatística básica em sua grade curricular, como disciplina obrigatória. E os períodos selecionados para avaliação foram os semestres de 2014.1 até 2017.2, por serem os mais atuais na data em que os dados foram solicitados à instituição.

Para o estudo, utilizou-se uma base de dados, obtida através da Lei de Acesso à Informação (Lei nº 15.527/2011), sendo tais dados solicitados perante a Reitoria da UFPE, através do formulário constante no site do Sistema Eletrônico do Serviço de Informações ao Cidadão (e-Sic). E, para a análise dos dados obtidos, utilizou-se o software R.

Após o recebimento da base, realizou-se uma análise exploratória de dados a fim de compreender as informações ali contidas e os resultados que poderiam ser obtidos. De forma resumida, a análise exploratória de dados serve como ponto inicial para obter de forma sumarizada as características relevantes de um conjunto de dados, e, a partir daí, pode-se realizar a formulação de hipóteses e uma correta seleção dos métodos que serão utilizados para analisar tais dados (TUKEY, 1962).

A base de dados continha 49 cursos, porém três foram removidos por serem cursos que possuem uma grande quantidade de disciplinas de cunho estatístico. Tais cursos foram:

Estatística, Ciências Atuariais e Ciências Econômicas. Além disso, foram detectados 6 cursos onde haviam alunos que cursaram alguma das disciplinas de estatística básica, porém de eletiva em outro curso. Sendo assim, por não fazerem parte dos cursos determinados pelos autores do estudo, foram desconsiderados da base. Tais cursos foram: Ciências Contábeis, Dança, Geografia, História, Nutrição e Psicologia.

Após a limpeza dos dados, removendo os cursos que não se encaixavam no perfil, restaram os 40 cursos que haviam sido selecionados anteriormente. Tais cursos foram organizados pelos seus respectivos centros, segundo a alocação utilizada pela própria universidade. A alocação está representada na Tab. 1.

CENTRO	SIGLA	CURSO	TIPO
Centro de Artes e Comunicação	CAC	Publicidade e Propaganda	Bacharelado
Centro de Ciências Biológicas / Centro de Biociências	CCB	Biomedicina	Bacharelado
		Ciências Biológicas	Bacharelado
		Ciências Biológicas	Licenciatura
		Ciências Biológicas - Ciências Ambientais	Bacharelado
Centro de Ciências Exatas e da Natureza	CCEN	Física	Bacharelado
		Matemática	Bacharelado
		Química	Bacharelado
Centro de Ciências da Saúde	CCS	Educação Física	Bacharelado
		Enfermagem	Bacharelado
		Farmácia	Bacharelado
		Fisioterapia	Bacharelado
		Fonoaudiologia	Bacharelado
Centro de Ciências Sociais Aplicadas	CCSA	Administração	Bacharelado
		Hotelaria	Bacharelado
		Turismo	Bacharelado
Centro de Filosofia e Ciências Humanas	CFCH	Arqueologia	Bacharelado
		Ciência Política	Bacharelado
		Ciências Sociais	Bacharelado
		Ciências Sociais	Licenciatura
Centro de Informática	CIN	Ciência da Computação	Bacharelado
		Engenharia da Computação	Bacharelado
		Sistema de Informação	Bacharelado
Centro de Tecnologia e Geociências	CTG	Engenharia Biomédica	Bacharelado
		Engenharia Cartográfica	Bacharelado
		Engenharia Civil	Bacharelado

	Engenharia de Alimentos	Bacharelado
	Engenharia de Controle e Automação	Bacharelado
	Engenharia de Energia	Bacharelado
	Engenharia de Materiais	Bacharelado
	Engenharia de Minas	Bacharelado
	Engenharia de Produção	Bacharelado
	Engenharia Elétrica - Eletrônica	Bacharelado
	Engenharia Elétrica - Eletrotécnica	Bacharelado
	Engenharia Mecânica	Bacharelado
	Engenharia Naval	Bacharelado
	Engenharia Química	Bacharelado
	Geologia	Bacharelado
	Oceanografia	Bacharelado
	Química Industrial	Bacharelado

Tabela 1. Relação de Cursos Analisados. Fonte: Elaboração Própria.

Após a definição e separação dos cursos por centros, optou-se pela análise gráfica dos dados. Utilizou-se o software R, para gerar os gráficos, e foram feitas as análises sobre os dados e gráficos obtidos. O objetivo foi comparar se o índice de reprovação nas disciplinas de estatística era maior por centros e, complementarmente, se era maior que o índice de reprovação geral do curso.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes de iniciarmos o debate sobre os resultados obtidos, uma ressalva deve ser feita sobre o CAC, pois o mesmo não possuía dados para os semestres de 2014.2, 2015.2 e 2016.2. Tal fato pode se dar pela hipótese de que tais disciplinas são ofertadas de forma anual. Portanto, para o centro em questão, serão analisados apenas os períodos restantes do intervalo de 2014.1 a 2017.2. Os demais centros continham informações sobre todo o período selecionado.

A Fig. 1 mostra o índice de reprovações por centro ao longo dos períodos de estudo, sendo subdividida em RN (reprovações por nota, ou seja, àquelas nas quais o aluno não atingiu a nota suficiente para ser aprovado na disciplina), RF (reprovações por falta, isto é, o aluno não atingiu o percentual mínimo de presença nas aulas para que pudesse ter a integralização do conteúdo) e RT (reprovações totais, que engloba tanto as reprovações por falta e por nota).

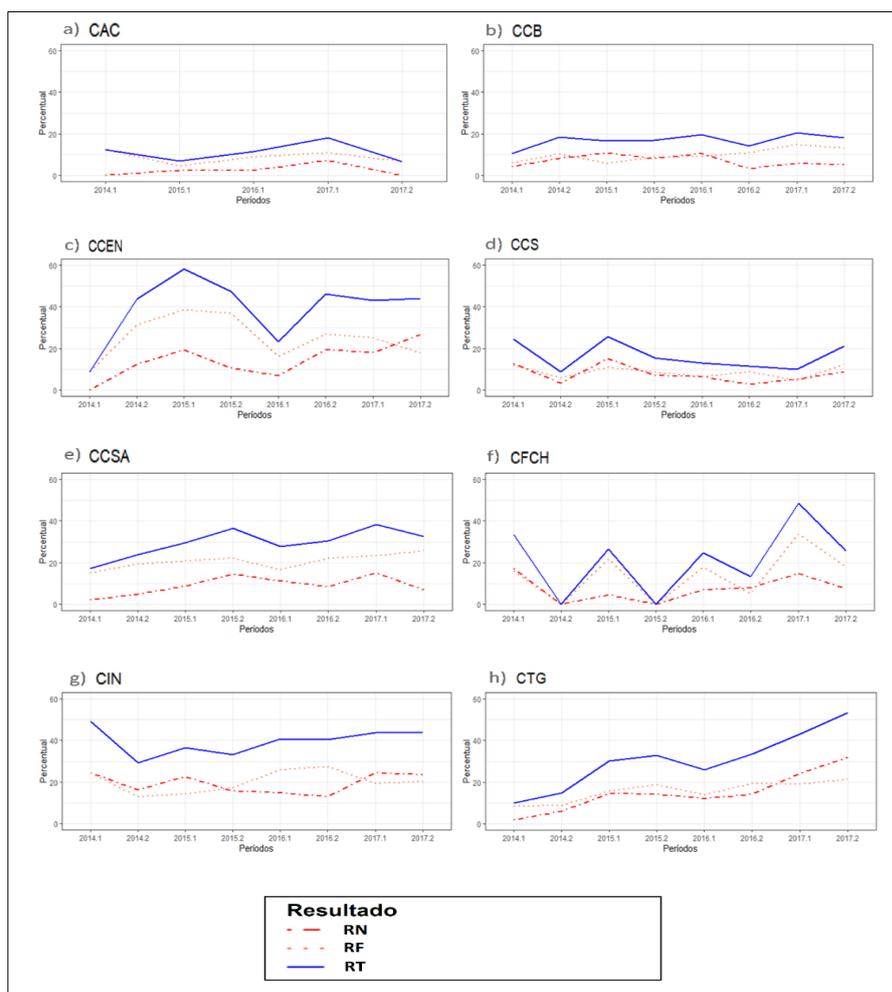


Figura 1. Análise dos Índices de Reprovação por Centro. Fonte: Elaboração Própria.

Dos gráficos exibidos na Fig. 1, alguns chamam atenção pelo formato, sendo eles: *c*, *f* e *h* (referentes aos centros CCEN, CFCH e CTG, respectivamente). O gráfico relativo ao CCEN (Fig. 1.c) mostra que houve um crescimento na quantidade de reprovações no período de 2014.1 a 2015.1 (atingindo, aproximadamente, 50% de reprovação). Porém, nos períodos subsequentes há uma redução nessa quantidade de reprovados e voltando novamente a crescer, mantendo-se “constante” a partir de 2016.2.

Alguns questionamentos que podem ser feitos são: o que causou esse aumento, seguido por uma queda e novamente um aumento? Como este não é o objetivo do presente artigo, fica como sugestão para estudos posteriores.

Já o gráfico relativo ao CFCH (Fig. 1.f), há um padrão de sazonalidade, onde os períodos pares apresentam uma queda na taxa de reprovação, enquanto os períodos ímpares voltam a

crescer. Já nos períodos ímpares, há um aumento nessa quantidade. Uma pergunta que pode ser levantada é: quais cursos alocados no CFCH pagam disciplinas nos períodos pares e nos ímpares? Será que, caso sejam cursos diferentes, há uma influência do curso nessa sazonalidade?

A resposta é sim. Nos períodos pares, apenas o curso de *Ciências Políticas* cursa disciplinas de estatística no CFCH. Já nos períodos ímpares, cursam *Ciências Sociais* (tanto licenciatura como bacharelado) e *Arqueologia*. Assim, o fato de haver mais curso nos períodos ímpares leva a uma maior quantidade de alunos com possibilidade de reprovação.

E, relativo ao CTG (Fig. 1.h) observa-se que há uma tendência crescente na taxa de reprovação dos alunos. Então, fica o questionamento: quais fatores podem ter feito com que a taxa de reprovação no CTG tivesse um crescimento ao longo do período analisado? Alguma mudança na metodologia de ensino? Na forma como o conteúdo passou a ser cobrado dos alunos? Tais perguntas podem servir de base para um estudo mais detalhado em relação a esse fenômeno.

A Fig. 2 ilustra como se dá o desenvolvimento das aprovações, sendo subdivida em AP (aprovações, isto é, alunos que passaram após fazer o exame final), AM (aprovações por média, ou seja, alunos que passaram com nota maior ou igual à média) e AT (aprovações totais, que engloba ambos os tipos de aprovações citados acima). Como de se esperar, analisando a reta que explica as aprovações totais, o gráfico segue um formato oposto ao das reprovações totais.

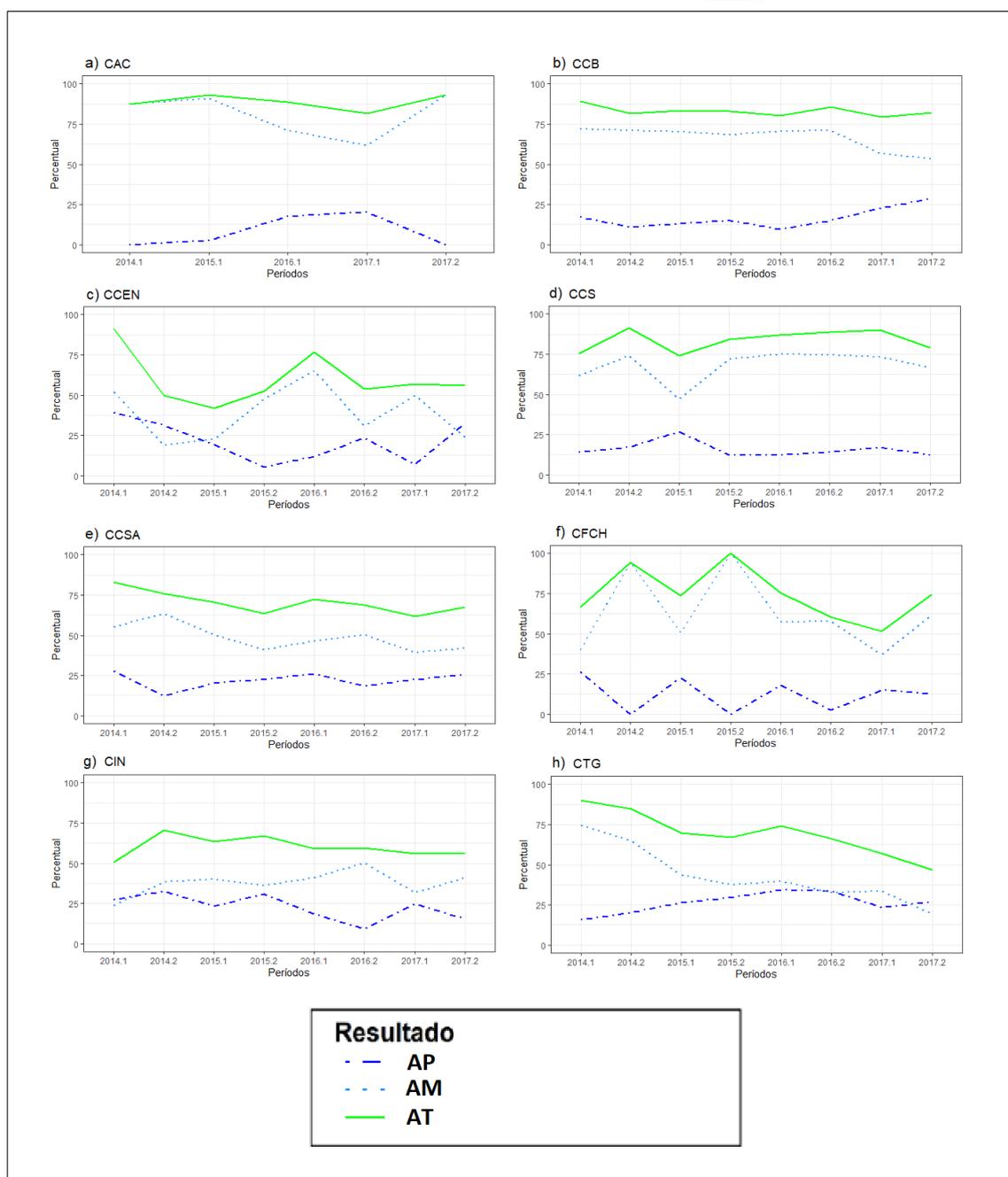


Figura 2. Análise dos Índices de Aprovação por Centro. Fonte: Elaboração Própria.

Nota-se que a quantidade de alunos aprovados por média é superior à quantidade de alunos aprovados em quase todos os centros, à exceção do CCEN e CTG. No CTG, percebe-se que há uma variação onde, em alguns períodos, o índice de aprovados supera o de aprovados por média e vice-versa.

Já para o CIN, percebe-se uma tendência decrescente na quantidade de aprovados por média, e uma certa constância no índice de aprovados. Tal fato indica que, ao longo do período

analisado, o índice de aprovados por média decaindo é responsável pela redução na quantidade de aprovados totais, o que influencia diretamente no maior índice de reprovações.

A Fig. 3 representa a comparação das aprovações entre os centros. Ressalta-se, novamente, que o CAC não possui observações nos semestres de 2014.2, 2015.2 e 2016.2, por isso recebe um * para diferenciá-lo nesse período).

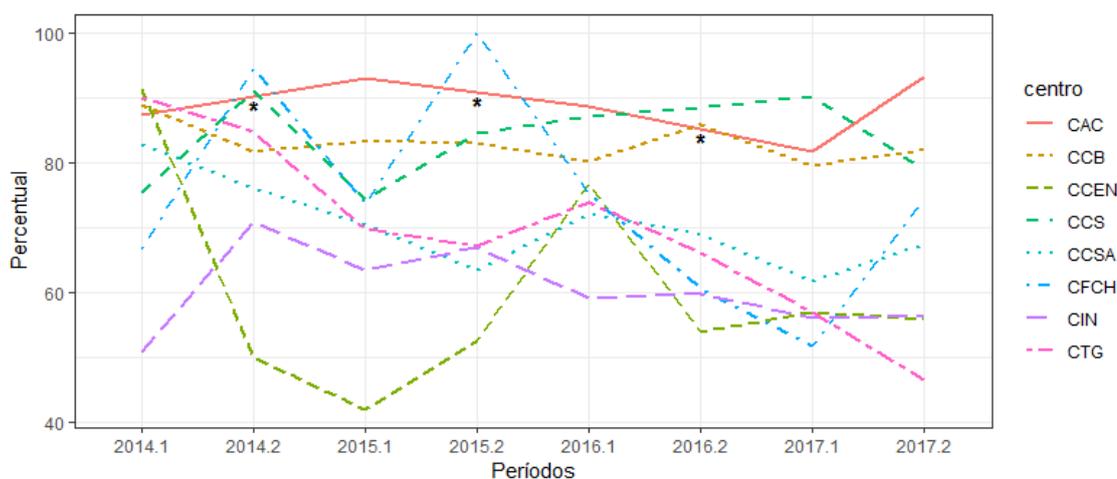


Figura 3. Gráfico de Aprovações Totais.. Fonte: Elaboração Própria.

Pode-se notar que as aprovações variam de 40% até 100%. Um fato que chama atenção é o de que os centros onde há uma exigência de que os alunos tenham maior domínio nas Ciências Exatas são os que estão com os piores índices de aprovação: CCEN, CIN, CTG. A literatura apresenta diversos fatores que podem explicar esse desempenho dos estudantes. Gonçalves e Lima (2017) apontam o fato de que o ensino foca na aplicação de fórmulas, mas não no seu entendimento ou interpretação. Isso leva aos alunos não entenderem o motivo de usarem tais fórmulas e para o que realmente servem.

Barberino e Magalhães (2016) apontam justamente o fato de que quando o aluno passa a utilizar a estatística para resolver questões do seu cotidiano, aproximando os ensinamentos estatísticos da sua realidade, apresentaram melhor desempenho. Sendo assim, eles passaram a ver a utilidade da estatística no seu cotidiano e a interpretar e entender as fórmulas além da teoria.

Lorenzato (2010) pontua que o sucesso ou fracasso dos estudantes na disciplina está atrelado às experiências que ele terá durante sua formação básica. E Viali (2008) destaca que

houve uma diminuição na carga horária dos pedagogos em relação à estatística. Sendo assim, menos conteúdo é ensinado e os próprios pedagogos não tem o preparo adequado para passar o conteúdo.

Assim, segundo Wise (1985) e Mondéjar-Jiménez e Vargas-Vargas (2010), isso faz com que o estudante passe a ter uma aversão à estatística, devido às experiências negativas que possui. E essa aversão faz com que seu desempenho na disciplina seja afetado.

Mas o que explica o fato de que os alunos que, no geral, são associados a ter menos disposição às ciências exatas possuem melhores indicadores de aprovação em tais disciplinas?

Analisando o índice de evasão no curso de Estatística da Universidade Estadual de Maringá, Macerau, Souza e Silva (2014) detectaram que a falta de tempo para se dedicar aos estudos e a dificuldade de obter bons desempenhos foram determinantes para que o aluno desistisse do curso. Além disso, dos alunos evadidos, 21,28% foi motivado a desistir por causa de alguma disciplina específica (Cálculo 3, Álgebra Linear e Probabilidade, Estatística Geral ou Planejamento de Experimentos e Probabilidade II). Cerca de 12,90% se evadiram por conta de algum professor.

Sendo assim, uma hipótese levantada pelos autores do presente estudo sobre o fato dos estudantes de outras áreas que não tenham foco em Ciências Exatas obtenham melhor desempenho, é de que a didática e o nível de cobrança sobre esses alunos sejam menor do que o que é cobrado dos estudantes que seguem em áreas onde há a exigência de maior conhecimento de matemática e estatística. Porém, para provar isso, seria necessário um novo estudo sobre a forma de ensino, as avaliações, plano de ensino e outras coisas.

A Fig. 4 indica a relação entre os alunos aprovados nas disciplinas de estatística e a aprovação geral ao longo do curso. O gráfico explicita bem que o índice de aprovações nas disciplinas de estatística é inferior ao índice de aprovações ao longo do curso. Para tal comparação, calculou-se os índices de aprovação total no curso, isto é, considerando todas as disciplinas ao longo do primeiro ao último semestre e, em seguida, comparou-se com os índices de aprovações totais apenas para as disciplinas com foco em estatística, já detalhado nos gráficos anteriores.

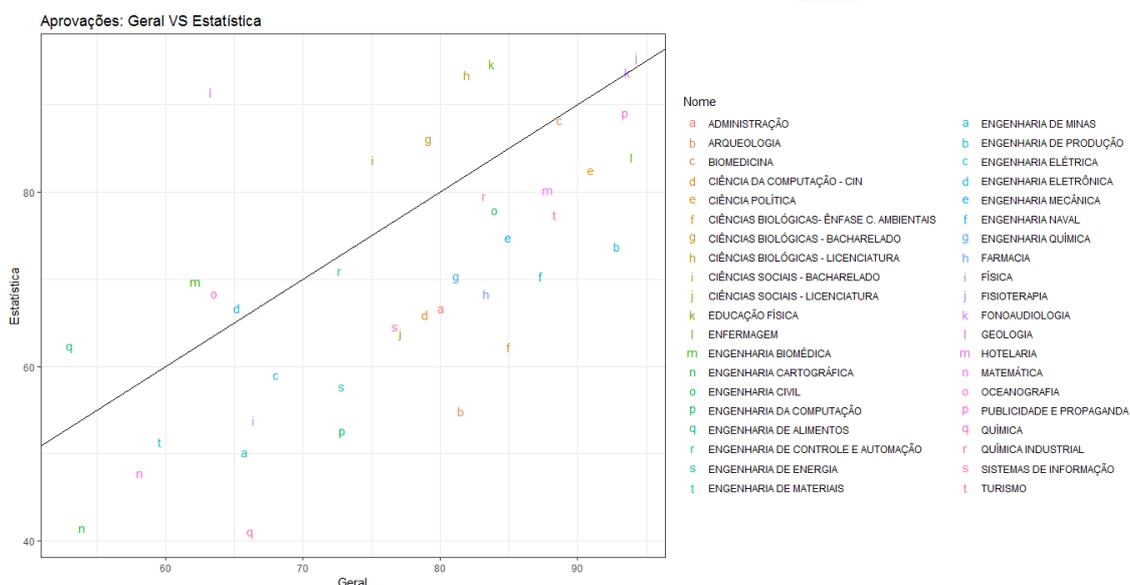


Figura 4. Aprovações: Padrão do Curso versus Disciplina de Estatística. Fonte: Elaboração Própria.

Nota-se que apenas 11 cursos obtiveram índice de aprovação em estatística superior ao índice de aprovação no curso. Na Tab. 2 são exibidos os cursos onde o índice de aprovação em estatística foi superior ou igual ao índice de aprovação do curso, explicitando o seu respectivo centro.

CENTRO	TIPO	CURSO
Centro de Ciências Biológicas / Centro de Biociências	Bacharelado	Ciências Biológicas
	Licenciatura	Ciências Biológicas
Centro de Ciências Exatas e da Natureza	Bacharelado	Física
Centro de Ciências da Saúde	Bacharelado	Educação Física
	Bacharelado	Fisioterapia
	Bacharelado	Fonoaudiologia
Centro de Tecnologia e Geociências	Bacharelado	Engenharia Biomédica
	Bacharelado	Engenharia de Alimentos
	Bacharelado	Engenharia Elétrica - Eletrônica
	Bacharelado	Geologia
	Bacharelado	Oceanografia

Tabela 2. Fonte: Elaboração Própria.

Isso indica o fato de que o índice de reprovações nas disciplinas que envolvem conceitos estatísticos é superior média de reprovações nas demais disciplinas do curso. De um total de 40 cursos, apenas 11 obtiveram uma taxa de aprovação em estatística superior ou igual à taxa de aprovação no curso, o que representa 27,5% dos 40 cursos analisados no presente estudo.

Detectou-se também que os centros que possuem maior ênfase no ensino das Ciências Exatas possuem as maiores taxas de reprovação. Tal fato se destaca pois são nesses centros onde espera-se que os alunos possuam maior afinidade com o domínio do raciocínio lógico. Ferraz (2013), em suas análises sobre os fatores que influenciam no desempenho dos alunos das disciplinas ofertadas pelo Departamento de Estatística da Universidade de Brasília (UnB), também encontrou que os alunos de Exatas obtiveram rendimentos piores que os alunos de Saúde e Humanas.

Martins e Rocha (2011), analisando o índice de evasão dos ingressantes no curso de Estatística da Universidade Federal do Paraná no período de 1991 a 2005, detectaram uma evasão de 72,5% dos alunos. Além disso, dos alunos das turmas de 2006 a 2008, embora tivessem cumprido o tempo para a integralização do curso (4 anos), mas apenas 26,8% se formaram. Os demais se evadiram (44,1%) ou continuaram vinculados ao curso (29,1%).

Como destacado por Nascimento *et al.* (2018), Pacheco e Andreis (2018) e Pedroso (2010), algumas dificuldades são influenciadas pela falta de domínio de conteúdos básicos, vistos ao longo do ensino médio e fundamental. E, ao ver novos conceitos que dependem dessa base, os alunos acabam por não entender o que lhe está sendo apresentado. Partindo desse ponto, pode-se fazer um estudo sobre as disciplinas iniciais nos cursos de graduação, para verificar o nível de domínio dos discentes em assuntos que poderão influenciar em disciplinas futuras de estatística e detectar formas de melhorar esse desempenho.

A metodologia de resolução de problemas pode ser uma forma de melhorar o aprendizado dos alunos, conforme destaca Cantanhêde (2015). Em seus achados, verificou que, utilizando tal metodologia, os alunos demonstraram maior engajamento, melhoria no trabalho coletivo, desenvolveram a capacidade de interpretar e argumentar além de demonstrarem satisfação e confiança ao conseguirem resolver um problema.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a literatura aponte para uma concordância da importância da estatística nos mais diversos setores da sociedade, é notável que há uma grande dificuldade por parte dos alunos em compreender tais conceitos e aplicá-los na vida real. Conceitos estes que podem trazer retornos tanto para o profissional, visto que será capaz de obter melhores *insights* do que os dados lhe mostra além de um maior salário (UTTL; WHITE; MORIN, 2013); e também trará retornos para sua corporação/setor, visto que poderá conhecer melhor dos seus próprios dados, do mercado, das situações da sociedade ao redor e utilizará tais informações na busca de seus objetivos.

Diversos fatores são indicados na literatura como responsáveis por essa dificuldade em aprender estatística por parte dos alunos. Fatores como a metodologia utilizada pelo professor, a importância que os discentes veem na disciplina para sua formação, a capacidade de compreender os conceitos e não apenas aplicar fórmulas prontas, o domínio de conceitos iniciais, entre outros fatores.

Cordani (2001) enfatiza que tais fatores acabam afastando os alunos da disciplina, às vezes criando até uma certa aversão à assuntos relacionados à estatística. Porém, caso o ensino fosse além da mecanização, indo além da teoria e mostrando exemplos do cotidiano e relacionando com outras disciplinas, aproximaria os alunos, fazendo com que os mesmo passassem a ver a disciplina de outra forma, enxergando sua importância da mesma.

Interessante notar que os centros voltados para cursos de Ciências Exatas, possuem índices de reprovação maiores do que os demais. Isso corrobora com os achados de Ferraz (2013). Além disso, a reprovação influencia no tempo que o aluno levará para integralizar os conteúdos do curso, levando assim mais tempo para sua formação do que previsto. Fato que foi destacado por Martins e Rocha (2011), analisando o curso de Graduação em Estatística da Universidade Federal do Paraná.

O presente estudo focou apenas em verificar o desenvolvimento da reprovação e aprovação no período de 2014.1 a 2017.2 e verificar a relação da reprovação nas disciplinas estatísticas com a taxa de reprovação geral dos cursos. Demais estudos podem ser realizados para complementar com os resultados encontrados no presente estudo. Por exemplo, quais

fatores fizeram com que a taxa de aprovação no CTG decaísse ao longo do período analisado; o que explica o comportamento da taxa de reprovação do CCEN que cresceu num período inicial, voltando a decair nos períodos subsequentes, comportando-se quase como uma parábola.

5. REFERÊNCIAS

Barberino, M. R. B.; Magalhaes, M. N. Aprendizagem de Estatística por meio de projetos no Ensino Médio da escola pública. *Educação Matemática Pesquisa*, v. 18, p. 1223-1243, 2016.

Bayer, A.; Echeveste, S. S.; Bittencourt, H. R.; Rocha, J. Preparação do formando em Matemática-licenciatura plena para lecionar Estatística no Ensino Fundamental e Médio. In: *V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, SP. 2006.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

Cantanhêde, R. B. S. Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Estatística através da Resolução de Problemas: uma experiência com alunos do 3º ano do ensino médio. 2015. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2015.

Cordani, L. K. O ensino da Estatística na Universidade e a controvérsia sobre os fundamentos da inferência. Tese de Doutorado. São Paulo. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. 2001.

Damacena, C.; Petroll, M. De L. M.; Melo, B. S. Fatores que afetam o aprendizado de alunos do mestrado em Administração em relação à Estatística. *REAd. Revista Eletrônica de Administração* (Porto Alegre. Online), v. 22, p. 132-153, 2016.

Ferraz, A. P. Avaliação do Rendimento dos Alunos em Disciplinas Ofertadas pelo Departamento de Estatística para Outros Cursos da Universidade de Brasília: uma aplicação de regressão logística multinível. 2013. TCC (Graduação), Universidade de Brasília, Brasília,

2013. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/8038>. Acessado em 20 de junho de 2020.

Gal, I. Adults' Statistical Literacy: Meanings, Components, Responsibilities. *International Statistical Review*, v. 70, p. 1-25, 2002.

Gonçalves, P. G. F.; Lima, R. A. S. V. O ensino de estatística por meio da pesquisa: uma experiência a luz da modelagem matemática. *Holos (Natal. Online)*, v. 2, p. 190, 2017.

Ignácio, S. A. Importância da Estatística para o processo de conhecimento e tomada de decisão. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, Curitiba, n. 118, p.175-192, 2010. Jan/Jun.

Junius, P.; Sidell, N. Dispelling Fear and Loathing: Engaging Mathematically Challenged Students to Learn Statistics. *The Journal of Baccalaureate Social Work*, Alexandria, v. 14, n. 2, p. 49-61, 2009.

Lima, E. P. Epidemiologia e estatística: integrando ensino, pesquisa, serviço e comunidade. *Revista Brasileira de Educação Médica*. 2010, vol.34, n.2, pp.324-328. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-55022010000200019&script=sci_abstract&tlng=pt. Acessado em 05 de junho de 2020.

Lorenzato, S. *Para aprender matemática*. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2010.

Macerau, W. M. O.; Souza, E. M.; Silva, E. S. Evasão no Curso de Bacharelado em Estatística da Universidade Estadual de Maringá: uma análise etnográfica. *Revista de Ciências e Educação, Americana*, Ano XVI, v. 02, n. 31, p. 129 - 144. 2014.

Machado Filho, A. A importância da Estatística na formação profissional do Pedagogo. *Cairu em Revista*, v. 3, p. 1-6, 2014.

Martins, G. O.; Rocha, S. H. Evasão e Tempo de Permanência no Curso de Estatística da Universidade Federal do Paraná: um estudo sobre os alunos que ingressaram no período de 1991 a 2011. 2011. TCC (Graduação). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

Milito, A. M.; Pannone, M. A.; Luchini, S. R. New Strategies for Teaching Statistics at School. Disponível em <http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/4/616.pdf>. Acesso em 18 de junho de 2020.

Mondéjar-Jiménez, J.; Vargas-Vargas, M. Determinant factors of attitude towards quantitative subjects: Differences between sexes. *Teaching and Teacher Education*, Amsterdam, v. 26, n. 3, p. 688–693, 2010.

Nascimento, K. S.; Fonseca, R. F.; Sousa, D. F. M.; Dantas, J. S. C.; Medeiros, F. F. Análise do índice de reprovação e evasão na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I da UFCG - Cuité. In: III Congresso Nacional De Pesquisa E Ensino Em Ciências, 2018, Campina Grande - PB. *Anais III CONAPESC*, v. 1. 2018.

Pacheco, M. B.; Andreis, G. S. L. Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. *PRINCIPIA (JOÃO PESSOA)*, v. 1, p. 105-119, 2018.

Pedroso, C. M. Estratégias para retenção e recuperação de estudantes com deficiência em fundamentos de matemática. In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia, 2010, Fortaleza. *Anais do XXXVIII Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia*, 2010.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>. 2018.

Roberts, D., & Saxe, J. Validity of a statistics attitude survey: a follow-up study. *Educational and Psychological Measurement*, 42, 907–912. 1982.

Santos, B. M.; Lemes, P. T.; Portugal Junior, P. S.; Silva, S. W.; Alves, A. F. A importância e o uso da estatística na área empresarial: uma pesquisa de campo com empresas do município de Elói Mendes - MG. In: XIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - SEGeT, 2016.

Silva Junior, G. B.; Lopes, C. E. A importância da Estatística na vida profissional de futuros engenheiros de produção. *Revista de Produção Discente em Educação Matemática*. ISSN 2238-8044, v. 3, n. 2, nov. 2014. ISSN 2238-8044.

Silva Junior, G. B.; Lopes, C. E. O Papel da Estatística na Formação do Engenheiro de Produção. *Bolema*, Rio Claro, v. 30, n. 56, p. 1300-1318, dez. 2016.

Tukey, J. W. The Future of Data Analysis. *The Annals Of Mathematical Statistics*, New York, v. 33, n. 1, p. 1-67, Mar. 1962.

Uttl, B.; White, C.; Morin, A. The Numbers Tell It All: Students Don't Like Numbers!
PLOS One, San Francisco, v. 8, n. 12, p. 1-9, 2013.

UFPE. Cursos de Graduação. Sem data. Disponível em
<<https://www.ufpe.br/cursos/graduacao>>. Acessado em 17 de junho de 2020.

UFPE em Números. UFPE. 07 de jun. de 2019. Disponível em
<<https://www.ufpe.br/institucional/ufpe-em-numeros>>. Acessado em 17 de junho de 2020.

Viali, L. O Ensino de Estatística e Probabilidade nos Cursos de Licenciatura em Matemática. In: SINAPE (Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística), Estância de São Pedro (SP). 18 SINAPE (Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística). 2008.

Wise, S. The development and validation of a scale measuring attitudes toward statistics. *Educational and Psychological Measurement*, 45, 401–405. 1985.



ANÁLISE FITOTOXICOLÓGICA DE METAIS EM LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO EM *SOLANUM LYCOPERSICUM*

Elisângela Maria da Silva¹
Samantha Costa do Nascimento²
Naiara Angelo Gomes³
Márcio Camargo de Melo⁴

RESUMO

O lixiviado de aterro sanitário constitui em um dos subprodutos resultantes do confinamento, ambientalmente adequado, de resíduos sólidos no solo. Este efluente possui elevadas concentrações de matéria orgânica biodegradável e metais de grande potencial tóxico ao meio ambiente e à saúde humana. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi analisar o potencial fitotóxicológico do lixiviado de um aterro sanitário em sementes de tomate (*Solanum lycopersicum*). Para isso, foram coletadas cinco (5) amostras de lixiviado no ponto *in natura* no Aterro de Resíduos Sólidos Urbanos, localizado em Campina Grande, Paraíba, Brasil. O período de coleta compreendeu-se entre os meses de novembro de 2018 e maio de 2019. Foram realizadas análises de metais (Fe, Mn, Zn, Cr total e Pb) e testes de fitotoxicidade em sementes de *Solanum lycopersicum*. Os dados foram submetidos à estatística descritiva, além disso utilizou-se a matriz de correlação para avaliar o nível de correlação entre as variáveis testadas. Verifica-se que, o ICRR-T(1%) e ICRR-T(5%) variam de $81,23 \pm 13,52\%$ e $54,70 \pm 15,02\%$, respectivamente. Conclui-se, por meio da análise da matriz de correlação, que os metais apresentaram efeitos fitotóxicológicos ao ICRR-T(1%) e ICRR-T(5%) que variaram de fraco a forte. Os elementos Ferro, Zinco e Manganês foram os que apresentaram efeitos fitotóxicológicos mais significativos ao ICRR-T, com correlações acima de 0,70.

Palavras-chave: Bioindicador; Resíduos Sólidos; Toxicidade.

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, elisa_maria18@hotmail.com;

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, , samandacosta93@gmail.com;

³ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, naiaraangeloccta@gmail.com;

⁴ Professor orientador: Doutor da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, melomc90@gmail.com.



INTRODUÇÃO

O lixiviado de aterros sanitários constitui em um dos subprodutos resultantes do confinamento de resíduos sólidos no solo. Apesar de serem considerados uma forma ambientalmente adequada de disposição final de resíduos, especialmente urbanos, os aterros podem acarretar diversos impactos ao meio ambiente e à saúde da população, principalmente, em virtude da concentração de elementos e/ou compostos com potencial tóxico existentes nestes resíduos e conseqüentemente em seu lixiviado.

Além do mais, o lixiviado de aterro sanitário é um líquido de cor escura que apresenta altas concentrações de matéria orgânica biodegradável e refratária, nitrogênio amoniacal, metais tóxicos, pesticidas halogenados e sais inorgânicos, o que lhe confere toxicidade (KLAUCK *et al.*, 2017). Dessa forma, a identificação dos contaminantes responsáveis pela toxicidade de lixiviados é difícil em função do número restrito de compostos químicos detectados por análises de rotina, da complexidade da composição do lixiviado, à sua heterogeneidade, e à incerteza da sua biodisponibilidade (LINS, 2005).

Sabe-se que um dos principais compostos tóxicos presentes no lixiviado e mais preocupantes do ponto de vista ambiental são os metais pesados, uma vez que são substâncias não biodegradáveis que podem permanecer no meio ambiente e entrar na cadeia trófica, causando, em seres humanos, doenças crônicas e agudas (MANAHAM, 1992; GOMES *et al.*, 2018). Sendo assim, é de suma importância estudos que avaliem o efeito desses elementos sobre organismos que funcionam como bioindicadores da qualidade ambiental.

Dessa forma, a análise do potencial tóxico do lixiviado gerado em aterros de resíduos sólidos sobre o meio ambiente pode ser identificada de maneira simples, rápida e a baixo custo por meio de testes de fitotoxicidade, que avaliam o efeito das substâncias perigosas ou um conjunto delas, em especial, os metais tóxicos, sobre a germinação e o crescimento de sementes. Esses testes são amplamente utilizados, pois oferecem respostas seguras do potencial de toxicidade que esse efluente apresenta ao meio ambiente e à saúde da população. Logo, os testes de fitotoxicidade são capazes de fornecer informação complementares a cerca do potencial de toxicidade do lixiviado do que testes físico-químicos isoladamente (MARTINEN *et al.*, 2002; PIVATO e GASPARI, 2006).

Na literatura técnica constatam-se vários estudos desenvolvidos em lixiviados, nos quais foram utilizadas sementes como organismos-teste para avaliação da toxicidade desses ambientes. Algumas dessas espécies são: tomate (*Solanum lycopersicum*), repolho (*Brassica oleraceae*), alface (*Lactuca sativa*), quiabo (*Abelmoschus esculentus*), cebola (*Allium cepa*),



entre outros (RODRIGUES *et al.*, 2013; FERREIRA Jr. *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015; BUDI *et al.*, 2016; SILVA, 2016; GOMES *et al.*, 2018; COLOMBO *et al.*, 2019).

Com base nesse contexto, para determinar os efeitos fitotóxicológicos, utilizou-se nessa pesquisa como organismo-teste sementes de tomate (*Solanum lycopersicum*), espécie recomendada pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA (USEPA, 1996) e pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2003). Assim, os ensaios utilizando essas sementes como organismos-teste, fornecem informações sobre os possíveis efeitos em plantas e sobre o efeito biológico de compostos solúveis em baixas concentrações (WELTER *et al.*, 2018; COLOMBO *et al.*, 2019).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi analisar o potencial fitotóxicológico de metais no lixiviado de Aterro Sanitário em sementes de tomate (*Solanum lycopersicum*).

METODOLOGIA

As etapas metodológicas realizadas nesta pesquisa consistiram em: (i) Caracterização do município e da área de estudo; (ii) Coleta do lixiviado; (iii) Monitoramento fitotóxicológico e; (iv) Análise dos dados.

Caracterização do município de Campina Grande

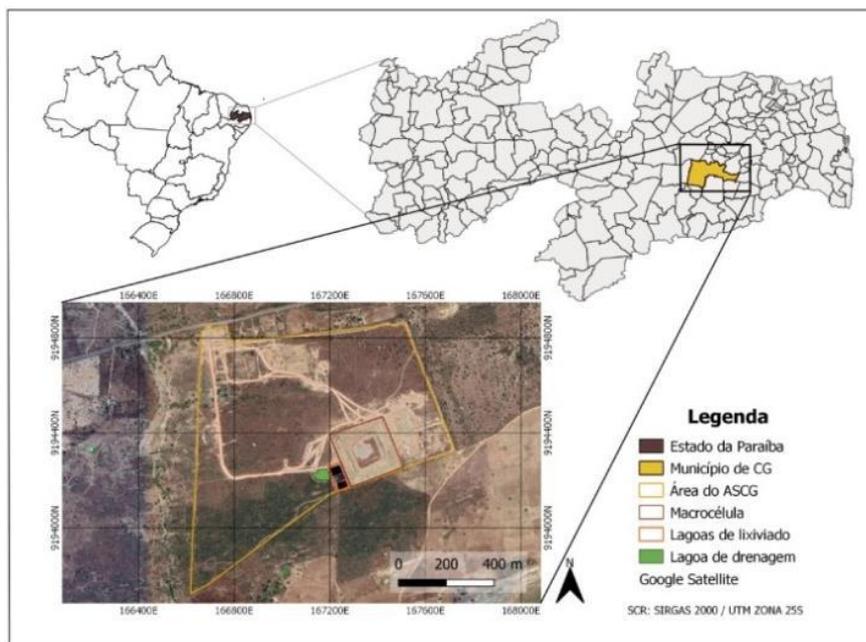
O município de Campina Grande - PB encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Médio Paraíba, sendo seus principais cursos d'água os rios Salgadinho, Bodocongó, São Pedro, do Cruzeiro e Surrão, além dos riachos: Logradouro, da Piaba, Marinho, Caieira, do Tronco e Cunha (CPRM, 2010; IBGE, 2010).

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2019), a população estimada para o município de Campina Grande - PB, em 2019, é de 409.731 habitantes, com uma geração *per capita* de 0,64 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ de RSU (ECOSAM, 2014), o que resulta em uma geração em torno de 262 t.dia⁻¹ de resíduos sólidos.

Area de estudo

O estudo foi desenvolvido em um Aterro Sanitário de resíduos sólidos urbanos (ASCG), localizado na Fazenda Logradouro II, Distrito de Catolé de Boa Vista, Campina Grande - PB. Na Figura 1, apresenta-se a localização do ASCG.

Figura 1 - Localização do Aterro Sanitário de RSU



Fonte: Autores (2020)

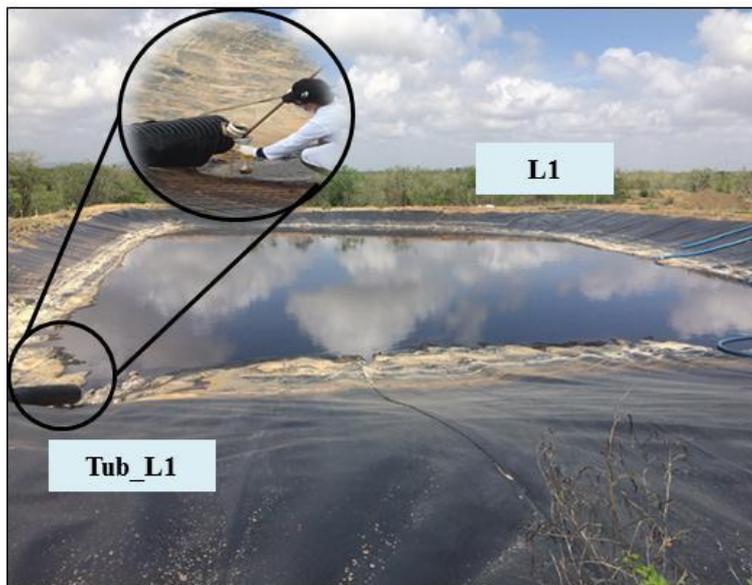
O ASCG é administrado por uma empresa privada e atende, atualmente, ao município de Campina Grande - PB e a mais 38 municípios do Estado da Paraíba. O empreendimento foi projetado para ter uma vida útil de 25 anos e receber $350 \text{ ton} \cdot \text{dia}^{-1}$ de RSU. Vale salientar que cerca de 90% dos resíduos depositados no aterro são oriundos do município de Campina Grande-PB. Em se tratando da vazão de lixiviado gerado no Aterro, no período de realização desse estudo, obteve-se uma vazão média diária de $25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ de lixiviado, o qual é conduzido por gravidade para um poço de visita de concreto pré-moldado e, em seguida, para Lagoas de acumulação, recirculação e evaporação natural (L1, L2, L3 e L4).

Coleta do lixiviado para a realização dos ensaios

Para a realização deste estudo foram coletadas amostras de lixiviado *in natura* do ASCG no ponto da tubulação (Tub_L1) que conduz o lixiviado *in natura* gerado nas Células de RSU para a Lagoa 1 (L1), conforme ilustra-se na Figura 2.



Figura 2 - Ponto de coleta das amostras de lixiviado no ASCG



Fonte: Autores (2020)

A amostragem consistiu na coleta mensal de 1 litro de lixiviado, totalizando 5 amostras analisadas (A1, A2, A3, A4 e A5), realizadas nos meses de novembro e dezembro de 2018, e março, abril e maio de 2019.

A coleta, o acondicionamento, a preservação e o transporte das amostras ocorreram conforme as orientações do manual da Companhia de Abastecimento de São Paulo (CETESB, 2011). Após coletadas, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Geotecnia Ambiental e Biotecnologia (LGAB), pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da UFCG, para a realização dos ensaios físico-químicos e dos testes fitotoxicológicos.

Monitoramento fitotoxicológico do lixiviado

O monitoramento fitotoxicológico do lixiviado gerado no aterro sanitário foi realizado mediante a análise dos testes de fitotoxicidade e dos metais presentes no efluente líquido, a fim de verificar a influência desses elementos no Índice de Crescimento Relativo da Raiz do Tomate (ICRR-T).



Testes de fitotoxicidade

Para a condução dos ensaios de fitotoxicidade, foram utilizados como bioindicadores sementes de tomate (*Solanum lycopersicum*) da marca ISLA PAK, sem tratamento químico contra pragas. Essas sementes foram adquiridas em casa de insumos agrícolas do comércio local. Os testes foram realizados conforme metodologia de MELO (2003) adaptado de Tiquia, Tan e Hodgkiss (1996) e Colombo *et al.* (2019).

Em placas de Petri (9,5 cm de diâmetro) contendo uma camada dupla de papel filtro qualitativo (porosidade 110 mm) foram distribuídas uniformemente, com o auxílio de uma pinça, 20 sementes de tomate, em triplicata. Nessas placas, adicionou-se 10 mL do lixiviado diluído, nas porcentagens de 1, 5, 10 e 100%, e para o controle negativo utilizou-se água destilada. Em seguida, as placas foram fechadas e vedadas com papel filme e incubadoras em estufa do tipo B.O.D a temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$, em ausência de luz, por 120 horas (5 dias). Na Tabela 1, ilustra-se uma síntese dos procedimentos realizados em sementes de tomate

Tabela 1 - Síntese das condições gerais do ensaio de fitotoxicidade

Requisitos	Condições
Organismos-teste	<i>S. Lycopersicum</i>
Tipo de ensaio	Estático
Número de réplicas	3
Concentrações (diluições)	1, 5, 10 e 100%
Volume da amostra	10 mL
Recipiente do teste	Placa de Petri (diâmetro 9,5 cm)
Temperatura	$20 \pm 2^\circ\text{C}$
Fotoperíodo	Escuro
Duração do teste	120 horas
Controle negativo	Água destilada
Efeito observado	Comprimento das raízes
Critérios de aceitabilidade	Comprimento das raízes ≥ 1 cm
Resultado final	ICRR-T (%)

Fonte: Autores (2020)

Ao final do período de incubação, quantificou-se o Índice de Crescimento Relativo da Raiz (ICRR), conforme a Equação (1).



a) Índice Crescimento Relativo da Raiz (ICRR%)

$$\text{ICRR} = \frac{\text{MCRA}}{\text{MCRC}} * 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

Em que:

ICRR - Crescimento Relativo da Raiz;

MCRA - Média do Comprimento da Raiz na amostra;

MCRC - Média do Comprimento da Raiz no controle

Ademais, foram analisados os metais: Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Cromo total (Cr) e Chumbo (Pb) para avaliar a sensibilidade das sementes de tomate a esses elementos. A determinação destes elementos foi executada utilizando o método da espectrofotometria de absorção atômica, no espectrofotômetro modelo *AAnalyst 200*, da marca *PerkinElmer*, segundo a metodologia de APHA (2012).

Análise estatística dos dados

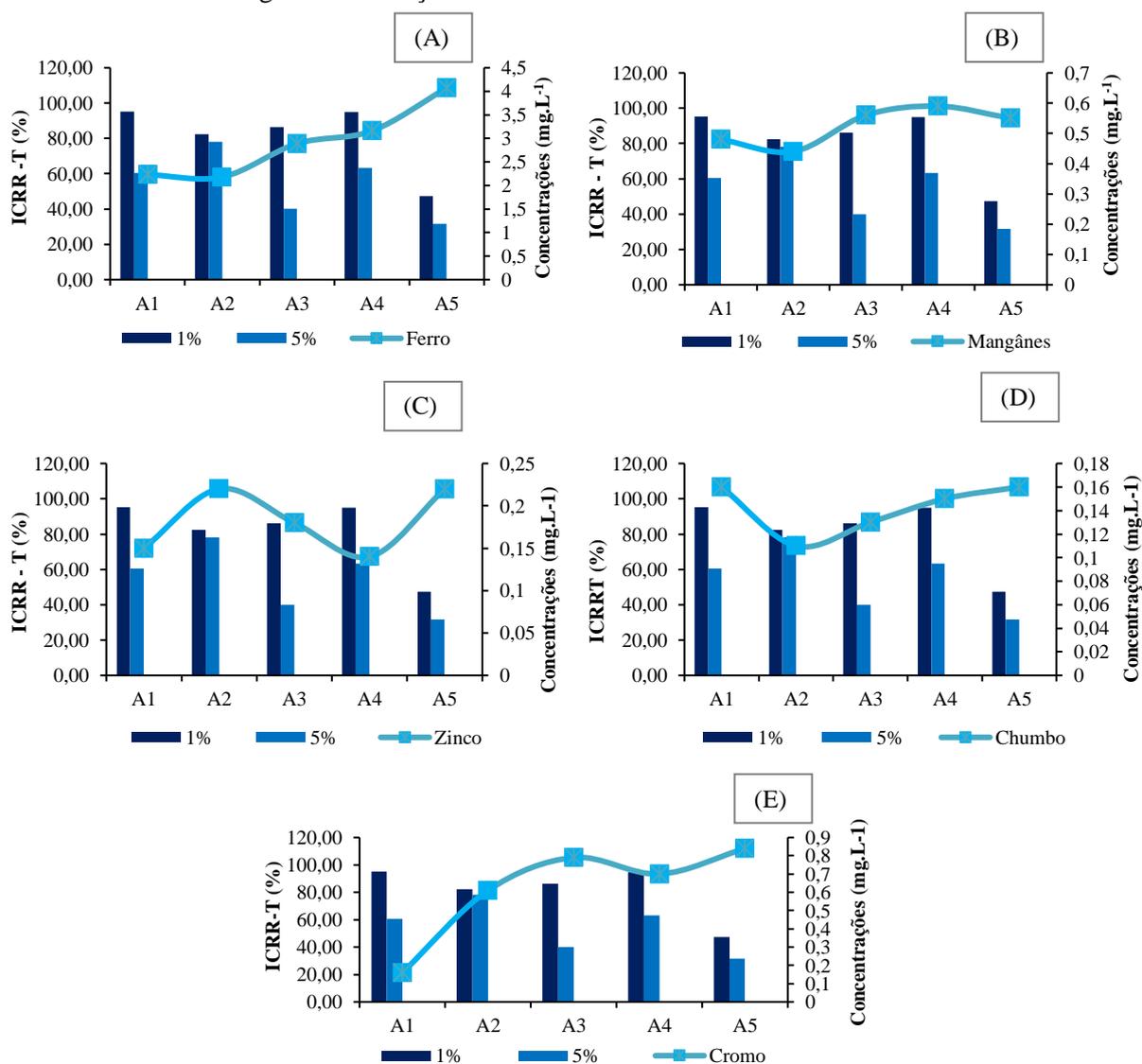
Para a análise estatística, os parâmetros foram avaliados por meio da estatística descritiva, utilizando o *software Microsoft Excel 2013*. Foi utilizado o teste da matriz de correlação entre os elementos Fe, Mn, Zn, Pb e Cr e os testes de fitotoxicidade, avaliado por meio do ICRR-T. O objetivo foi verificar o nível de relação entre as variáveis (metais e ICRR-T), apresentando as correlações positivas ou negativas. De acordo com Dancey e Reidy (2006), as correlações que variaram entre 0,10 e 0,30, podem ser consideradas fracas; entre 0,40 e 0,60 são consideradas moderadas; e valores entre 0,70 e 1,0 podem ser classificados como fortes. Neste trabalho, foram consideradas e discutidas apenas correlações significativas moderadas e fortes.



RESULTADOS

Na Figura 3 (A a E), apresenta-se o comportamento do ICRR-T em relação as concentrações de metais Fe, Mn, Zn, Pb e Cr no lixiviado do ASCG e na Tabela 2, mostra-se a Matriz de Correlação entre o ICRR-T para as concentrações de 1 e 5%, bem como para as concentrações dos metais presentes no lixiviado.

Figura 3 - Variação do ICRR-T e dos metais no lixiviado



Fonte: Autores (2020)

Tabela 2 – Matriz de correlação para os indicadores analisados

	<i>Ferro</i>	<i>Zinco</i>	<i>Mangânes</i>	<i>Chumbo</i>	<i>Cromo</i>	<i>ICRR- T1%</i>	<i>ICRR-T5%</i>
Ferro	1						
Zinco	0,237	1					
Mangânes	0,715	-0,390	1				
Chumbo	0,509	-0,435	0,458	1			
Cromo	0,702	0,464	0,568	-0,229	1		
ICRR- T1%	-0,757	-0,766	-0,104	-0,201	-0,558	1	
ICRR-T5%	-0,781	-0,176	-0,601	-0,505	-0,478	0,630	1

Na Figura 3 (A a E) ilustram-se os resultados dos testes de fitotoxicidade, por meio da análise do ICRR-T e das concentrações dos metais presentes no lixiviado *in natura* gerado no ASCG. Verifica-se que, de maneira geral, houve variações no comportamento do ICRR-T para todas as diluições testadas, com valores que variaram de $81,23 \pm 13,52\%$ e $54,70 \pm 15,02\%$ para o ICRR-T(1%) e ICRR-T(5%), respectivamente. Importante salientar que não houve crescimento das raízes das sementes para as diluições 10 e 100% nas amostras analisadas. Tal fato ocorreu, provavelmente, em função de que concentrações mais elevadas do lixiviado proporcionou um nível muito tóxico às sementes.

Conforme mostrado na Figura 3 (A a E), o lixiviado *in natura* apresentou variações dos teores de metais. Verifica-se que o Fe (Figura 3 A), variou de $2,91 \pm 0,51 \text{ mg.L}^{-1}$ nas amostras analisadas. Nota-se que esse elemento apresentou concentrações elevadas e tendência ao crescimento ao longo do tempo. Apesar disso, esteve dentro dos Valores Máximos Permitidos (VMP) pela resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n. 430 (BRASIL, 2011). De acordo com Souto e Povinelle (2007), os valores de Fe pode encontrar-se na faixa máxima de 0,01 a 260 mg.L^{-1} para lixiviado de aterros sanitários brasileiros.

Comportamento semelhante a este foi apresentado em estudos desenvolvidos por Silva *et al.* (2015) em RSU da cidade Campina Grande em que verificaram que os valores desse elemento aumentaram ao longo do tempo de monitoramento. Além disso, também foram mensurados teores elevados de Fe, os quais foram associados ao fato de que esse metal é largamente utilizado no processamento de alimentos, e ainda devido à presença desse metal em vegetais assim como adubação agrícola. De acordo com Marchi *et al.* (2009), os insumos agrícolas ou subprodutos usados com finalidade corretiva do solo ou nutricional para as plantas podem ser, também, fonte de contaminação.

Em se tratando da fitotoxicidade, foi possível observar efeito tóxico do Fe sobre o ICRR-T, tendo em vista que, pela análise da matriz de correlação (Tabela 2), nota-se que esse elemento apresentou correlações fortes negativas no ICRR-T(1%) e ICRR-T(5%), indicando, que o aumento das concentrações do Fe favorece a fitotoxicidade das sementes. Tal fato, ocorreu porque o Fe apresenta características tóxicas quando está em elevadas concentrações na massa de resíduos e conseqüentemente no lixiviado.

Verifica-se que os teores de Mn no *lixiviado in natura* (Figura 3 B) variaram de $0,52 \pm 0,05 \text{ mg.L}^{-1}$ nas amostras analisadas, portanto, abaixo de $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$, limite para o padrão de lançamento estabelecido pela Resolução CONAMA n. 430/2011. Além disso, nota-se que as concentrações desse elemento estão dentro da faixa máxima de variação ($0,04\text{-}2,6 \text{ mg.L}^{-1}$) apresentada por Souto e Povinelli (2007) para lixiviados de aterros brasileiros.

Importante destacar que o manganês, é um elemento essencial aos microrganismos do solo e plantas. No entanto, elevadas concentrações podem acarretar problemas de toxicidade aos seres vivos, sendo a redução do pH um dos fatores que mais contribuem para o aumento da sua biodisponibilidade (ALLOY, 1995). Estudos desenvolvido por Veloso *et al.* (1995), verificaram que concentrações de 30 mg.L^{-1} de manganês na solução nutritiva reduziu o desenvolvimento das plantas.

Em se tratando da toxicidade desse elemento associada ao ICRR-T realizado nesse estudo, verificou-se, por meio da análise da matriz de correlação (Tabela 2), que o manganês apresentou correlação negativa fraca e moderada com o ICRR-T(1%) e ICRR-T(5%), respectivamente. Apesar de não ter apresentado correlações fortes, em função desse elemento se correlacionar negativamente com o crescimento das sementes, indica-se que se em concentrações mais elevadas, o Mn pode ser fitotóxico as sementes de tomate.

Em relação as concentrações de Zn mensuradas no lixiviado (Figura 3 C), verifica-se que variaram de $0,18 \pm 0,03 \text{ mg.L}^{-1}$ nas amostras analisadas, isto é, abaixo de $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$, limite para padrão de lançamento estabelecido pela Resolução Conama n. 430/2011. De acordo com Souto e Povinelli (2007) as concentrações do Zn em lixiviados de aterros brasileiros pode apresentar uma faixa máxima de variação de $0,04\text{-}2,6 \text{ mg.L}^{-1}$. Assim, nota-se que o lixiviado avaliado encontra-se dentro da faixa relatada na literatua para aterros brasileiros.

Assim como o Fe e o Mn, o Zn também é considerado um elemento essencial às plantas, bem como a fisiologia humana e animal, no entanto, em elevadas concentrações pode apresentar poder tóxico aos organismos vivos e efeitos fitotóxico em plantas. De acordo com Adrees *et al.* (2015), os elementos podem ser essenciais, ou seja, aquele elemento indispensável no qual

a planta necessita para seu metabolismo e desenvolvimento, ou não essenciais, aqueles elementos que não desempenham nenhuma função fisiológica. Os elementos essenciais, como cobre, zinco e manganês, podem ser potencialmente tóxicos em elevadas concentrações no solo.

Ao se analisar o efeito do Zn no ICRR-T nas amostras de lixiviado, verificou-se que esse elemento apresentou correlação negativa forte e fraca com o ICRR-T(1%) e ICRR-T(5%), respectivamente, conforme ilustrado na matriz de correlação (Tabela 2).

No que se refere os teores do Pb (Figura 3 D), verifica-se que houve variação de $0,14 \pm 0,02 \text{ mg.L}^{-1}$ nas amostras analisadas. Conforme apresentado por Souto e Povinelli (2007) as concentrações do Pb em lixiviado de aterros brasileiros varia em uma faixa máxima de 0,01-2,8 mg.L^{-1} . Sendo que o intervalo considerado mais provável é de 0,01-0,5 mg.L^{-1} . Conforme observado, os teores de chumbo mensurados no lixiviado do ASCG estiveram dentro da faixa de valores encontrados para aterros do Brasil. Além disso, os teores de Pb apresentaram valores menores que 0,5 mg.L^{-1} , limite máximo permitido para o lançamento de efluentes em corpos receptores, conforme a Resolução Conama n. 430/2011.

Em relação ao efeito fitotóxicológico do chumbo, verificou-se que, para o ICRR-T (1%) houve uma correlação fraca e para o ICRR-T (5%), obteve-se correlação negativa moderada. Apesar das amostras de lixiviado analisadas não terem apresentado correlações fortes, a presença do Pb, mesmo em pequenas concentrações, pode acarretar problemas ambientais e de saúde humana. De acordo com Younis *et al.* (2015), o chumbo é uma neurotoxina que causa déficits comportamentais nos peixes, diminui as taxas de sobrevivência e crescimento, causa dificuldades de aprendizagem e afeta o metabolismo. Conforme Manaham (1992), os metais devem ser vistos com preocupação, especialmente por serem elementos não degradáveis e que pode atingindo toda a cadeia trófica.

Em se tratando do Cromo (Figura 3 E), nota-se que as concentrações deste elemento foram elevadas, apresentando variação de $0,62 \pm 0,19 \text{ mg.L}^{-1}$ Cr nas amostras analisadas. Além disso, os valores do Cr total no lixiviado exibiu tendência de crescimento com o passar do tempo. Os valores desse elemento, estiveram acima de 0,05 mg.L^{-1} , limite para o padrão de lançamento estabelecido pela Resolução CONAMA n. 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

A faixa máxima e a mais provável, segundo Souto e Povinelli (2007) para aterros brasileiros é de 0,003-0,8 mg.L^{-1} e 0,003-0,5 mg.L^{-1} Cr, respectivamente. Os altos teores de Cr

no lixiviado pode ser, devido a vários fatores, tais como tipo de resíduos aterrados, tipo de solo utilizado nas camadas intermediárias e de cobertura das Células de resíduos.

De acordo com Kabata-Pendias (2011), solos originários de rochas máficas, de serpentinitas e de sedimentos argilosos são ricos em Cr, podendo apresentar teores de 10.000 mg.kg⁻¹. Segundo Kaur e Crimi (2013), dependendo do material de origem, o Cr pode estar presente, naturalmente, em altas concentrações. Assim, o cromo é um elemento que merece atenção especial do ponto de vista ambiental e de saúde pública, tendo em vista que, ele pode assumir duas formas diferentes, o tri (Cr³⁺) e o hexavalente (Cr⁶⁺). O Cr⁶⁺, é considerado um poluente ambiental, sendo encontrado em indústrias de processamento do couro e de eletrodeposição, fabricação de aço inoxidável, efluentes de curtume (REIS, 2019). Salienta-se que nesse estudo, foram avaliados os valores somente para o Cromo total.

No que se refere ao efeito fitotóxicológico do Cromo total nas sementes, verificou-se que, para o ICRR-T (1%) e ICRR-T (5%), obteve-se correlação negativa moderada, indicando que a presença desse elemento, em função da elevada toxicidade, apresentou fitotoxicidade moderada ao ICRR-T.

CONCLUSÕES

- Todos os elementos analisados (Fe, Mn, Pb e Zn), exceto o Cr total, apresentaram valores abaixo dos limites para o padrão de lançamento de efluentes estabelecido pela legislação ambiental em vigor;
- Verificou-se, por meio da análise da matriz de correlação, que os metais apresentaram efeitos fitotóxicológicos ao ICRR-T(1%) e ICRR-T(5%) que variaram de fraco a forte;
- Os metais que apresentaram maior efeito fitotóxicológico mais significativos ao ICRR-T, com correlações acima de 0,70 foram o Ferro, o Zinco e Manganês;
- Todas as correlações estatísticas estabelecidas entre os metais e os ICRR-T(1%) e ICRR-T(5%) foram negativas, indicando com isso, que a presença desses elementos no efluente pode apresentar efeito fitotóxicológico ao desenvolvimento das plantas.

REFERÊNCIAS

ADREES, M.; ALI *et al.* The effect of excess copper on growth and physiology of important food crops: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 11, p. 8148-8162, 2015.



ALLOWAY, B. J. **The origins of heavy metals in soils.** In: **B.J. Alloway (Ed.). Heavy Metals in Soils.** Blackie Academic and Professional Publ, New York, 1995. p. 38-57.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.** São Paulo – SP, Brasil, 2011.

COLOMBO, A.; MÓDENES, A.N.; TRIGUEROS, D.E.G.; MEDEIROS, B.L.; MARIN, P.; MONTE BLANCO, S.P.D.; HINTERHOLZ, C.L. Toxicity evaluation of the landfill leachate after treatment with photo-Fenton, biological and photo-Fenton followed by biological processes. **Environmental Science and Health**, Part A. v.54, n.4, p.269-276, 2019.

CPRM, **DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE.** Recife – PE, 2005.

ECOSAM, Empresa de Consultoria em Saneamento Ambiental. **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do município de Campina Grande – PB:** Diagnostico da situação atual dos resíduos sólidos urbanos. 2014. 289p. Disponível em: <http://sesuma.org.br/estudos/Diagnostico_2204_VF.pdf> Acesso em: Maio de 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades.** 2010. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?lang=&codmun=250400&search=paraiba|campina-grande|infograficos:-dados-gerais-do-municipio>>. Acesso em: 18 maio. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativa populacional.** 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/campina-grande.html>>. Acesso em: 22 out. 2019.

JUNQUEIRA, F. F. **Análise do Comportamento de Resíduos Sólidos Urbanos e Sistemas Dreno-Filtrantes em Diferentes Escalas, com referência ao aterro do Jôquei Clube-DF.** Tese D.Sc., UnB, Brasília, DF, Brasil, 2000.

KABATA-PENDIAS, A. **Trace Elements in Soil and Plants.** 4rd ed. New York, Boca Raton, 2011. 467 p.

KAUR, K.; CRIMI, M. **Release of chromium from soils with persulfate chemical oxidation.** National Ground Water Association, 2013, 8 p.

KLAUCK, C.R; GIACOBBO, A.; ALTENHOFEN. C.G; SILVA, L.B.; BERNARDES, A.M.; RODRIGUES, M.A.S. Toxicity elimination of landfill leachate by hybrid processing of advanced oxidation process and adsorption. **Environmental Technology & Innovation**, 8, p. 246-255, 2017.

MANAHAM, S.E. **Toxicological Chemistry.** 2^a. ed. New York, Lewis Publisher, p 249-251, 1992.

MARTTINEN, S.K.; KETTUNEN, R.H.; SORMUNEN, K.M.; SOIMASUO, R.M.; RINTALA, J.A. Screening of physical-chemical methods for removal of organic material, nitrogen and toxicity from low strength landfill leachates. **Chemosphere**, 46, p. 851-858, 2002.

MELO, M. C. **Uma análise de recalques associada à biodegradação no aterro de Resíduos Sólidos da Muribeca**. 2003. 127p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

PIVATO, A.; GASPARI, L. Acute toxicity test of leachates from traditional and sustainable landfills using luminescent bacteria. **Waste Management**, 26, p. 1148-1155, 2006.

QASIM, S. R., CHIANG, W. **Sanitary Landfill Leachate - Generation, Control and Treatment**. EUA: Technomic, 323 p. 1994.

REIS, H. C. L. **CROMO (VI) NA SOLUÇÃO DO SOLO E FITOTOXICIDADE EM PLANTAS DE ALFACE, FEIJÃO, MILHO E SOJA**. 2019. 54 f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo) Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

SALEM, Z., HAMOURI, K., DJEMAA, R., ALLIA, K. Evaluation of landfill leachate pollution and treatment. **Desalination**, v. 220, p.108-114, 2008.

SÁ, L. F.; JUCÁ, J. F. T.; MOTTA SOBRINHO, M. A. Tratamento do lixiviado de aterro sanitário usando destilador solar. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 1, p. 204-217, 2012.

SÁ, L. F. **Evaporação natural do lixiviado do aterro da Muribeca através de um destilador solar**. 2008. Dissertação de M.Sc., UFPE, Recife, PE, Brasil, 2008.

SILVA, A. S. **ANÁLISE DE COMPONENTES TÓXICOS EM RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**. 2016.158 f. Tese de doutorado (Doutorado em Engenharia de materiais) Universidade Federal de Campina Grande-PB.

SILVA, A. S. **Avaliação da Toxicidade dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de Campina Grande-PB**. 2012.139 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil e Ambiental) Universidade Federal de Campina Grande-PB.

SOUTO, G. D. B.; POVINELLI, J. Características do lixiviado de aterros sanitários no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2007. p. 1-7.

TÍQUIA, S. M.; TAM N.F.Y; HODGKISS, I. J. Effects of Composting on Phytotoxicity of Spent Pig-manure Sawdust Litter. Hong Kong. **Environmental Pollution**, v.93, n.3, p.249-256, 1996.

VELOSO, C. A. C.; MURAOKA, T.; MALAVOLTA, E.; CARVALHO, J. G. Influência do manganês sobre a nutrição mineral e crescimento da pimenteira do reino. **Scientia Agricola**, v.52, n.2, p.376-383, 1995.



VON SPERLING, M., **Lagoas de estabilização**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/ Universidade Federal de Minas Gerais. 1996.

YOUNIS, A. M.; AMIN, H.F.; ALKALADI, A.; MOSLEH, Y.Y. I. Bioaccumulation of Heavy Metals in Fish, Squids and Crustaceans from the Red Sea, Jeddah Coast, Saudi Arabia. **Open Journal of Marine Science**. v. 5, 2015, p. 369-378.

ANÁLISE SOBRE O ENTENDIMENTO DA POPULAÇÃO SOBRE A IMPLANTAÇÃO DA REDE COLETORA DE ESGOTO: ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE BOM JESUS - PB

Maria Ingridy Lacerda Diniz ¹
Andresa de Oliveira Silva ²
Cinthia Maria de Abreu Claudino ³
Thiago de Sá Sena ⁴

RESUMO

A existência de um saneamento básico de qualidade é essencial para proporcionar à população de uma cidade melhores condições de vida, principalmente no que se refere a saúde. Um dos serviços incluídos dentro desta conduta é o de coleta de esgotos, geralmente de responsabilidade dos estados, implantados a partir de parcerias com as prefeituras municipais. Este estudo pretende analisar a opinião e o entendimento da população da cidade de Bom Jesus – PB, sobre a atual implantação do sistema de coleta de esgotos. Para realização da pesquisa foi utilizado um levantamento de dados por meio de questionários digitais divulgados para a população em geral. A partir dos resultados computados foi possível observar que grande parte dos entrevistados julgava entender sobre a importância da nova rede que está sendo implantada, no entanto parte da população ainda apresenta dúvidas básicas sobre os reais benefícios que serão alcançados com a existência do sistema. A escolaridade da população não apresentou ser um fator influente nas respostas dos entrevistados, por tanto é necessário haver um processo de informação dos moradores de maneira geral, e não de forma direcionada. A pesquisa se mostrou bastante relevante possibilitando coletar quais informações ainda precisam ser disseminadas entre a população para que a aceitabilidade da implantação seja ainda mais evidenciada baseada nos benefícios que serão gerados aos moradores.

Palavras-chave: Saneamento Básico, Opinião, Educação Ambiental.

INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde – OMS, a definição de saneamento pode ser dada como “o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o seu bem-estar físico, mental ou social” (BITTENCOURT, 2014).

Ainda que essa definição apresente sentido bastante amplo, a concepção de saneamento básico no Brasil ainda é voltada excepcionalmente aos serviços de âmbito

¹ Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB, mariaingridydiniz@gmail.com;

² Pós-graduanda em Segurança do Trabalho pela Faculdade Integrada de Patos - FIP, andresaoliveira0311@gmail.com;

³ Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB, cinthiamariaac@gmail.com;

⁴ Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG,

fisiológico, como o abastecimento de água potável e a coleta de esgotos sanitários, mesmo que os serviços de drenagem urbana e coleta de resíduos sólidos também façam parte desse conjunto. No entanto, observa-se que o atendimento à população com os serviços básicos nesse sentido não tem acompanhado o rápido crescimento das cidades, provocando grande déficit de atendimento (OLIVEIRA et al., 2015).

Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD, em 2015 a população do país já era considerada predominantemente urbana, com 84,7% da população nacional (IBGE, 2015). Mesmo com valores tão elevados de população residente em cidades, os serviços de saneamento básico, que são de responsabilidade pública, ainda não são oferecidos de maneira satisfatória, sobretudo nas periferias (VAZ, 2009?).

O saneamento básico é essencial para promover a saúde da população, principalmente pela ação direta na diminuição da vulnerabilidade da sociedade e preservação do ambiente. Porém, os números que indicam a quantidade da população brasileira que é atendida pelos sistemas de distribuição de água potável e sistemas de coleta de esgotos ainda são insuficientes. De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, 83,6% da população total do país recebe água tratada em suas residências, no entanto apenas 53,2% possui coleta de esgoto (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2018).

Esse número tem aumentado gradativamente com o passar dos anos, com aumento de 7% entre 2010 e 2018. Porém, levando em consideração a magnitude territorial do país e os altos valores necessários para implantação desse serviço, é notória as dificuldades para aumentar essa estatística. No entanto, ainda é impactante o fato de que apenas basicamente metade da população do Brasil possui coleta e tratamento de esgoto.

É notória a importância da existência de tais sistemas de coleta para promoção de saúde e melhoria na qualidade de vida da população. No entanto, infelizmente, ainda não são todas as pessoas que possuem esse tipo de informação já que muitas dessas não possuem a educação ambiental adequada para saber sobre a importância desses sistemas.

De acordo com Ribeiro e Gunther (2002), a partir de uma pesquisa realizada em locais com saneamento escasso, foi concluído que é essencial para o sustento de programas projetos associados ao saneamento. Os autores do trabalho também relataram que a obtenção de melhorias nas condições de saneamento ocorreu devido as ações educativas que foram aplicadas. Tais ações também foram responsáveis por tornar a população mais cônica sobre seus direitos e deveres no que diz respeito às questões sanitárias e ambientais.

Portanto, essa pesquisa possui o intuito de realizar um estudo de caso com a população da cidade de Bom Jesus – PB, em relação ao seu conhecimento sobre a importância e a

necessidade da recente implantação da rede de coleta de esgoto que atenderá parte da cidade. O principal questionamento é saber se a população foi preparada para receber tal atendimento, e se ela sabe da sua relevância quanto a saúde, bem-estar e qualidade de vida dos moradores e, por fim, ao realizar esse levantamento, poder avaliar quais medidas necessárias para repassar o conhecimento à população.

REVISÃO DE LITERATURA

Durante a década de 1970, o governo do Brasil instituiu o Plano Nacional de Saneamento – PLANASA como medida política de arqueamento nacional. O intuito desse programa era a disponibilização em maior escala dos serviços de saneamento básico no país, custeada a partir de uma organização administrativo-financeira abstraída no Banco Nacional de Habitação – BNH. Outros pontos importantes seriam beneficiados com a implantação do plano, como por exemplo o impulso no crescimento da construção civil, aumento de programa habitacionais e incrementar todos os mercados dessa cadeia de produção (SANTOS, 2013 *apud* LOBO, 2016).

Com a criação do Ministério das Cidades no ano de 2003, houve também a concepção da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, apresentando como missão certificar os direitos humanos de acesso a água em condições potáveis, a viver em um ambiente salubre, seja na cidade ou no campo, a partir da propagação do serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário, com coleta e o devido tratamento dos resíduos sólidos, além de drenagem urbana e monitoramento de vetores reservatórios de doenças transmissíveis.

Já no ano de 2007, foi formulada a Lei de nº 11.445, que em seu Art. 2º apresenta que os serviços públicos de saneamento básico serão baseados em alguns princípios fundamentais, dentre eles o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, que por sua vez devem ser realizados da maneira adequada tanto para a saúde pública e quando para a proteção do meio ambiente.

Nessa mesma Lei, também é definido que o município é o responsável por planejar o saneamento básico, e que os serviços prestados também podem ser feitos pelo ente público municipal em si ou por uma concessionária pública ou privada, o que teoricamente deslindaria um dos complicadores para que o saneamento se desenvolva.

É assegurado como direito da população dispor dos serviços de saneamento, que por sua vez são considerados essenciais para possibilitar qualidade de vida à população em questão de

saúde. Deve-se destacar que a falta do devido manejo aos esgotos e má destinação dos mesmos são grandes indícios de contaminadores ativos ao meio ambiente (PEREIRA, 2003).

De acordo com Vaz (2009), é necessário que grande atenção seja voltada ao planejamento urbano em áreas que se apresentam em crescimento, já que nesses locais o sistema de esgotamento sanitário ocorre de maneira tardia o que pode favorecer a proliferação de doenças que afetam a qualidade de vida da sociedade.

É importante destacar que todos os serviços de saneamento são importantes e imprescindíveis para o desenvolvimento de um município, no entanto neste trabalho será destacada e abordada especificamente apenas o sistema de coleta de esgoto.

Os tipos de esgotos são subdivididos em três: o esgoto sanitário, que é formado essencialmente por substâncias orgânicas, água, fezes e urina, sabão e restos de comida. Basicamente oriundo de atividades do cotidianas em uma residência; O esgoto industrial, que é formado por substâncias orgânicas e minerais. Geralmente ocorrem oclusões na tubulação diante da existência de ácidos na encanação; e finalmente o esgoto pluvial, formado quase que em sua totalidade pelo volume das chuvas, no entanto a precipitação também pode ocasionar o arraste de substâncias presentes nos telhados, no solo entres outras superfícies. (VAZ, 2009?)

Devido a área do estudo em questão ser apenas residencial, será mencionado apenas o sistema de esgoto sanitário, que por sua vez tem o objetivo de coletar e remover as águas residuais, evitar a poluição do solo, realizar o tratamento dos afluentes e a diminuição da propagação de doenças, bem como o contato direto da população com seus dejetos sanitários a céu aberto.

A etapa de tratamento do esgoto sanitário se constitui pela transformação da matéria coletada em um efluente líquido tratado, que é considerado o produto final e devolvido a natureza. No entanto, durante esse procedimento são gerados alguns subprodutos, como gases e o lodo. Ainda é preciso dispor atenção para possíveis dispêndios financeiros, problemas de saúde pública e danos ambientais gerados por decorrência de um sistema de esgotamento inadequado (PEREIRA, 2003).

Uma solução adotada por aqueles que ainda não possuem acesso a esse sistema é a utilização de fossas sépticas para solucionar o problema de alocação do esgoto. Essa medida pode vir a ser considerada como inadequada em casos em que o lençol freático possa ser contaminado devido a profundidade da vala. Essa é a solução adotada por quase todos os moradores do município de Bom Jesus – PB.

Outra solução encontrada por moradores é o lançamento de parte do esgoto sanitário diretamente na natureza sem o devido tratamento, como em córregos e em açudes próximos, o que provoca a contaminação eminente dos mesmos.

Outro local que também é afetado por essas ações é o solo, que pode ser contaminando por tais agente patogênicos, o que também propicia um cenário perigoso para aqueles que entrarão em contato direto com o mesmo, como por exemplo crianças que pretendem brincar descaças em terrenos afetados, o que conseqüentemente gera esse contato.

Uma colocação importante expressa por Galvão Júnior e Paganini (2009), foi que os fatores considerados como determinantes pela deficiência do oferecimento de serviços de água e esgoto o Brasil são a grande fragmentação das políticas públicas, a escassez de regulamentações e regularização além de má aplicação de recursos, a necessidade de financiamento para atender à população carente e com menos capital para arcar com os custos pelo serviço oferecido.

De acordo com Oliveira (2015) citado por Santin (2018), a burocracia imanente às obras de saneamento, além de toda ardileza política envolvida, consomem bastante tempo, e por sua vez, reflete de maneira negativa na saúde pública da população. E até que o acesso ao saneamento se torne algo geral, irão existir sérios problemas quanto a saúde coletiva das cidades, principalmente pelo fato de indivíduos conviverem em circunstâncias precárias e permanecerem expostas ao contínuo uso indevido do solo e a degradação do ambiente.

Por tanto, é fundamental solucionar tais empasses para, conseqüentemente, avançar na melhoria da qualidade de vida da população, tanto em relação à comodidade de não precisar conviver com a exposição visual, e aos odores gerados pelos esgotos, quanto a melhoria significativa da saúde pelo fato de não haver mais o contato com um ambiente contaminado por resíduos derivados da atividade humana.

Entendimento da População e a Educação Ambiental

Quanto a percepção da população sobre os sistemas de saneamento, foi realizada uma pesquisa pelo Instituto Trata Brasil (2012), com um total de 1.008 pessoas de 26 cidades, com representantes de todas as regiões do país. Durante o levantamento, os sistemas de saneamento alcançaram o quarto lugar em uma escala de “grau de importância” dos serviços de responsabilidade do Estado, cujo pódio de prioridade foi dado à saúde, educação e segurança pública respectivamente. Outro dado relevante coletado pela pesquisa foi a porcentagem da população que afirmou não estar disposta a custear os serviços de saneamento básico, que chegou a 50% dos entrevistados.

Razzolini e Günther completam que “as ações de saneamento se tornam ainda mais efetivas quando acompanhadas de intervenção de educação sanitária, capazes de promover mudança comportamental na população, que se traduz na incorporação de hábitos e práticas de higiene”.

Segundo Jacobi (2003), a educação ambiental é tida como ato político com a finalidade de transformar a sociedade, com caráter analítico e inovador e com capacidade de abordar grande variedade de sistemas de conhecimento, agindo de maneira abrangente, sendo capaz de integrar o homem e a natureza. Por isso, e de grande importância a de realização de pesquisas com a finalidade de entender qual a visão da população sobre o assunto e entender como é possível ajudá-la a entender melhor os fatos e educa-la em relação ao ambiente em que está inserida.

METODOLOGIA

Local de Estudo

A pesquisa em questão ocorreu no município de Bom Jesus localizado na mesorregião do Sertão do estado da Paraíba. A cidade possui área de 46,169 km² e segundo o IBGE (2010), a população estimada para o ano de 2019 foi de 2.561 habitantes, com densidade demográfica no último censo de 50,39hab/km². Uma peculiaridade existente é a de estar localizado geograficamente na divisa entre os estados da Paraíba e do Ceará, de abrangência do semiárido brasileiro (Figura 01).

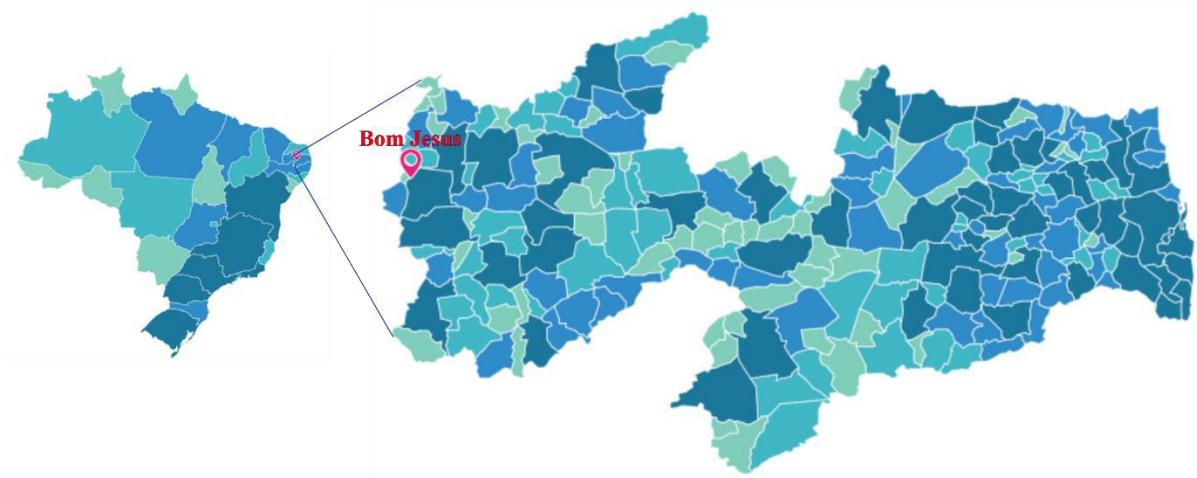


Figura 01 – Localização do Município de Bom Jesus
Fonte: IBGE (2020) adaptado

Uma informação relevante para a pesquisa é a taxa de escolarização de indivíduos de 6 a 14 anos de idade da cidade, que chega a alcançar o índice de 99% (IBGE, 2010). O Produto Interno Bruto (PIB) per capita no ano de 2017 alcançou o valor de R\$ 10.208,90 sendo a renda média mensal dos trabalhadores formais igual a 1,4 salários mínimos.

A vegetação natural preeminente é a Caatinga, sendo a porcentagem de arborização de vias públicas considerada como 97%. No entanto, os percentuais que podem ser considerados inferiores ao desejado são os de urbanização de vias públicas, com cerca de 8,2% e o esgotamento sanitário adequado, alcançando apenas 1% (IBGE, 2010). Embora esses números sejam insatisfatórios, é notável que nos últimos 10 anos houveram mudanças nesses índices que ainda não foram computadas nos censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Tipo de Pesquisa

Quanto aos propósitos da pesquisa, o trabalho considerou realizar um estudo de natureza quantitativa, em que se pode coletar, analisar e correlacionar os dados e os fenômenos variáveis, com o intuito de apontar o comportamento dos indivíduos pertencentes ao grupo.

Coleta de Dados

A coleta de dados do referente trabalho foi realizada durante o período de uma semana por meio de um questionário virtual, disponibilizado pela plataforma Google Formulários. Devido a situação atual em relação a pandemia mundial pelo Covid-19, as entrevistas pessoalmente com moradores da cidade foram canceladas devido ao alto risco de contaminação no período de quarentena. Logo, a solução adotada foi a divulgação do questionário por meio das mais variadas plataformas digitais para que os moradores pudessem contribuir com as informações necessárias para a pesquisa.

É preciso destacar que, a princípio, os questionários seriam aplicados nos mais variados bairros da cidade, com o intuito de abranger todas as classes sociais possíveis na pesquisa. Logo, como as entrevistas seriam realizadas pessoalmente, a única adversidade significativa seria a população se recusar a participar. No entanto, com as dificuldades atuais, a única maneira encontrada para coletar os dados foi de maneira virtual, em que se era preciso ter acesso a internet para poder enviar os dados. Portanto, é necessário considerar que os moradores da cidade que não possuíam acesso à rede foram momentaneamente privados de participar da pesquisa, o que de certa maneira limitou o nicho de considerações finais sobre o trabalho.

Pretende-se então, a partir do momento em que as atividades forem retomadas e a quarentena seja suspensa, realizar as entrevistas com parte da população que não possui acesso

à internet de maneira pessoal e assim produzir um novo trabalho considerando suas contribuições.

O questionário utilizado possuía um total de 8 questões, das quais: duas eram sobre as características do entrevistado em relação a idade e a escolaridade, quesitos que por premissa poderiam influenciar diretamente nos resultados das perguntas subsequentes; uma sobre a ligação da residência do entrevistado à rede de coleta de esgoto; duas sobre a importância e a necessidade da existência de um sistema de esgotamento sanitário; e por fim as três últimas questões abordavam a opinião do entrevistado sobre os benefícios, reclamações e a taxa de cobrança dos serviços prestados. Cada participante só poderia responder uma vez ao questionário.

É importante salientar que nenhuma pessoa foi identificada no questionário, garantindo a total privacidade dos participantes. No entanto, antes de participar da pesquisa, todos estavam cientes de que os dados computados seriam utilizados para fins de divulgação científica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido as dificuldades já mencionadas para a divulgação da pesquisa mediante a quarentena diante da pandemia mundial, essa pesquisa contou com a participação de 75 moradores da cidade de Bom Jesus – PB. Inicialmente os entrevistados foram questionados sobre a sua faixa etária. O gráfico 01 apresenta os resultados obtidos.

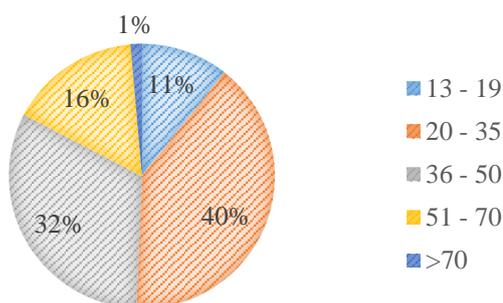


Gráfico 01 – Faixa etária dos entrevistados

É possível observar que não houve participação de nenhum indivíduo com idade menor que 13 anos. A intenção de inicialmente ter incluído essa faixa inicial de idade era avaliar separadamente o entendimento das crianças bonjesuenses sobre o tema. A partir desse resultado é possível notar que o questionário online não é um método acessível a esse público, e que para novas pesquisas devam ser adotadas novas metodologias de coletas de dados, como

visitas as escolas e solicitação do auxílio de professores para coleta de informações. Tal oportunidade também pode ser aproveitada para informar as crianças sobre a importância da existência da rede coletora de esgoto na cidade.

A população com maior número de entrevistados se encontrava com idade entre 20 e 35 anos de idade, ocupando 40% do total. Seguidos dos indivíduos entre 36 e 50 anos, alcançando 32%, e dos indivíduos entre 51 e 70 anos, com 16%.

Outro dado importante é que apenas uma quantidade mínima acima de 70 anos participou da pesquisa, chegando apenas 1% do total, o que já era considerado esperado pelos motivos anteriormente citados sobre a dificuldade do acesso ao questionário online. A solução neste caso, também seria uma metodologia adequada a situação como visitas domiciliares ou nos pontos de encontros dos idosos na cidade, como praças e igrejas, em que os mesmos também pudessem participar do levantamento e ainda sim manter a aleatoriedade da amostra.

Em seguida os participantes foram questionados sobre sua escolaridade, com o intuito de verificar se a formação dos mesmos influenciaria em suas respostas seguintes. Observa-se no gráfico 02 que não foi entrevistada nenhuma pessoa que não frequentou a escola. Devido ao questionário ser online e haver a necessidade de leitura dos participantes, isso impossibilitou a participação de pessoas não alfabetizadas na pesquisa. Esse problema poderia ser facilmente solucionado caso outro indivíduo pudesse fazer a entrevista com a pessoa que não frequentou a escola, o que se pretende adotar em pesquisas pós quarentena.

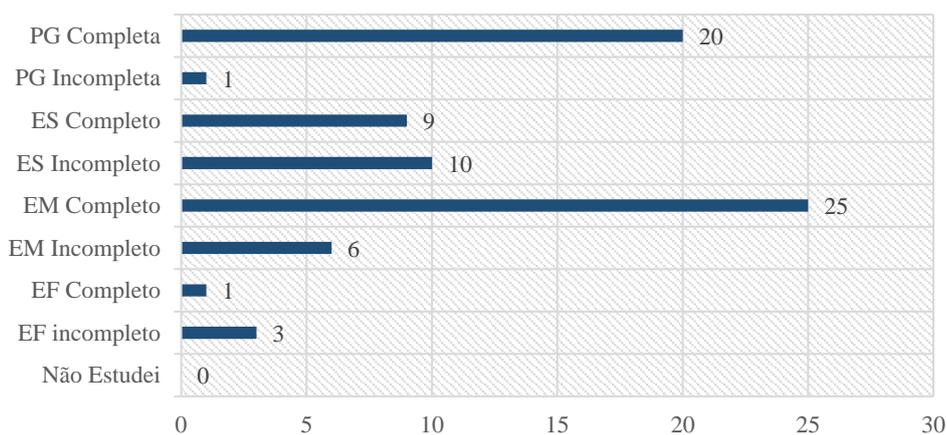


Gráfico 02 – Escolaridade dos Entrevistados

É importante destacar que o segundo maior número de participantes possuía uma pós-graduação completa, atrás apenas dos participantes que possuíam o ensino médio completo o que influenciou diretamente nos resultados da pesquisa sobre o entendimento da população no geral sobre a instalação da rede de coleta de esgoto.

Em relação as ligações das residências dos entrevistados à rede coletora de esgoto até o momento, apenas 33,3% confirmou que houve o ligamento. Este número foi considerado dentro dos padrões esperados devido ao valor dos investimentos necessário para realização das obras do sistema de tratamento dos fluidos coletados, como a estação elevatória e a própria Estação de Tratamento de Esgoto – ETE da cidade.

Já em relação a ao julgamento da população entrevistada sobre a importância da existência de um sistema de coleta de esgoto em uma cidade, 81% dos entrevistados consideraram saber os motivos da importância de sua existência, 12% acreditam ter dúvidas a respeito e 7% admitiram não saber como mostra o gráfico 03.

"VOCÊ JULGA SABER A IMPORTÂNCIA DA
EXISTÊNCIA DE UMA REDE COLETORA DE
ESGOTOS EM UMA CIDADE?"

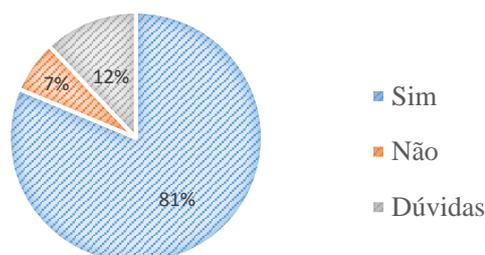


Gráfico 03 – Julgamento da população sobre a importância da existência de um sistema de coletor de esgoto

A escolaridade dos participantes não representou grande influência sobre o conhecimento da importância da rede em uma cidade, fato que se apresentou ao contrário do que se esperava. Este fato pode ser comprovado pelo fato que, dentre as pessoas que responderam que tinham dúvidas a respeito da importância da existência da rede, apenas uma apresentava o ensino fundamental incompleto, todos os outros votos dessa opção vieram de pessoas que chegaram a, pelo menos, cursar parte do ensino médio e inclusive de pessoas com o ensino superior completo.

Ao serem questionadas sobre a importância da existência de um tratamento específico para os resíduos coletados pela rede, 99% dos entrevistados julgaram ser necessário a existência do mesmo, como exposto no gráfico 04. Isso mostra que, já que a grande maioria da população acredita ser necessária a existência de um devido tratamento, o ato de educar e informar a população sobre a importância da rede de coletora de esgoto, seja por meio desta pesquisa ou por intervenções da prefeitura, torna-se bem mais acessível e simples, com grandes chances de ser aceito com maior facilidade.

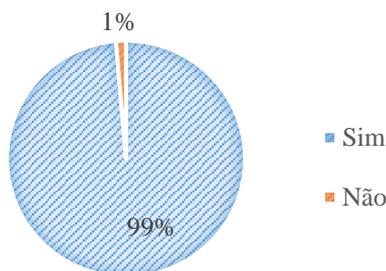


Gráfico 04 – Julgamento da população sobre a importância de existir um tratamento devido para os resíduos coletados pela rede

Em seguida, os participantes foram questionados sobre os benefícios gerados a partir da implantação de um sistema adequado de coleta de esgoto sanitário e as respostas computadas se apresentam expostas no gráfico 05. Nessa questão, as pessoas poderiam escolher mais de uma alternativa. A diminuição da propagação de doenças foi o benefício mais apontado pela população, com 67 votos, seguidos da diminuição de esgotos a céu aberto, com 65 votos e a destinação apropriada dos dejetos, alcançando 57 votos.

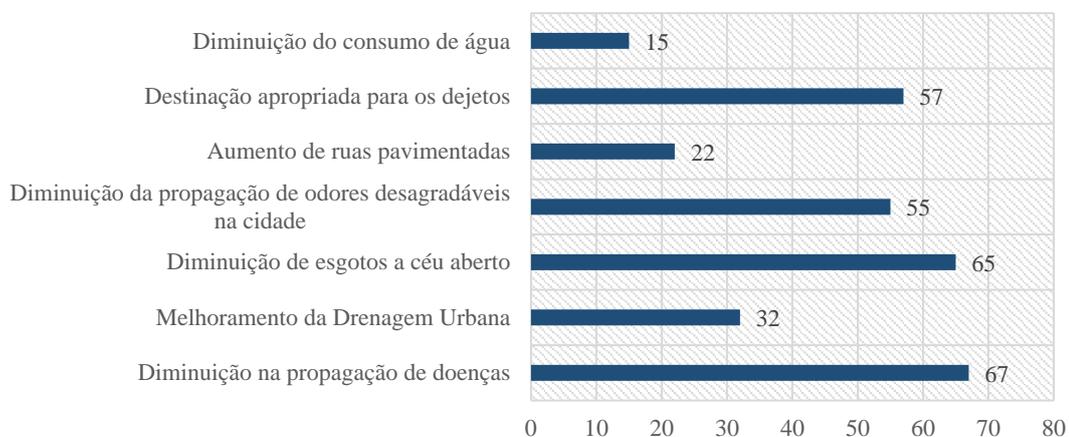


Gráfico 05 – Benefícios Citados pela População Sobre a Instalação da Rede Coletora de Esgoto Sanitário

Um benefício citado deve ser destacados na pesquisa: o de que parte da população acredita que a drenagem urbana será melhorada com a implantação da rede coletora de esgotos, o que não é considerado verdadeiro. Acredita-se então que a população suponha que o sistema de esgotamento implantado na cidade será unitário, em que esgotos e água proveniente da drenagem urbana são direcionada para a mesma tubulação. No entanto, o sistema de esgotamento consolidado em todo o Brasil é do tipo separador absoluto, em que é coletado apenas o esgoto sanitário.

Outro benefício citado por 22 pessoas é de que ocorrerá um aumento de ruas pavimentadas na cidade devido a implantação da rede, o que também não necessariamente é tido como verdadeiro, já que o processo de licitações para pavimentação urbana de novas ruas não é concomitante à implantação da rede. Acredita-se que, devido a empresa contrata realizar a escavação das ruas para instalação dos encanamentos e, em seguida, realizar a reinstalação do pavimento retirado tenha gerado esse pensamento na população, de que a empresa também realizaria a pavimentação de ruas ainda não pavimentada e que receberiam a tubulação.

A população também foi questionada se haviam alguma reclamação sobre o processo de implantação da rede coletada de esgotos, e a maioria afirmou não apresentar nenhuma queixa. A maior preocupação apontada pela população foi com a qualidade dos serviços oferecidos.

A segunda maior reclamação foi de que a residência do entrevistado não havia sido incluída na ligação com a rede, o que admicível mas compreencível já que, como citado a implantação de uma rede de tamanha gradiosidade necessita de investimentos elevados e demnda tempo para que toda a população seja contemplada.

Incômodos relacionados a sujeira e barulho já eram esperado pela pesquisa, visto que são necessário maquinários de grade porte e escavações profundas durante a instalação das tubulações. O mesmo também é apontado para o incômodo devido a interdição de vias, que é conseqüência da necessidade de escavar a rua e só liberar novamente o tráfego no local quando o serviço for finalizado.

Vale salientar que até o momento as obras ainda não foram finalizadas, então também foram registradas reclamações sobre buracos e problemas nos calçamentos retirados para instalações das tubulações, o que se acredita que será solucionado com a continuação e conclusão da implantação da rede.

Nenhum entrevistado reclamou sobre ser obrigado a receber a ligação da rede em sua residência. Esse dado pode mostrar a aceitabilidade da população com a implantação.



Gráfico 06 – Empasses citados pela população devido ao processo de implantação da rede

Por fim, foi coletada a opinião da população sobre os custos que seriam cobrados pelo serviço da coleta de esgotos sanitários, e os resultados se encontram expostos no gráfico 07. Vale lembrar que é a primeira vez que essa população tem contato com esses serviços, logo é importante ver a aceitabilidade dos mesmos sobre qualquer mudança que apresente, mesmo que pequena, influência em questões financeiras.

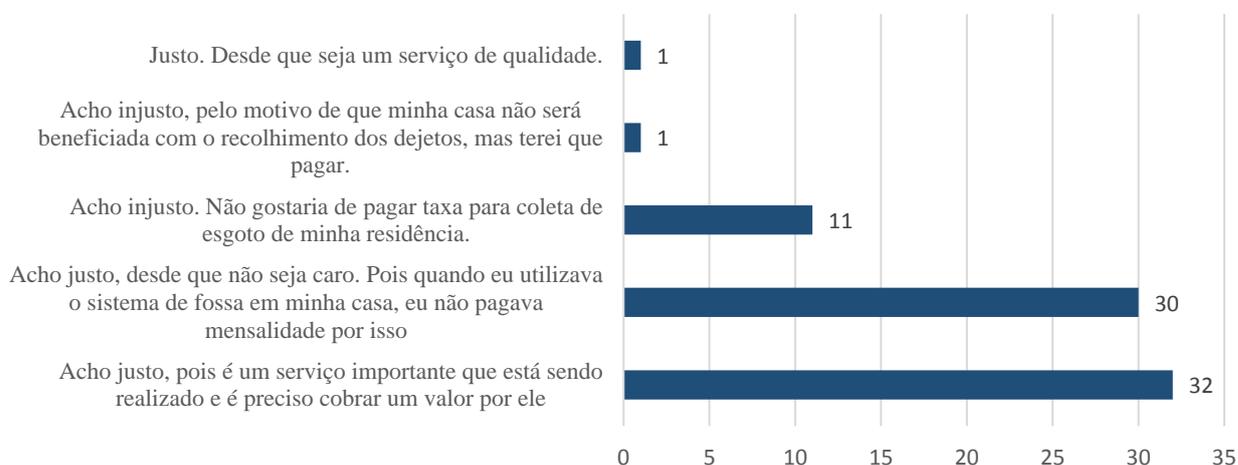


Gráfico 07 – Opinião da população sobre a cobrança do serviço que será oferecido pela rede coletora de esgotos

Observou-se que a maioria da população acredita que é justo cobrar por esse serviço, devido a sua importância. A segunda maior opção escolhida, foi a de que as pessoas estão dispostas a pagar pelos serviços desde que não atijam valores considerados elevados pela população. Essa atitude já era considerada esperada, já que os participantes afirmaram que ao utilizar a opção de fossa septica não precisam pagar mensalidades e acreditam ter a mesma

funcionalidade. No entanto, os mesmos não levaram em consideração com o valor necessário para os serviços de desgotamento das fossas septicas.

Acredita-se que essa mesma questão seja o motivo de 11 pessoas não gostariam de pagar a taxa de serviços da rede. Uma resposta foi considerada importante para a pesquisa, a de que um indivíduo acreditava ser injusto pagar a taxa de funcionamento da rede mesmo a sua casa não possuindo ligação com a rede coletora. Essa informação foi considerada nova pelos pesquisadores, já que não havia sido considerado que os moradores ainda não soubessem da informação de que só será cobrada uma taxa de coleta de esgoto nas residências que possuem ligação com os ramais coletores. Portanto, essa informação também precisa ser divulgada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa em questão foi considerada de grande importância para a população bonjesuense visto a importância de disseminar os conhecimentos necessários sobre a implantação da rede coletora de esgotos do município.

A partir da realização foi possível concluir que, por motivos da impossibilidade da realização das entrevistas de maneira presencial devido às recomendações da Organização Mundial de Saúde – OMS em período de quarentena, parte da população foi excluída involuntariamente da participação da pesquisa, como foi o caso das crianças menores de 12 anos, idosos não familiarizados com formulários online, pessoas sem acesso à internet e pessoas não alfabetizadas. No entanto, a contribuição desses grupos também é fundamental para apresentar a visão geral da população da cidade. Pretende-se realizar a continuidade dessa pesquisa assim que for liberada novamente a livre circulação de pessoas nas ruas.

De maneira geral, a maioria da população acredita entender sobre a importância da existência de uma rede coletora de esgotos em uma cidade, e apontaram reais benefícios de sua implantação. Porém, é importante destacar que parte da população não apresentou entender os reais benefícios que serão gerados, apontando outros tópicos que não necessariamente serão alcançados com a existência da rede, como melhoramento da drenagem urbana e o aumento de ruas pavimentadas.

É importante destacar de diferente do esperado, nem sempre a escolaridade do entrevistado influenciou no entendimento da importância da existência da rede, visto que mesmo pessoas com ensino superior completo afirmaram apresentar dúvidas a respeito. Logo, recomenda-se que seja feito um informativo sobre a importância e os benefícios da população de maneira geral, e não direcionada a um grupo específico.

A maioria da população se mostrou apta a pagar pela taxa que será cobrada proporcionalmente pela coleta dos resíduos gerados por ela, e consideram ser um serviço importante. No entanto, grande parte dos entrevistados acreditam que esse valor não deve ser elevado, já que com a utilização do antigo sistema de destinação de seus dejetos (as fossas septicas) não era preciso desembolsar um valor mensal, sem levar em consideração o valor gasto quando era necessário secar o reservatório.

REFERÊNCIAS

BITTENCOURT, M. Visão de uma comunidade em vulnerabilidade socioambiental sobre a importância dos serviços de água e esgoto. Centro Universitário Nove de Julho – UNINOVE. Dissertação de mestrado. São Paulo, 2014.

BRASIL. Decreto de lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm> Acesso em: 23.04.2020.

CLARKE, R.; KING, J. O Atlas da Água: o mapeamento completo do recurso mais precioso do planeta. São Paulo: Publifolha, 2005.

GALVÃO JUNIOR, A. C.; PAGANINI, W. S. Aspectos Conceituais da Regulação dos Serviços de Água e Esgoto no Brasil. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol 14, N 1. Jan/Mar 2009

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico. 2010. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/bom-jesus/panorama>> Acesso em: 23.04.2020.

ITB – Instituto Trata Brasil. **A percepção da população quanto ao saneamento Básico e a responsabilidade de Poder Público.** 2012.

JACOBI, P. Educação Ambiental, cidadania e sustentabilidade. Cadernos de Pesquisa, São Paulo: Fundação Carlos Chagas, n 118, p. 189-205, 2003.

LOBO, R. L. N. O Saneamento Básico no Brasil: Um estudo sobre a distribuição de investimentos públicos federais nas cidades médias entre 2004 e 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro. 2016.

OLIVEIRA, Janine P, M. et al Saúde/doença: as consequências da falta de saneamento básico. INTESA – Informativo Técnico do Semiárido (Pombal-PB), v.9, n 23 2, p 23-29, Jun –Dez , 2015. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA/article/download/3592/3239> /> Acesso em: 24.04.2020.

PEREIRA, J. A. R. Saneamento em áreas urbanas. In: Pereira, J. A. R. (org). Saneamento Ambiental em Áreas Urbanas. Belém: UFPA, 23-36. 2003. Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento

RIBEIRO, S.C; GUNTHER, W.M.R. A integração entre a educação ambiental e o saneamento ambiental como estratégia para a promoção de saúde e do meio ambiente sustentado. **I Seminário Internacional de Engenharia de Saúde Pública.** Ministério da Saúde – Fundação Nacional de Saúde – Departamento de Engenharia de Saúde Pública, Recife: 2002.

SANTIN, J - Plantando Educação e Colhendo Saúde: Reflexões Sobre Saneamento Básico na Escola . Universidade do Planalto Catarinense Pós-Graduação Lato Sensu em Desenvolvimento Regional.

(83) 3322.3222 LAGES 2018.

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

SANTOS, J. R. **Regulação do saneamento básico no Brasil:** os objetivos da política e as experiências nos municípios fluminenses. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

VAZ, A. J. A Importância da Rede Coletora de Esgoto na Promoção da Qualidade Sócio-Ambiental Universidade do Estado do Rio de Janeiro. <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/71.pdf>> Acesso em: 23.04.2020.

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA O USO DE ÁGUA SALOBRA E SALINA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Vanessa Rosales Bezerra ¹
Luis Reyes Rosales Montero ²
Keila Machado de Medeiros ³
Antônio Carlos Pereira de Lima ⁴

RESUMO

A escassez de recursos hídricos no semiárido nordestino, proporcionou a ampla busca por águas, sendo as águas subterrâneas as mais viáveis economicamente e fáceis de obter, o que justificou o alto número de poços perfurados nos últimos anos durante a crise hídrica e o que acarretou também na transposição do rio São Francisco como medida paliativa. No entanto, o uso dessas águas de poços, por vezes salobra ou salina, é impróprio para consumo humano ou uso doméstico sem tratamento prévio. Alternativas para o uso de águas salobras ou salinas, então, são o uso na piscicultura ou mesmo na agricultura e irrigação, para cultivo de algumas hortaliças que suportam concentrações grandes de sais dissolvidos. Outra medida que está sendo largamente utilizada são os processos de dessalinização através de membranas de micro e ultrafiltração, capazes de retirar a maior parte dos sais contidos em águas, tornando próprias para o consumo humano.

Palavras-chave: águas salobras; membranas; recursos hídricos; nordeste; agricultura.

INTRODUÇÃO

O Nordeste é uma região que sempre enfrentou vários problemas com a escassez de recursos hídricos no Brasil. Entretanto, especialistas dizem que o problema da seca no Nordeste trata-se mais de um problema político do que propriamente natural. Isto porque já se tem tecnologia suficiente para amenizar o problema da escassez de água.

O país enfrentou uma crise hídrica nos últimos anos, de modo que a perfuração de poços artesianos ou semi-artesianos foi bastante discutida como possível solução para os problemas de recursos hídricos no país. Apesar do clima semi-árido, predominante em várias partes da região, há reservas de águas subterrâneas (os aquíferos) suficientes para resolver grande parte dos problemas de abastecimento.

¹ Doutoranda do Curso de **Engenharia Ambiental** da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, rosalesuepb@gmail.com;

² Graduado pelo Curso de **Engenharia Elétrica** da Universidade Federal - UFCG, rosales@dee.ufcg.edu.br;

³ Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, keilamedeiros@ufrb.edu.br;

(83) 3322.3222 ⁴ Doutor em Engenharia Mecânica Universidade Federal da Paraíba - PB, caplima2000@yahoo.com.

A irregularidade das chuvas no semiárido nordestino reduz a disponibilidade de água superficial nos reservatórios, por sua vez há grande necessidade dos habitantes e dos animais da região semiárida utilizar à água subterrânea. Assim o número de poços subterrâneos tem aumentado, sendo estas fontes hídricas importantes para os humanos e suprindo também a necessidade dos animais (REBOUÇAS, 1999; PORTO et al., 2004). Os poços artesianos são uma alternativa pouca explorada na agropecuária em função da sua salinidade. As rochas cristalinas são características dos solos áridos nordestinos, e são elas que salinizam a água. A implementação de novas tecnologias, como a dessalinização de águas através do uso de membranas, vem sendo considerado, visto que se tratam de processos inovadores. Portanto, uma das alternativas para a destinação desta água salobra é o aproveitamento em tanques de piscicultura e posterior reutilização na irrigação de culturas tolerantes a salinidade, aproveitando o enriquecimento em matéria orgânica (HERMES et al., 2014).

A água é um dos constituintes inorgânicos em maior quantidade no homem, mais de 60% de sua massa é constituída por água. Sua qualidade é resultante de fenômenos naturais e da atuação antrópica. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais, assim, o estudo da qualidade da água é fundamental, tanto para se estabelecer os meios para que se satisfaça determinado uso da água. Com relação às condições climáticas o Brasil é considerado o país com a região semiárida mais populosa do mundo, atualmente a população é estimada em 21 milhões de habitantes. Na região do agreste Paraibano predomina o clima Semiárido, caracterizando-se por altas temperaturas, elevadas taxas de evaporação e baixos níveis de precipitação, que favorece a escassez de água nesta região (IBGE, 2010).

O problema da seca no Semiárido brasileiro é mais um problema social do que natural, visto ser um fenômeno conhecido e a sua ocorrência, previsível. A partir deste conhecimento prévio, torna-se imprescindível o desenvolvimento de ações sustentáveis através de políticas públicas que impeçam esse fenômeno natural, tornar-se um flagelo, que perdura desde o período colonial (LIRA et al., 2012).

Outro problema enfrentado pelos moradores do clima Semiárido é que, mesmo contendo uma grande quantidade de recursos hídricos subterrâneos, esta água contém alta concentração de sais, o que a torna imprópria para consumo. A ingestão excessiva dos sais presentes na água causa doenças e até a morte de pessoas e animais. O Semiárido também é uma região de seca em decorrência da falta de chuvas.

Segundo Silveira e França (2009) a solução empregada para ter o acesso à água nestas regiões é a exploração de águas subterrâneas por meio de poços. Evidentemente não é

suficiente ter acesso à água, é necessário que tenha um controle de qualidade por meio de avaliação da necessidade de um eventual tratamento da mesma, com a finalidade de evitar doenças veiculadas pelo simples consumo da água. Com esse problema que surgiu a dessalinização de água através de processos com membranas, como uma alternativa viável para amenizar a problemática da seca, visando a produção de água de boa qualidade para o consumo humano, apresentando resultados bastante satisfatórios à alimentação e saúde pública.

1.1. DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUAS VIA MEMBRANAS

No Brasil, o emprego da dessalinização de água ainda é pouco divulgado, embora no Nordeste seja aplicado o processo de osmose reversa para dessalinização de águas salobras oriundas de poços para o abastecimento de pequenas comunidades (SOUZA, 2006). De acordo com Queiroz et al. (2013) atualmente em decorrência da degradação dos recursos hídricos e a dificuldade de manter a água potável por meio das tecnologias de tratamento convencional, a utilização dos processos de separação por membranas passa a ser a opção de tratamento para a produção de água potável.

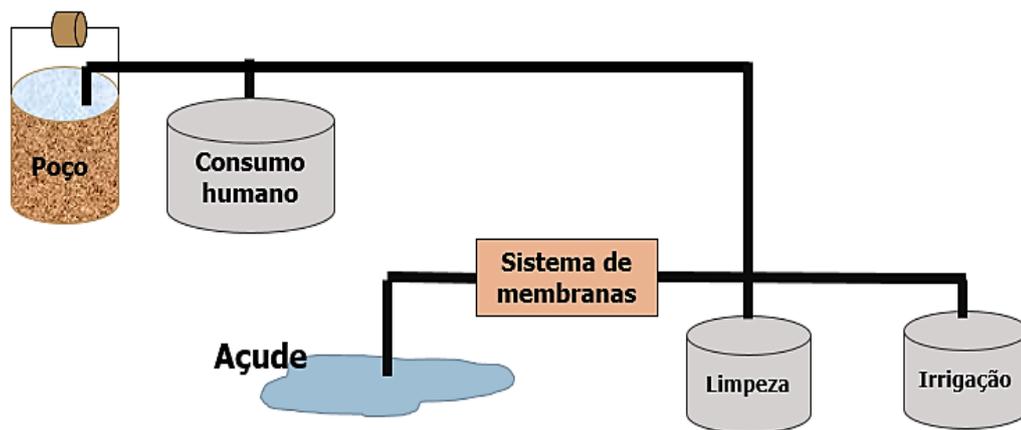
A tecnologia de separação por membranas envolve a utilização de membranas sintéticas, porosas ou semipermeáveis, orgânicas ou inorgânicas e em configuração adequada, para separar de um fluido de partículas sólidas de pequeno diâmetro, bactérias, vírus, moléculas orgânicas, compostos iônicos de baixo peso molecular e até gases. Na microfiltração (MF), ultrafiltração (UF) e osmose inversa (OI), a pressão hidráulica é utilizada para promover a separação entre a água e os contaminantes e é a água que atravessa a membrana. Já no processo de eletrodialise, a separação é obtida por uma diferença de potencial elétrico aplicado entre as membranas e neste caso são os contaminantes que atravessam a membrana, (HABERT et al., 2006).

A osmose inversa é um processo de separação líquido-líquido, que emprega uma membrana densa semipermeável altamente permeável à água e altamente impermeável a microrganismos, coloides e sais dissolvidos. Com a aplicação de uma pressão maior que a osmótica, o solvente passa pela membrana, a qual age como barreira de fluxo aos solutos, possibilitando a separação do solvente e dos solutos. A necessidade de água potável é um fato cada vez mais preocupante. Pequenas comunidades ou sítios localizados no semiárido Brasileiro, muitas vezes, não possuem acesso à água de boa qualidade. Em muitas dessas localidades, são perfurados poços artesianos com a esperança de se ter acesso aos aquíferos.

No entanto, devido às formações cristalinas do solo da região Nordeste, inúmeros poços são

abandonados por conta das elevadas concentrações de sais encontradas na água. Águas com essas características, muitas vezes, são tratadas por meio de dessalinização através de sistemas de membranas de osmose inversa. Com o auxílio de programas ou de projetos de desenvolvimento, algumas comunidades têm sido beneficiadas pela instalação de sistemas de dessalinização, para a produção e distribuição de água potável. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água produzida por dois dessalinizadores que abastecem duas localidades do Estado da Paraíba no Brasil.

Figura 1 – Sistema proposto de captação de águas subterrâneas e tratamento via membranas.



1.2. QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

Os requisitos de qualidade da água para os diversos usos dependem dos perigos associados à sua composição. Os perigos dizem respeito às condições que podem resultar em efeitos adversos aos organismos vivos ou ao meio ambiente. Estes perigos devem ser avaliados e gerenciados, geralmente através de padrões de qualidade. Os teores máximos de impurezas permitidos na água são estabelecidos em função dos seus usos e fixados por entidades públicas, com o objetivo de garantir que a água a ser utilizada para um determinado fim não contenha impurezas que venham a prejudicá-lo.

Os padrões de qualidade da água variam para cada tipo de uso. Assim, os padrões de potabilidade (água destinada ao abastecimento humano) são diferentes dos de balneabilidade (águas para fins de recreação de contato primário), os quais, por sua vez, não são iguais aos estabelecidos para a água de irrigação ou destinadas ao uso industrial (SILVA, 2011).

1.2.1. RISCOS ASSOCIADOS AO USO DA ÁGUA

- Contaminação microbiológica: do homem e outros organismos; dos cursos d'água e do solo;
- Contaminação química: do homem e outros organismos; dos cursos d'água e do solo;
- Degradação de materiais e equipamentos: nas atividades nas quais a água é utilizada.

1.2.2. PROBLEMAS RELACIONADOS À QUALIDADE DA ÁGUA

A adequação da água de irrigação não depende unicamente do teor total, mas, também do tipo de sais. À medida que o conteúdo total de sais aumenta, os problemas do solo e das culturas se agravam, o que requer o uso de práticas especiais de manejo, para manter rendimentos aceitáveis. A qualidade da água e/ou sua adaptabilidade à irrigação determina-se, também, pela gravidade dos problemas que podem surgir depois do uso a longo prazo (AYERS e WESTCOT, 1999).

A qualidade da água de irrigação é tradicionalmente definida principalmente pela quantidade total de sais dissolvidos, mas problemas com ferro (Fe), manganês (Mn), bactérias e algas, contidas na água ou sistemas de irrigação, também devem ser considerados.

Os problemas mais comuns, segundo os quais se avaliam os efeitos da qualidade da água relacionados à salinidade, são a velocidade de infiltração da água no solo e a toxicidade, além de outros.

SALINIDADE

A principal consequência do aumento da concentração total de sais solúveis de um solo é a redução do seu potencial osmótico, o que prejudica as plantas, em razão do decréscimo da disponibilidade de água daquele solo. A salinização depende da qualidade da água usada na irrigação, do seu manejo, da existência e do nível de drenagem natural e, ou, artificial do solo, da profundidade do lençol freático e da concentração original dos sais no perfil do solo (BERNARDO et al., 2006).

INFILTRAÇÃO DA ÁGUA

O termo “problema de infiltração” será usado para indicar o efeito da salinidade, em relação à facilidade com que a água entra e se desloca nos primeiros centímetros do solo. Um

problema de infiltração torna-se evidente quando a água de irrigação não atravessa a superfície do solo à velocidade suficientemente rápida para permitir a renovação da água consumida pela cultura entre duas irrigações.

TOXICIDADE

Os problemas de toxicidade aparecem quando certos íons do solo ou da água são absorvidos pelas plantas e acumulados em seus tecidos em concentrações suficientemente altas a um ponto que possa provocar danos a cultura e reduzir o seu rendimento.

OUTROS PROBLEMAS

Existem vários outros problemas relacionados à qualidade de água para irrigação que valem a pena serem mencionados, são eles:

- O excessivo crescimento vegetativo;
- O retardamento na maturação das culturas e sua tendência ao acamamento, provocados por altas concentrações de nitrogênio na água de irrigação;
- As manchas nas folhas e frutos provocadas por depósito de sais, devido à aplicação de água contendo altos teores de bicarbonato, gesso ou ferro, por aspersão e irregularidades frequentemente associadas às águas de pH anormal.

1.2.3. PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

São vários os parâmetros que determinam a qualidade da água para fins de irrigação. Porém, a qualidade da água de irrigação é melhor avaliada quando determinada pelo conteúdo total de sais, pela composição iônica e pela proporção relativa entre as espécies de íons.

A composição iônica da água de irrigação não é estática, mas está num contínuo estado de mudança ou equilíbrio dinâmico. Este fato altera as proporções relativas entre os íons presentes na água. Assim, a avaliação da qualidade de uma água para fins de irrigação deve basear-se nas variações sazonais do seu conteúdo salino. Diferentemente dos sistemas de classificação adotados na geoquímica, na indústria e, na engenharia sanitária, o uso de vários tipos de água para irrigação tornou necessária à criação de um sistema específico.

Neste sistema, as classificações são principalmente baseadas no conteúdo total de sais solúveis da água (responsável pelo efeito osmótico), e no conteúdo de sódio (Na^+ , íon responsável pelas mudanças químicas e físicas no solo), e pelo efeito de íon específico nas plantas.

Condutividade elétrica (CE) e Total de Sólidos Dissolvidos (TSD) - Fornecem uma medida quantitativa do total de sais dissolvidos na água de irrigação. Os sais são constituídos substancialmente pelos íons sódio, cálcio, magnésio, cloreto, carbonato e bicarbonato.

O sódio (Na^+), o cálcio (Ca^{2+}) e o magnésio (Mg^{2+}), íons carregados positivamente (chamados cátions), são expressos em milimol carga por litro (mmolc.L^{-1}). Estes cátions são indispensáveis para o cálculo da razão de adsorção de sódio (RAS). A concentração de sódio é também necessária para identificar alguns efeitos tóxicos em plantas. O potássio (k) contribui ligeiramente para a salinidade.

O cloreto (Cl^-), o sulfato ($\text{SO}_4^{=}$), o carbonato (CO_3^-) e o bicarbonato (HCO_3^-), íons carregados negativamente (chamados ânions), são expressos em milimol carga por litro (mmolc.L^{-1}). Os ânions bicarbonato (HCO_3^-) e o carbonato ($\text{CO}_3^{=}$) são usados para o ajustamento da RAS pela precipitação do carbonato de cálcio. Concentrações de cloreto (Cl^-) são necessárias para identificar problemas potenciais de toxicidade deste íon em plantas.

O carbonato não é geralmente o maior constituinte, a não ser que o pH da água exceda de 8,0. O potássio (K^+) pode estar presente, mas suas concentrações mantêm-se baixa.

O pH é um importante fator na avaliação da conveniência de uma água para irrigação. O pH é um índice que caracteriza o grau de acidez ou de alcalinidade da água ou do solo. No caso das águas para irrigação, o pH normal é entre 6,5 e 8,4. Águas com pH acima de 8,4 podem provocar entupimentos nos sistemas de irrigação localizados, devido à precipitação do carbonato de cálcio (CaCO_3). Por outro lado, águas com valores de pH baixos podem corroer rapidamente os componentes metálicos do sistema de irrigação por aspersão.

O Boro é outro fator a ser observado. Está presente nas águas subterrâneas em concentrações relativamente altas, acontecendo o contrário nas águas de fontes superficiais. Expresso em mg/L , é tóxico para algumas plantas em concentrações menores do que $1,0 \text{ mg/L}$.

Além das características físico-químicas, outros fatores também devem ser levados em consideração e analisados em conjunto, quando de sua avaliação e recomendação de uso para irrigação. Entre esses fatores podem ser apontados:

- Características do solo;
- Tolerância das culturas a serem exploradas;
- Condições climáticas locais;

- Manejo de irrigação e drenagem.

As diretrizes utilizadas na classificação do grau de restrição da água para irrigação referem-se aos problemas potenciais, tais como salinidade, permeabilidade ou infiltração, toxicidade de íons específicos e outros, sobretudo aos efeitos ao longo prazo da qualidade da água sobre a produção das culturas, nas condições e manejo agrícola.

1.3. PRODUÇÃO DE PLANTAS IRRIGADAS COM ÁGUA SALOBRA

A mamona (*Ricinus communis*) é uma planta rústica, resistente à seca e produz em média uma boa quantidade de biomassa, 20 ton/ha. Sua capacidade de resistir ao estresse hídrico é uma das principais características e motivo para seu cultivo na região semiárida. Apesar de apresentar um alto teor de proteínas, não é recomendável seu uso para ração animal, uma vez que ela apresenta princípios ativos tóxicos e alergênicos. Irrigada com água salobra, apresentou produtividade baixa (11 ton/ha), mesmo mantendo teores dentro da média em matéria seca (26,95%). Por ser uma cultura que exige maior espaçamento para plantio, e ter limitação para uso animal, seu plantio irrigado com água salobra em pequena propriedade tende a ter baixa adesão.

A variedade de milho BRS Catingueiro foi desenvolvida para a região semiárida, tendo como principal característica a precocidade, podendo ser colhida em até 90 dias, com produtividade média de duas a três toneladas por hectare. Fora do ciclo de chuvas e irrigado com água salobra, seu rendimento foi baixo, com apenas 500 kg/ha. Porém, dada a importância da cultura na produção de concentrado energético para os animais, pesquisas complementares devem ser realizadas para que se melhore sua produção fora do período chuvoso.

Estudos realizados pela Embrapa Semiárido e por outras instituições de pesquisa e ensino do Nordeste têm mostrado que o cultivo e a utilização de forrageiras arbóreas ou arbustivas, introduzidas e adaptadas às condições climáticas da região, servem para amenizar e superar o problema da estacionalidade de alimento. Entre estas espécies destacam-se a gliricídia e a leucina. A maniçoba, é uma planta nativa da caatinga que como as demais plantas do gênero *Manihot*, produzem em seu metabolismo o ácido cianídrico, tóxico aos animais, mas que pode ser eliminado na sua secagem. Estas plantas irrigadas com água salobra apresentaram ótimas produtividades no primeiro corte, nove meses após seu plantio. Este período é recomendado para o estabelecimento das culturas.

As três espécies de plantas quando submetidas a altas quantidades de sais, tratando-se de uma situação acima do normal em termos de carga salina. Apesar da maniçoba não resistir ao estresse ao qual foi submetida, não significa que em situações mais brandas de teores salinos, os produtores não consigam manter sua produção. A gliricídia e a leucena, dentro das condições de alta salinidade, mostram-se promissoras para a manutenção da alimentação do rebanho em épocas críticas.

Mesmo considerando a indisponibilidade de recursos hídricos para a maioria da população sertaneja, um enorme avanço está a caminho para quem dispõe de água de boa qualidade para irrigação. Para comunidades difusas, que dispõem apenas da água salobra, a novidade está na possibilidade de produção familiar da palma forrageira utilizando essa água.

1.4. UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS SALINAS NA PISCICULTURA

Devido às altas concentrações de sal em águas de poço ou mesmo as águas resultantes do concentrado, após o tratamento via membranas, excedente da dessalinização, não se pode simplesmente lançar este concentrado no meio-ambiente, assim é possível implementar um sistema de criação de tilápias alimentado pelo rejeito do sistema de dessalinização.

Tilápias são peixes que suportam águas com concentrações superiores a 15 g/L de sal e pH entre 6 e 8,5, tendo um ótimo valor nutricional. Elas se reproduzem facilmente e crescem rapidamente. A Tilápia do Nilo é uma das espécies mais procuradas para criação em escala industrial, por apresentar rápido crescimento, grande rusticidade, fácil manejo e alto nível de rendimento. Além disso, possui carne de ótima qualidade, poucas espinhas e de bom paladar.

Figura 2 – peixe tilápia proveniente da piscicultura utilizando águas salinas



2. METODOLOGIA

Devido à escassez de água na região do Nordeste, a população sentiu necessidade de buscar águas por outras fontes, dessa forma vários poços foram cavados. No entanto, a utilização de águas subterrâneas não deve ocorrer sem tratamento prévio.

Além disso, atualmente com a transposição do rio São Francisco, muitos dos poços que eram utilizados para fins de subsistência, hoje estão parados sem uso. Portanto alguns dos destinos para essas águas subterrâneas que contém grande quantidade de sais dissolvidos é a utilização na agricultura, bem como na piscicultura. Além disso uma tecnologia bastante inovadora no momento é a utilização de sistemas de membranas para a dessalinização e purificação de águas com destino ao consumo humano.

A metodologia de pesquisa utilizada, dessa forma, para elaborar este artigo foi o estudo de caso. O presente estudo foi realizado com base nos dados acerca dos poços cadastrados em algumas cidades da Paraíba, e algumas metodologias de uso dessas águas.

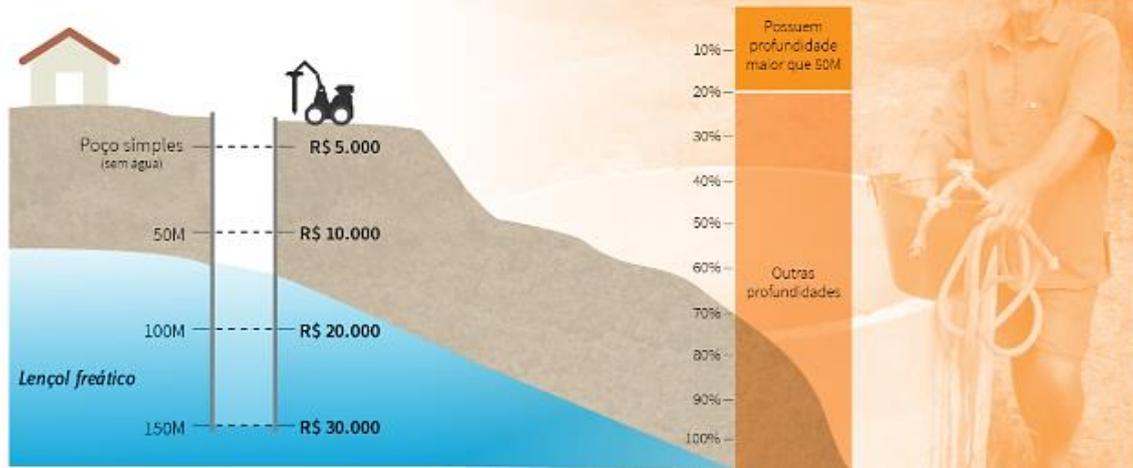
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, são 3.676 poços cadastrados no Estado da Paraíba, sendo 95% artesanais, de grande profundidade. Na região da Rainha da Borborema a procura pela perfuração de poços artesanais aumentou significativamente. Empresas legalizadas no seguimento reclamam da falta de fiscalização por parte do conselho Regional de Engenharia e Agronomia (Crea-PB) e aumento das perfuratrizes clandestinas (FIGUEIREDO, 2016).

Figura 3 – Perfuração de poços em Campina Grande

Poços artesaniais Em Campina Grande são perfurados até seis por semana

Custo da perfuração e da instalação de um poço em Campina Grande pode chegar a R\$ 30 mil.



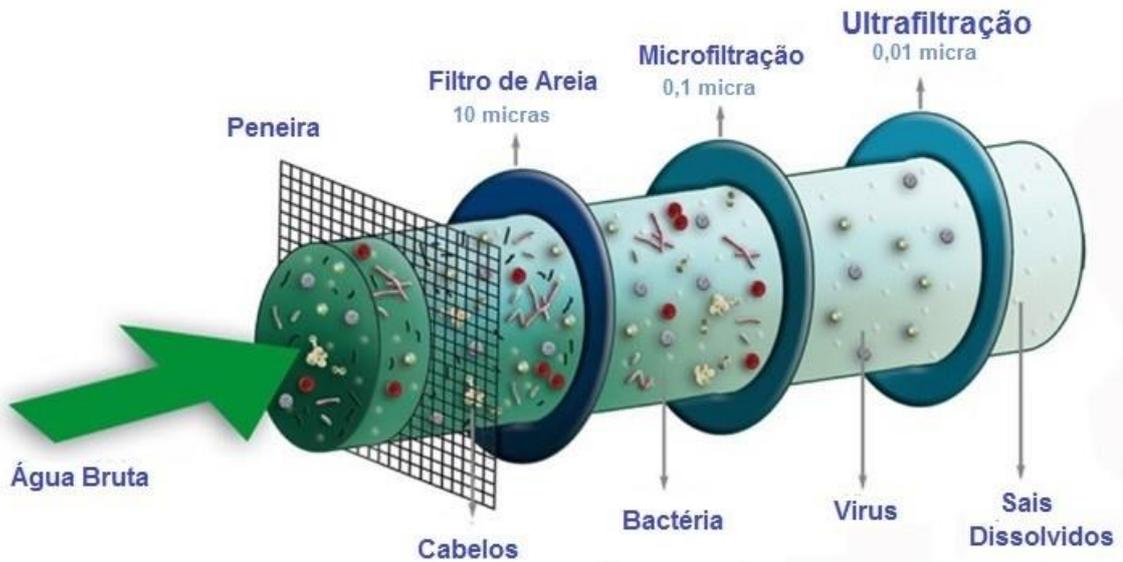
A presença de águas no subsolo varia de profundidade de acordo com diversos fatores relacionados ao solo, como declividade, porosidade das partículas, altitude, vegetação, entre outros. Quanto mais distante da superfície estiver os aquíferos, mais profundo terá de ser o poço para obtenção de água.

Ao chegar nessas camadas saturadas de água por meio de perfurações, ocorre o bombeamento dessas águas para a superfície para uma finalidade de uso, como o consumo próprio humano, uso doméstico, entre outros.

No entanto, a avaliação da qualidade dessas águas subterrâneas é extremamente importante, pois muitas vezes estas vêm com altas concentrações de sais dissolvidos, sendo tratadas como águas salobras ou salinas. De forma que são impróprias para consumo direto.

Uma alternativa altamente viável para melhorar a qualidade dessas águas é a utilização de tecnologias com o uso de membranas para a dessalinização. Uma alternativa nova no mercado, porém bastante eficaz na remoção de impurezas.

Figura 5 – Tecnologia de membranas.



Membranas de nanofiltração são capazes de remover até vírus e bactérias de águas não tratadas. Portanto o uso de membranas para o tratamento de águas subterrâneas, tornam essas águas próprias para consumo humano.

O resíduo da filtração com membranas, por conter altas concentrações de sais podem ser destinados à piscicultura, como por exemplo o cultivo de tilápias, que são peixes capazes de suportar águas com concentrações de sais a cima de 15g/L.

Outro destino para o uso de águas de poços é na agricultura de irrigação, no cultivo de algumas plantas como, mamona, milho catingueiro e gliricídia, que conseguem ser cultivados com águas salobras, sem alteração em suas composições nutricionais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho, portanto, abordou o tema da escassez de água no Nordeste e a necessidade que a população teve de implementar uma política de perfuração de poços afim de obter o mínimo de água para subsistência. E como o número de poços atualmente é grande na região da Paraíba.

Além disso foi abordado a necessidade de avaliação do controle de qualidade dessas águas antes do consumo humanos, pois muitas dessas águas são salobras ou salinas, contendo grande concentrações de sais dissolvidos, sendo dessa forma impróprias para consumo humano e uso doméstico.

Dessa maneira, alternativas para o uso de águas salobras ou salinas é o uso na irrigação e agricultura, no cultivo de plantas como mamona , que conseguem suportar o cultivo sem alterações nutricionais na composição. Outra alternativa para a utilização de águas salinas com altas concentrações de sais é o uso na piscicultura, no cultivo de tilápia, por exemplo.

Por fim, uma tecnologia que vem sendo largamente utilizada é o processo de separação e dessalinização via membranas, permitindo, dessa forma que águas salobras ou salinas possam ser apropriadas para consumo humano ou uso doméstico.

REFERÊNCIAS

- ANADÃO, P. **Ciência e tecnologia de membranas**. São Paulo: Artliber, 2010.
- ESTEVES, B. S.; SUZUKI, M. S. **Efeito da salinidade sobre as plantas**. *Oecologia Brasiliensis*, v. 12, n. 4, p. 662-679, 2008.
- HERMES, L.C.; ARAÚJO, G.L.G.; FAY, E.F.; BOEIRA, R.C. **Potencial de uso das águas salobras em sistemas produtivos visando o aumento da capacidade de suporte das comunidades difusas do semiárido com mínimo impacto ambiental**. In: Fórum de Divulgação dos Resultados de Pesquisas: Avanços e Oportunidades, 1., 2014, Jaguariúna, SP. Anais... Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2014.
- PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C. de; ARAÚJO, O. J.; SILVA JÚNIOR, L. G. A. **Aproveitamento dos rejeitos da dessalinização**. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 1997, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 1997. v.1, p.51-57.
- PORTO, E.R.; AMORIM, M.C.C.; PAULINO, R.V.; MATOS, A.N.B. **Sistema de produção usando o rejeito da dessalinização de água salobra no semi-árido brasileiro**. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas 13, 2004, Cuiabá, Livro de resumos... Cuiabá: ABAS, 2004
- REBOUÇAS, A. C. **Potencialidade de água subterrânea no semiárido brasileiro**. In: Seminário Água Salobra: Fonte de água potável e alternativa de uso do rejeito da dessalinização. 1999, Petrolina. Anais... Petrolina, 1999.
- SILVEIRA, M. C.; FRANÇA, K. B. **Avaliação do desempenho de um sistema de dessalinização via osmose inversa para águas salobras**. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. 10. Anais. São Paulo: USP, 2009.
- SITE CABANA-ON.COM. **Águas no Nordeste: solução está na terra**. Disponível em: <<http://cabana-on.com/Brasil/artigos/artigo30.html>>; Acesso em: 13 dez. 2018.
- SOUZA, Augusto R. C. de. **Soluções sustentáveis no uso de águas subterrâneas na cidade de João Pessoa – PB**. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2015.
- SOUZA, L. F. **Dessalinização como fonte alternativa de água potável**. *Revista Norte Científico, Boa vista*, v.1, n.1, 2006.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. **Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos.** Enciclopédia Biosfera: Goiânia. v. 6, n. 11, p. 1-23, 2010.

APLICAÇÃO DO SISTEMA LEAN CONSTRUCTION EM OBRAS DE PEQUENO PORTE NO MUNICÍPIO DE ARARUNA - PB

Daniel Costa da Silva ¹
Maria Ingridy Lacerda Diniz ²
Thiago de Sá Sena ³

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo realizar a análise da aplicação do Lean Construction (Construção Enxuta) em cinco obras de pequeno porte no município de Araruna – PB através de uma pesquisa quali-quantitativa. Para aplicação do sistema Lean foram realizadas visitas às obras em estudo para análise e posterior aplicação das ferramentas que compõe o pensamento Lean, e que fossem adequadas as peculiaridades de cada construção. No processo de diagnóstico para implementação das ferramentas, observou-se a desorganização nos canteiros de obra, além da falta de planejamento para uma melhor gestão na construção. Dessa forma, foram realizadas capacitações com a finalidade de se padronizar as operações realizadas nas obras, além da aplicação de ferramentas como o Kanban de Produção e a redução do tempo de ciclo através da readequação dos canteiros de obra. Após aplicação e coleta de dados, pôde-se verificar que apesar das dificuldades na implementação das ferramentas, elas trouxeram aumento na produtividade e satisfação aos construtores. A partir desses resultados, é notória a falta de organização, planejamento e gestão eficiente nas construções analisadas, o que acaba por acarretar prejuízos como perda de produtividade e desperdício de materiais. À vista disso, verificou-se a necessidade e importância da implementação de inovações, como a Construção Enxuta, no ramo construtivo do município de Araruna.

Palavras-chave: Gestão. Lean. Construção.

INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor de alta complexidade, que envolve inúmeras variáveis. É uma atividade altamente mutável, que se desenvolve em um ambiente extremamente dinâmico. Dessa forma, devido esse meio intenso e bastante movimentado, o planejamento é uma ferramenta indispensável, que tem como característica evitar possíveis imprevistos, prejuízos, desperdícios, etc. Mesmo assim, é comum ainda, que alternativas sem embasamento técnico sejam utilizadas em muitos canteiros de obras, principalmente as de pequeno e médio porte.

O planejamento de uma obra é um dos principais aspectos do gerenciamento. Ao

¹ Mestrando do Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, daniel.costa.silva@hotmail.com;

² Mestranda do Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, mariaingridydiniz@gmail.com;

³ Mestrando do Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina

planejar, o gerente dota a obra de uma ferramenta importante para priorizar suas ações e acompanhar o andamento de serviços. Ao planejar uma obra, o gestor adquire alto grau de conhecimento do empreendimento, o que lhe permite ser mais eficiente na condução dos trabalhos. A deficiência no planejamento pode trazer consequências desastrosas para a obra. Um descuido em uma atividade pode acarretar atrasos e escalada de custos, assim como colocar em risco o sucesso do empreendimento (MATTOS, 2010).

Devido a modernização dos processos, desenvolvimento da tecnologia, aumento da competitividade, valorização da mão de obra, aumento da exigência dos clientes, etc. e em contrapartida, a dificuldade de alocação de recursos financeiros, está cada vez mais claro que o ato de gerenciar processos na construção civil é o caminho a ser trilhado. Por isso, a busca por novos paradigmas de gestão no processo de produção da construção civil e a incessante demanda por resultados satisfatórios e excelência, faz com que empresas e profissionais da engenharia civil procurem cada vez mais utilizar ferramentas e técnicas inovadoras, geradoras de maior eficiência em seus processos construtivos.

A filosofia gerencial Lean Construction está baseada fundamentalmente na eliminação de processos que não agregam valor à obra, na manutenção de um fluxo produtivo contínuo e no desenvolvimento simultâneo de atividades. Tudo isso deve fluir e se completar na hora certa para que não haja acumulação desnecessária de estoques (Just in Time), ociosidades da mão de obra e atividades desnecessárias. A grande questão para a sua aplicação é a mudança de mentalidade do gestor. Depois que isso é feito, tudo vai ficando simples, premissa fundamental do sistema Lean Construction (PICCHI, 2008).

A proposta é melhorar o processo removendo as ineficiências, implantando a auto inspeção e a inspeção sucessiva, a redução do transporte e suas ineficiências, a melhoria do layout e a eliminação dos tempos ociosos de processo, entre outras providências (FORMOSO, 2015).

O sistema Lean Construction já vem sendo usado no Brasil em diversas empresas e é tema constante dos profissionais da área, levando a produção de vários artigos científicos, pesquisas e dissertações. Assim como outros pequenos municípios do Brasil, que possuem baixo índice populacional e renda, a cidade de Araruna – PB tem sua construção civil fundamenta em obras de pequeno porte, na sua maioria desenvolvidas por construtores informais, salvo algumas executadas pela Prefeitura. São obras residenciais, construídas e gerenciadas por profissionais sem conhecimento técnico, que trabalham aplicando conhecimentos práticos adquiridos com o passar dos anos.

construção civil, o Lean Construction, em pequenas obras do município de Araruna – PB, com a finalidade de melhorar a produtividade, otimizar as construções e reduzir custos e prazos. Além disso, tem-se como objetivos específicos apresentar o pensamento Lean e seus benefícios aos construtores locais e analisar as dificuldades do processo de implantação dessa filosofia em obras de médio e pequeno porte.

Observando o cenário apresentado, fica claro a necessidade de se evitar o uso de técnicas inapropriadas e profissionais desqualificados. Esse diálogo desmistifica o senso de não necessidade dos profissionais de engenharia em pequenas obras privadas, levando os cidadãos a entenderem a necessidade e vantagens de se trabalhar com os engenheiros.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Histórico

A construção civil é caracterizada por altos indicadores de desperdício, produtos com baixa qualidade, grande ocorrência de patologias construtivas, processos ineficientes e ineficazes e, por isso mesmo, mostra-se como um campo promissor aos resultados que podem ser obtidos através da aplicação dos conceitos da construção enxuta (JUNQUEIRA, 2006).

A Nova Filosofia de Produção na Construção Civil (ou Lean Construction) surge em contraponto à filosofia tradicional. Tem como um de seus marcos iniciais a publicação, por Lauri Koskela, na Universidade de Stanford, U.S.A., em 1992, de um relatório técnico intitulado *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Neste relatório Koskela lança as bases dessa nova filosofia adaptada à construção civil.

A filosofia de produção enxuta surgiu mais especificamente na empresa automobilística Toyota, em meados da década de 1950. Nessa época, o Japão como um todo enfrentava uma séria crise econômica, gerada pelo fim da guerra. A indústria japonesa tinha uma grande disparidade quantitativa em relação à indústria americana, a ponto do produto de apenas um dia e meio de trabalho na indústria americana equivaler a toda produção anual japonesa. Logo, a Toyota precisava alcançar a eficiência e a redução de custos não pelas economias de larga escala, mas por outros elementos da produção manufatureira (PÁDUA, 2013).

A inexistência de materiais e estudos acadêmicos sobre a aplicação da filosofia *lean* na construção civil foi um fator que impulsionou KOSKELA (1992) a desenvolver um novo

conceito, que adequava as características de produção enxuta à construção civil. Assim, a *Lean Construction* (Construção Enxuta) surgiu a partir da Produção Enxuta, que introduziu um novo paradigma de entendimento dos processos produtivos do setor de construção civil (PÁDUA, 2013).

A necessidade de discutir, amadurecer, consolidar e difundir esta nova abordagem para a construção civil levou vários autores, a partir do trabalho de Koskela (1992), a oferecer contribuições no sentido de melhorar e definir essa nova filosofia de produção na construção civil. A filosofia *Lean Construction* possui pelo menos dois focos que a distinguem do gerenciamento tradicional da construção. Um foco é sobre perdas e sua redução, o tempo e dinheiro perdidos, quando materiais e informação são imperfeitos e ineficientes. O outro é no gerenciamento dos fluxos e, para isso, coloca em evidência o sistema de gerenciamento de processos, juntamente com o processo de produção.

O modelo de processo da Construção Enxuta assume que um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, sendo o mesmo constituído por atividades de transporte, espera, processamento e inserção. Para os casos de transporte, espera e inserção, todas essas atividades são consideradas atividades que não agregam valor ao produto final, sendo assim denominadas atividades de fluxo. Esse tipo de atividade aparece de forma implícita nos orçamentos convencionais e nos planos de obra e por essa razão faz com que a sua percepção seja dificultada, prejudicando assim a gestão da produção (FORMOSO, 2002 apud VIEIRA, 2013).

Esta nova filosofia de produção, embora pouco utilizada pela indústria da construção, apresenta-se como uma solução adequada para os problemas do setor. Isso se deve à sua característica de baixa utilização de tecnologias de hardware e software, em termos de máquinas, robôs, sistemas computacionais de gestão ou de automação, que são substituídas por soluções tecnológicas mais simples, baseadas no envolvimento da mão-de-obra (MOURA e SÁ, 2013)

O desafio que se apresenta para pesquisadores e profissionais da construção, no momento, é o de adaptar os conceitos e princípios da produção enxuta, para aplicação na indústria da construção, buscando, desta forma, um melhor desempenho em seu processo de produção (HIROTA et all., 2000 apud ANTUNES, 2008).

O Conceito Lean

A diferença básica entre a filosofia gerencial tradicional e a *Lean Construction* é

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

principalmente conceitual. A mudança mais importante para a implantação do novo paradigma é a inserção de uma nova maneira de compreender os processos.

O modelo conceitual dominante na construção civil costuma definir a produção como um conjunto de atividades de conversão, que transformam os insumos (materiais, informação) em produtos intermediários (por exemplo, alvenaria, estrutura, revestimentos) ou final (edificação). Por essa razão, o modelo é também denominado de modelo de conversão (FORMOSO, 2000 apud BERÇANETTI, 2014).

As principais deficiências do modelo de conversão são:

- Existe uma parcela de atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão (fluxos de materiais e de mão de obra), as quais não são explicitamente consideradas. Ao contrário das atividades de conversão, estas atividades não agregam valor. Em processos complexos, como é o caso da construção de edificações, a maior parte dos custos é originada nestes fluxos físicos.
- O controle da produção e esforço de melhorias tende a ser focado nos subprocessos individuais e não no sistema de produção como um todo. Uma excessiva ênfase em melhorias nas atividades de conversão, principalmente através de inovações tecnológicas, pode deteriorar a eficiência dos fluxos e de outras atividades de conversão, limitando a melhoria da eficiência global.
- A não consideração dos requisitos dos clientes pode resultar na produção, com grande eficiência, de produtos que são inadequados. Neste sentido, deve-se considerar os requisitos tanto dos clientes finais como internos. O modelo de processo da Construção Enxuta, por sua vez, assume que um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, sendo o mesmo constituído por atividades de transporte, espera, processamento (ou conversão) e inspeção. As atividades de transporte, espera e inspeção não agregam valor ao produto final, sendo por esta razão denominadas atividades de fluxo (FORMOSO, 2000 apud BERÇANETTI, 2014).

Nem toda a atividade de processamento agrega valor ao produto. Esse conceito está diretamente relacionado ao nível de satisfação do cliente. Para que um processo gere valor, as atividades de processamento deverão transformar as matérias primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes internos e externos.

Além do fluxo de montagem e dos fluxos de materiais e de informações, existe um outro tipo de fluxo na produção que necessita ser devidamente gerenciado, denominado fluxo de trabalho. Este fluxo refere-se ao conjunto de operações realizadas por cada equipe

ou máquinas. É interessante salientar que algumas operações podem estar fora do fluxo de materiais, como, por exemplo, manutenção de equipamentos, limpeza, etc. Por outro lado, algumas atividades do processo não envolvem operações, como é o caso de espera (estocagem) de materiais (ISATO et al., 2000 apud AZEVEDO et. al; 2010).

Princípios do Lean Construction

A Construção Enxuta apresenta, além dos conceitos básicos, um conjunto de princípios para gestão dos processos, que podem ser sintetizados pelos princípios mostrados (PÁDUA, 2013).

- ***Redução da parcela de atividades não agregadoras de valor***

Este é um dos princípios fundamentais da Construção Enxuta, segundo o qual a eficiência dos processos pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas, não só através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo, mas também pela eliminação de algumas atividades de fluxo. Isso significa reduzir as atividades que consomem tempo, recurso ou espaço, mas não contribuem para atender aos requisitos dos clientes (VENTURINI, 2015).

A utilização do processo de planejamento e controle da produção facilita a implementação desse princípio da Lean Construction, à medida que busca reduzir as atividades de movimentação, inspeção e espera, bem como aquelas que consomem tempo, mas não agregam valor ao cliente final (SANTOS, 1999 apud VENTURINI, 2015).

Cabe salientar que o princípio da eliminação de atividades de fluxo não deve ser levado ao extremo. Existem diversas atividades as quais não agregam valor ao cliente final de forma direta, mas que são essenciais à eficiência global dos processos, como, por exemplo, controle dimensional, treinamento da mão de obra, instalação de dispositivos de segurança (VENTURINI, 2015 apud FORMOSO, 2000).

- ***Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente***

Segundo Koskela (1992), o valor não é uma qualidade inerente ao processo de conversão, mas é gerado como consequência do atendimento aos requisitos do cliente. O cliente pode ser o consumidor final ou a próxima atividade no processo de produção. A

aproximação prática a este princípio passa por sistematizar a projeção para os fluxos, onde o cliente é definido para cada estágio e suas necessidades analisadas.

- ***Reduzir a variabilidade***

Segundo Isatto et al. (2000), existem diversos tipos de variabilidade, relacionados com o processo de produção, como por exemplo, a variação dimensional dos materiais entregues, a variabilidade existente na própria execução de um determinado processo e a variabilidade da demanda, que está relacionada aos desejos e às necessidades dos clientes de um processo. Os mesmos autores sugerem a aplicação deste princípio, através de procedimentos padronizados de execução de processos, reduzindo o surgimento de problemas e eliminando incidências de retrabalho.

Para Bernardes (2003) existem várias razões para se reduzir a variabilidade no processo produtivo. Inicialmente, do ponto de vista do cliente, um produto uniforme é mais bem aceito. No que tange aos prazos de produção, a variabilidade tende a aumentar o tempo de ciclo, bem como o percentual de atividades que não agregam valor.

- ***Reduzir o tempo do ciclo de produção***

A redução do tempo de ciclo é um princípio que tem origem na filosofia Just in Time. O tempo de ciclo pode ser definido como a soma de todos os tempos (transporte, espera, processamento e inspeção) para produzir um determinado produto. A aplicação deste princípio está fortemente relacionada à necessidade de comprimir o tempo disponível como mecanismo de forçar a eliminação das atividades de fluxo (ISATO et al., 2000 apud ANTUNES, 2008).

A gestão de processos torna-se mais simples com uma entrega mais rápida ao cliente, o efeito de aprendizagem tende a crescer, a estimativa de futuras demandas é mais precisa e a vulnerabilidade do sistema de produção com relação às mudanças de demanda diminui.

- ***Simplificar através da redução do número de passos ou partes***

Este princípio é frequentemente utilizado no desenvolvimento de sistemas construtivos racionalizados. Quanto maior o número de componentes ou de passos num

função das tarefas auxiliares de preparação e conclusão necessárias para cada passo no processo (por exemplo, montagem de andaimes, limpeza, inspeção final, etc.), e também pelo fato de que, em presença de variabilidade, tende a aumentar a possibilidade de interferências entre as equipes (DELICI, 2009).

- ***Aumentar a flexibilidade na execução do produto***

O aumento de flexibilidade de saída está também vinculado ao conceito de processo como gerador de valor. Refere-se à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar substancialmente os custos dos mesmos. Embora este princípio pareça contraditório com o aumento da eficiência, muitas indústrias têm alcançado flexibilidade mantendo níveis elevados de produtividade (ISATO et al., 2000 apud VENTURINI, 2015).

- ***Aumentar a transparência do processo***

O aumento da transparência de processos tende a tornar os erros mais fáceis de serem identificados no sistema de produção, ao mesmo tempo que aumenta a disponibilidade de informações, necessárias para a execução das tarefas, facilitando o trabalho. Este princípio pode também ser utilizado como um mecanismo para aumentar o envolvimento da mão de obra no desenvolvimento de melhorias (ISATTO et al., 2000 apud ANTUNES, 2008).

Algumas formas de aumentar a transparência no processo são: a remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes; utilização de dispositivos visuais, tais como cartazes, sinalização e demarcação de áreas; emprego de indicadores de desempenho, que tornam visíveis atributos do processo e a aplicação de programas de melhorias da organização e limpeza do canteiro como o 5S (ISATO et al., 2000 apud VENTURINI, 2015).

- ***Focar o controle no processo global***

O controle de todo o processo possibilita a identificação e a correção de possíveis desvios que venham a interferir no prazo de entrega da obra (BERNARDES, 2003).

Para Delci (2009), um grande risco dos esforços de melhorar um subprocesso é sub-

negativo) de desempenho global. Esse princípio pode ser aplicado na medida em que haja mudança de postura, por parte dos envolvidos na produção, no que tange à preocupação sistêmica dos problemas. Nesse caso, a integração entre os diferentes níveis de planejamento (longo, médio e curto prazo) pode facilitar a implantação desse princípio (BERNARDES, 2003).

- ***Introduzir melhoria contínua no processo***

Os esforços para a redução do desperdício e do aumento do valor do produto devem ocorrer de maneira contínua na empresa. O princípio de melhoria contínua pode ser alcançado na medida em que os demais vão sendo cumpridos (KOSKELA, 1992 apud RICHTER, 2014).

O trabalho em equipe e a gestão participativa integram os requisitos fundamentais para a introdução de melhoria contínua no processo. Esse princípio pode ser implementado através do processo de planejamento e controle da produção na medida em que são analisadas as decisões tomadas, para a correção de desvios oriundos da coleta de dados do plano de curto prazo (SILVA, 2010).

- ***Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões***

No processo de produção há diferenças de potencial de melhoria em conversões e fluxos. Em geral, quanto maior a complexidade do processo de produção, maior é o impacto das melhorias e quanto maiores os desperdícios inerentes ao processo de produção, mais proveitosos os benefícios nas melhoras do fluxo, em comparação com as melhorias na conversão (ANTUNES, 2008).

Para a aplicação deste princípio, uma consciência por parte da gerência de produção de que é necessário atuar em ambas as frentes. Primeiramente, eliminar perdas nas atividades de transporte, inspeção e estoque de um determinado processo e, apenas posteriormente, avaliar a possibilidade de introduzir uma inovação tecnológica (ISATTO et al., 2000 apud BERÇANATTI).

- ***Referências de ponta (Benchmarking)***

empresas, tipicamente consideradas líderes, num determinado segmento ou aspectos específicos (ISATTO et al., 2000 apud COSTA et al., 2010).

Os mesmos autores reúnem em linhas gerais, para a aplicação deste princípio: conhecer os processos próprios da empresa; identificar boas práticas em outras empresas parecidas; entender os princípios por trás dessas práticas e adaptar as boas práticas encontradas à realidade da empresa.

Ferramentas do Lean Construction

Assim como compreender a filosofia enxuta é fundamental para sua implementação de forma sistemática, é necessário conhecer as ferramentas que possibilitam sua implementação. A compreensão da real necessidade do sistema enxuto é fundamental para o sucesso de aplicação das ferramentas, pois dificilmente é possível implantar um modelo de produção sem antes compreender seu real propósito (PÁDUA, 2013).

Logo, para mudar a mentalidade produtiva de um sistema de produção, é necessário expor as ferramentas que dão suporte à *Lean Construction*, como o controle da qualidade total (TQC), a produção focalizada (*layout celular*), o kanban, a redução do *lead time*, a manutenção produtiva total (TPM), operadores polivalentes e a padronização das operações, mostrados a seguir (FILHO, 1999 apud PÁDUA, 2013).

- ***Controle da qualidade total***

O controle da qualidade total tem como meta assegurar que o sistema consiga entregar produtos livres de defeitos, por conta própria. Este conceito é aplicado a todas as ações e processos, de modo que cada um deles seja produzido com base em um planejamento que prevê todas as possíveis falhas (GHINATO, 1995 apud PÁDUA, 2013).

- ***Produção focalizada***

A produção focalizada trata-se da ideia de fazer com que um produto ou tipos semelhantes de um produto sejam tratados como uma linha de produção específica, criando assim estratégias de produção específicas para aquele tipo de produto. Isso se viabiliza com a criação de uma nova configuração no *layout* de produção, agregando as tarefas e materiais

1999). Um exemplo disso é a criação de centrais de kits hidráulicos em obras, que agregam os componentes não por tipologia (joelhos, junções, entre outros), mas por apartamento onde devem ser aplicados (PÁDUA, 2013).

A produção focalizada, agora não como princípio, mas como ferramenta, racionaliza os recursos de produção. A manufatura de um produto só deve começar quando for requisitada pelo cliente, sendo este o agente propulsor da cadeia produtiva. Para ser efetiva e eficaz, deve ser feito o nivelamento da produção, ou seja, ao invés de produzir elevadas quantidades de um único tipo de produto, serão produzidos pequenos lotes de produtos variados, atendendo às variações de demanda através da flexibilidade de fabricação, e não dos estoques elevados (FILHO, 1999 apud PÁDUA, 2013).

- ***Kanban***

O kanban é o documento que operacionaliza o sistema de produção focalizada. O kanban, em sua forma mais simples, é um cartão que contém informações básicas transporte de materiais de uma etapa da produção para outra. Esse cartão serve para avisar seu fornecedor que mais material deve ser enviado. A forma mais frequente utilizada é um pedaço de papel contendo três tipos de informações básicas: informação de coleta, informação de transferência e informação de produção. Dessa forma, a produção é autorizada somente com a apresentação do respectivo kanban (PÁDUA, 2013).

- ***Redução dos tempos de ciclo***

A redução dos tempos de ciclo (*Lead Time*) está relacionada fortemente à eliminação das perdas, que estão nas etapas de movimentação, espera e inspeção. A implantação de melhorias nos processos de inspeção, como sistemas de rotinas de inspeções programadas, aliadas a treinamentos de equipes, diminuem as perdas por processamento e perdas por produtos defeituosos. As perdas por transporte, estoque e espera são minimizadas com uma readequação do *layout* de trabalho, otimizando os processos de movimentação e estocagem. Esses são exemplos de como reduzir os tempos de ciclo (SHINGO, 1996 apud PÁDUA, 2013).

- ***Manutenções produtivas totais***

Manutenções produtivas totais têm o objetivo de garantir que as máquinas que possuem papel importante na linha de fabricação dos produtos não falhem e prejudique essa linha de fabricação e os produtos gerados pela mesma. A manutenção produtiva total se instala com a implantação das manutenções preditivas, que são programadas, e têm o objetivo de evitar interrupções de emergência e colocar as máquinas em condições satisfatórias de funcionamento. Isso evita geração de produtos defeituosos e atrasos na produção (FILHO, 1999 apud PÁDUA, 2013).

- ***Padronização das operações***

A padronização das operações é uma ferramenta fundamental, que possibilitará ao operário executar e gerenciar os fatores que mais influenciam sua produção, de modo a dominá-las, gerando um ambiente produtivo ideal para o desenvolvimento da polivalência dos operadores. A padronização permite que vários operadores executem a mesma tarefa, gerando resultados relativamente estáveis. Para isso, os operadores precisam conhecer o que fazem, além dos motivos de executarem daquela maneira, quando, onde e como executar suas tarefas. Treinamentos são necessários, assim como a elaboração e implantação de padrões de execução de serviço (PÁDUA, 2013).

- ***Operadores polivalentes***

Os operadores polivalentes, neste cenário, são os instrumentos que geram a padronização dos serviços. São operadores que além de executarem suas atividades produtivas, também criam novas formas de executar os serviços, realizam certos ajustes que a máquina não consegue executar, assim como controlam a qualidade dos serviços e limpeza dos ambientes de trabalho. São operários que possuem certo nível de flexibilidade que permite a padronização e continuidade dos serviços sejam regulares (SHINGO, 1996 apud PÁDUA, 2013).

METODOLOGIA

Local de estudo

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

O estudo foi realizado no município paraibano de Araruna (Figura 1), que está inserido

na microrregião do Curimataú Oriental e possui cerca de 20.215 habitantes, segundo estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esse município caracteriza-se por polarizar os outros municípios da microrregião, principalmente após a chegada do Campus VIII da Universidade Estadual da Paraíba, que proporcionou um relativo crescimento no ramo da construção civil, que é justificado pelo aumento de procura de moradia provinda dos estudantes e trabalhadores da referida instituição.

Figura 1 – Localização do município Araruna



Fonte: Raphael Lorenzeto de Abreu (2018)

Ações programáticas

A metodologia do artigo foi baseada em uma pesquisa de natureza quali-quantitativa. Sua execução iniciou-se a partir da prospecção de cinco obras de pequeno porte, mais especificamente residenciais, no município de Araruna – PB, que estavam em execução ou a serem iniciadas. Em seguida, houve a apresentação do sistema Lean Construction aos construtores, a partir da exposição de dados estatísticos e das ferramentas que fazem parte dessa filosofia.

Após essa exposição inicial ao modelo de Construção Enxuta, visitas aos canteiros de obra foram realizadas para diagnósticos e posterior produção de um plano de ações para implantação do sistema Lean Construction através de suas ferramentas. Além disso, foram realizadas medições da produtividade dos colaboradores durante uma semana.

Então, a aplicação dessas ferramentas foi efetuada. Após a aplicação, foram realizadas novamente medições de produtividade para verificação dos efeitos causados pelo Lean Construction. Ademais, foi realizada a pesquisa qualitativa, onde os construtores puderam demonstrar o que acharam das ferramentas.

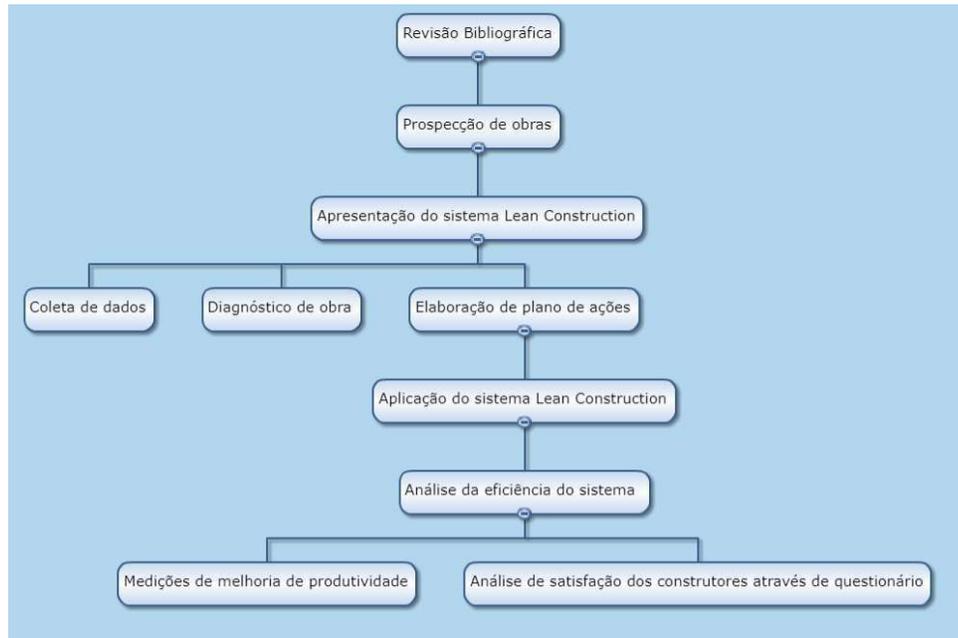
Instrumentos e técnicas de coletas de dados

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

Figura 2 – Fluxograma de atividades



Fonte: Próprio autor (2018)

- Revisão bibliográfica;
- Prospecção de obras de pequeno porte no município de Araruna – PB que estejam em processo de execução ou a serem iniciadas;
- Apresentação do sistema Lean Construction aos responsáveis pelas obras prospectadas;
- Visita aos canteiros de obras para coleta de dados, diagnóstico de obra e elaboração de plano de ações para implantação do sistema;
- Aplicação e análise do sistema Lean Construction nas obras selecionadas;
- Medições de melhorias nas obras através da comparação da produtividade de colaboradores antes e após aplicação do sistema;
- Aplicação de questionário, em escala Likert, aos colaboradores da obra para verificação da eficácia do sistema;
- Processamento e avaliação dos dados obtidos durante aplicação do sistema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das visitas realizadas às obras (Figura 3), foi possível realizar diagnósticos

que levaram à criação de um plano de ações para aplicação do Lean Construction nas respectivas obras, considerando as particularidades de cada uma para implementação adequada das ferramentas que se encaixassem melhor em cada situação.

Figura 3 – Visita aos canteiros de obra



Fonte: Próprio autor (2018)

Um dos principais problemas encontrados nas obras em estudo foi a falta de planejamento a médio e longo prazo. Por se tratarem de construções particulares e de pequeno porte, o andamento das construções era comprometido pela falta de recursos financeiros dos próprios construtores. Além disso, a maioria das obras não contava com supervisão técnica, fazendo com que a aplicação do sistema fosse realizada pelos próprios construtores em conjunto com o autor.

Houve ainda, uma certa relutância na utilização das ferramentas por parte dos construtores e colaboradores, que é justificada pela falta de conhecimento técnico e pelo fato do pensamento Lean ainda ser uma inovação pouco utilizada no sistema de gerenciamento da construção no município e região em que o estudo foi realizado.

Além da falta de planejamento das equipes, havia uma falta de planejamento do fornecimento de materiais para a obra. O levantamento da quantidade de materiais necessários para a realização das etapas das obras também não foi realizado. Essa falta de planejamento acaba por provocar atrasos que causam prejuízos financeiros significativos aos construtores.

Com relação a logística das obras, foi realizado um estudo do layout dos canteiros de obra para identificação de problemas e identificação das ferramentas adequadas para cada obra estudada. Para melhorar a produtividade das obras, propôs-se a reorganização do layout

observado durante a etapa de diagnóstico e por conseguinte reduzir o tempo de ciclo.

A principal preocupação na readequação do canteiro de obra foi aproximar os materiais dos locais onde eles seriam utilizados. Uma das obras, por exemplo, estava em fase de concretagem de pilares e vigas, então foi realizada a aproximação dos materiais à betoneira (Figura 4), que é o equipamento utilizado para fabricação do concreto in loco.

Figura 4 – Readequação do canteiro de obra



Fonte: Próprio autor (2018)

Propôs-se também a implementação da produção focalizada, que procura focalizar a mão-de-obra da construção em atividades semelhantes. A implementação dessa ferramenta foi impossibilitada pela quantidade de colaboradores das obras estudadas, pois a quantidade média de colaboradores das cinco obras analisadas foi de 3 trabalhadores, o que acaba por impossibilitar frentes múltiplas de trabalho.

O Kanban utilizado para aplicação foi o Kanban de Produção, que é responsável por autorizar a produção da quantidade de um certo item ou a reposição desse tipo de item. Essa aplicação buscou melhorar a programação do fornecimento de materiais nessas obras, que não estava de acordo com a necessidade das obras em momentos cruciais. Dessa forma, em muitos momentos, os colaboradores tinham momentos ociosos, prejudicando assim a sua produtividade e o andamento da obra.

Foram realizadas capacitações que buscaram padronizar a produção dos funcionários, em busca de uma linearidade na produção. Além disso, foi demonstrada durante as capacitações a importância da realização de manutenções preditivas para se evitar atrasos na obra causados pelo mau funcionamento de equipamentos.

Após a implementação do sistema, foi executada a aplicação de um formulário, em escala Likert, para avaliação das principais áreas que o pensamento Lean procura atingir.

No formulário foram expostas as ferramentas aplicadas nas construções, para sua análise

qualitativa em cada obra. Cada construtor pôde avaliar a eficiência de cada ferramenta aplicada numa escala de 1 a 5, onde quanto mais alto o número, maior a satisfação do construtor com a ferramenta. Além disso, também foram analisados na escala de 1 a 5 o fluxo de materiais e a produtividade nas obras, onde os níveis demonstram o nível de concordância do construtor com as afirmações de melhoramento no fluxo de materiais e o aumento da produtividade. Esses dados estão expostos no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Análise qualitativa da implementação do Lean Construction

	Readequação do canteiro de obra	Kanban	Manutenções preditivas	Aumento na produtividade	Melhoramento do fluxo de materiais
Obra 1	5	4	4	5	3
Obra 2	5	5	5	5	4
Obra 3	5	5	5	5	5
Obra 4	5	4	4	3	4
Obra 5	4	5	3	3	5

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Podemos observar através das respostas que os construtores locais se interessaram bastante pelas ferramentas apresentadas e implantadas em suas obras, apesar da relutância inicial. Essa satisfação caracteriza quão positivas são essas mudanças adotadas para o desenvolvimento das obras.

Ademais, foi realizada uma análise quantitativa de produtividade nas obras estudadas. Foram realizadas medições antes e após aplicação do modelo, como demonstrado nos quadros 2 e 3. A quantidade de colaboradores em cada obra era diferente, sendo também um fator de influência na produtividade.

Quadro 2 – Produtividade antes da implementação do Lean Construction

	Etapa da obra	Número de colaboradores	Produção (Semana 1)
Obra 1	Estrutural	3	Preparação de armaduras e concretagem de 3 vigas
Obra 2	Acabamento	4	50m ² de reboco
Obra 3	Alvenaria/terraplanagem	3	70% da terraplanagem, 10m ² de alvenaria
Obra 4	Acabamentos	3	Instalações hidrosanitárias, assentamento de cerâmicas da cozinha

Obra 5	Alvenaria	2	30m ² de alvenaria
--------	-----------	---	-------------------------------

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Quadro 3 – Produtividade após a implementação do Lean Construction

	Etapa da obra	Número de colaboradores	Produção (Semana 1)
Obra 1	Estrutural	3	Preparação de armaduras e concretagem de 3 vigas
Obra 2	Acabamento	4	50m ² de reboco, instalações elétricas
Obra 3	Alvenaria/terraplanagem	3	30% da terraplanagem, 25m ² de alvenaria
Obra 4	Acabamentos	3	Instalações elétricas, assentamento de cerâmicas do resto da construção
Obra 5	Alvenaria	2	35m ² de alvenaria

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

As obras analisadas, como exposto nos quadros acima, estavam em etapas diferentes durante a análise, o que acabou dificultando a linearidade dos resultados. Porém, ainda assim foi observado que a aplicação das ferramentas trouxe ganhos de produtividade nas obras. Um melhor fluxo de materiais e a reorganização do canteiro de obra proporcionaram benefícios que podem trazer grandes vantagens a médio e longo prazo.

Esses resultados demonstram que o cenário de pequenas obras do município de Araruna comporta a implementação do sistema de Construção Enxuta, porém adaptações devem ser feitas para uma melhor adequação do segmento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho possibilitou a observação da necessidade da implementação de ferramentas da gestão no setor da construção civil no município de Araruna - PB. A utilização dos recursos apresentados garantiram melhorias evidentes, por meio da implantação dos conceitos e métodos da Construção Enxuta nas obras estudadas.

Essas melhorias podem ser observadas através do aumento na produção dos colaboradores das obras, verificado a partir das medições realizadas antes e após a aplicação das ferramentas do sistema Lean. Além disso, a aplicação do formulário evidenciou a

satisfação dos construtores com a eficácia das ferramentas e o aumento da produtividade nas obras.

Também foi evidenciado a importância de um processo de planejamento e controle da produção dentro da obra, para que dessa forma os prazos estabelecidos possam ser cumpridos, além de garantir a qualidade do produto final e que os custos da obra não ultrapassem os valores definidos previamente.

Muitos problemas como perdas com transporte, ociosidade de funcionários pelo fluxo de materiais ineficiente, movimentações desnecessárias causadas pela desorganização do canteiro de obra, entre outras, acabam sendo atividades que não agregam nenhum valor ao produto final, prejudicando o andamento das obras.

Um bom planejamento de obra poderá minimizar as perdas. O controle da obra e seu planejamento são de extrema importância para uma implementação eficaz das ferramentas Lean. Observa-se que a obra poderia ter sido mais produtiva desde o início se treinamentos tivessem sido realizados antes.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, A. C. **Introdução dos princípios da produção enxuta no processo de produção em uma construtora em Recife – PE. Estudo de caso de um edifício em construção de múltiplos pavimentos.** UNINTER. 2008.

AZEVEDO, M. J., NETO, J. P. B., NUNES, F. R. M. **Análise dos aspectos estratégicos da implantação da Lean Construction em duas empresas de construção civil de Fortaleza – CE.** Simpoi. 2010.

BERÇANETTI, V. C. **Contextualização dos 11 princípios da filosofia Lean Construction nas atividades de fechamentos em alvenaria de um edifício na grande cidade de Maringá – PR.** Maringá: Universidade Estadual de Maringá. 2014.

COSTA, G. S., AZEVEDO, M. J., RÔLA, E. S., NETO, J. P. B. **Estudo sobre a existência de relação entre os princípios da Construção Enxuta e os critérios competitivos da produção.** Canela, Rio Grande do Sul. 2010. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/384.pdf>. Acesso em: 10 out. 2018.

DELICI, E. H. **Análise da implantação dos princípios da Lean Construction no processo de produção de uma obra específica.** São Paulo. 2009.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction e a Construção Enxuta.** AEA, Educação Continuada, Seção Gestão, jun. 2015. Disponível em:

<https://www.aea.com.br/blog/leanconstruction-e-a-construcao-enxuta/>. Acesso em: 29 out. 2017.

FORMOSO, C. T. **Lean Construcion: princípios básicos e exemplos**. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

GUIMARÃES, T. P. C., ESQUERDO, V. L. **Planejamento e Controle e a Teoria Lean Construcion na Construção Civil**. Techoje, São Paulo, 2013. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1484. Acesso em: 29 out. 2018.

HIROTA, E. H., FORMOSO, C. T. **O processo de aprendizagem na transparência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção**. UFRGS. 2000.

ISATTO, E.L. et al. **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o 88 controle de perdas na Construção Civil**. Porto Alegre, SEBRAE/RS. 2000.

JUNQUEIRA, L. E. L. **Aplicação da Lean Construcion para redução dos custos de produção da casa 1.0**. São Paulo: Fundação Vonzalini, 2006.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, EUA, CIFE, 1992.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2010.

MOURA, A., SÁ, M. V. V. A. **Influência da racionalização e industrialização na construção sustentável**. Revista tecnologia e informação. 2013.

PÁDUA, R. C. **Implementação de Práticas de Lean Construcion em um Obra Residencial em Goiânia – Estudo de Caso**. Goiânia: UFG, 2013. 27 p.

RICHTER, V. **Diagnóstico da aplicação dos princípios da Construção Enxuta em empresas Construtoras**. Pato Branco: UTFPR. 2014.

SILVA, A. T. S. P. **Maturidade do processo de planejamento e controle da produção baseada nos princípios da Construção Enxuta: Caso de uma empresa construtora capixaba**. Vitória. 2010.

VENTURINI, J. S. **Propostas de ações baseadas nos 11 princípios lean construction para implantação de um canteiro de obras em Santa Maria – RS**. Santa Maria. 2015.

ASPECTOS DA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE-PB

Andressa Barbosa de Farias Leandro¹

RESUMO

O presente trabalho problematiza a educação não formal na cidade de Campina Grande-PB entre as décadas de 1980-1990, por meio dos Grupos de Escoteiros General Sampaio, Santos Dumont e Baturité. Para responder as indagações as quais se propõe, o presente artigo se ancora nas fontes imagéticas e impressas, tais como fotografias, cartas de fundações, livros de atas, registros de membros escoteiros, Leis, relatórios da União dos Escoteiros do Brasil (UEB) e reportagens de jornais, publicadas no Diário da Borborema e Jornal da Paraíba. O trabalho balizado pela articulação entre as fontes impressas, imagéticas e análise da bibliografia sobre o escotismo e a educação não formal, produzidas por Gohn (1998, 2006), Baden-Powell (1986, 2006), Nascimento (2008) e Blower (1994); constatou que os Grupos de Escoteiros na cidade de Campina Grande se constituíam em espaços de educação não formal, que intencionavam educar crianças e jovens por meio do método escoteiro, idealizado pelo inglês Baden-Powell, no início do século XX.

Palavras-chave: Educação não formal, Campina Grande, Grupos de Escoteiros.

INTRODUÇÃO

Os Grupos de Escoteiros de Campina Grande se inserem na modalidade da educação não formal, visto que são espaços de formação de saber que visam à complementação da educação de crianças e jovens. Mas o que significa o conceito educação não formal? Como ocorre o processo de aprendizagem no método de educação não formal do Movimento Escoteiro²?

Um dos fenômenos mais significativos do processo social contemporâneo é a ampliação no conceito de educação e a diversificação nas atividades pedagógicas (LIBANÊO, 2001). A educação não se restringe à educação escolar, ela é apenas uma das modalidades de educação, pois não há um único modelo de educação, nem uma forma única de educar (BRANDÃO, 2001). A educação ocorre de diversos modos e em diversos espaços. Existem inúmeros agentes educativos que colaboram para o desenvolvimento pleno do sujeito. Segundo a UEB (2005, p. 11), a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) sugere três tipos distintos de modalidades educativas que colaboram para o desenvolvimento pleno do sujeito:

¹ Doutora em Educação pela Universidade Federal da Paraíba. andressa-leandro@hotmail.com

² O escotismo foi idealizado, no início do século XX, precisamente no ano de 1907, pelo general inglês Robert Baden-Powell. Inicialmente gestado para complementar a educação de jovens ingleses, o escotismo logo se

(83) 3322.3222 propagou para outros países.

Educação formal é todo o sistema educacional hierárquico e cronologicamente estruturado, que se estende desde o ensino fundamental até o ensino superior. Educação informal é todo o processo pelo qual cada pessoa adquire atitudes, valores, habilidades e conhecimentos por meio da experiência diária, da família, dos amigos, dos grupos, pares, dos meios de comunicação e de outras tantas influências e fatores do ambiente. Educação não formal é a atividade organizada, fora do sistema formal estabelecido, que está destinada a servir a uma determinada clientela de aprendizagem, com objetivos educativos identificados. (UEB, 2005, p.11).

Para a UNESCO, a aprendizagem se estende a diversos momentos da vida, não podendo ficar reduzida apenas a uma forma educativa. A terminologia formal/ informal e não formal surgiu, na década de 1960, em um momento de “crise da educação”. Nesse contexto, era reivindicada uma educação permanente, capaz de abranger todas as faixas etárias e todos os aspectos sociais da vida do indivíduo ou mesmo da coletividade (FÁVERO, 2007).

A Conferência Internacional sobre Educação realizada na Virgínia, nos Estados Unidos, no ano de 1967, apontou para a necessidade de meios educativos alternativos que não fossem tão somente os escolares, contribuindo assim para que a educação fora das instituições regulares de ensino fosse oficializada. A modalidade de educação não formal já era praticada no Brasil, embora fosse designada através de outros nomes como, educação alternativa, educação complementar, jornada ampliada e educação extraescolar, contudo não se inseria dentro de um campo específico do contexto educacional e sim, em diferentes áreas comprometidas com as questões sociais (LIMA; DIAS, 2008). Um exemplo disso é o Movimento Escoteiro, que antes da denominação educação não formal, era designado como um Movimento de educação extraescolar, comprometido com as questões sociais:

O não formal tem sido uma categoria utilizada com bastante frequência na área da educação para situar atividades e experiências, distintas das atividades e experiências que ocorrem nas escolas, por sua vez classificadas como *formais* e muitas vezes a elas referidas. Na verdade, desde há muito tempo classificava-se como extraescolares atividades que ocorriam à margem das escolas, mas que reforçavam a aprendizagem escolar, nas bibliotecas, no cinema, no esporte, na arte (FÁVERO, 2007, p.614, Grifos do autor).

É evidente que a denominação educação não formal passou a ser utilizada para designar todas as atividades de cunho educativo que ocorriam fora dos espaços de educação formal, substituindo o termo extraescolar. Desde a sua criação, o escotismo era descrito como um Movimento de educação extraescolar, na prática, o que ocorreu foi somente a substituição do termo, que passou a ser designado de educação não formal, contudo o seu sentido permaneceu

o mesmo.

Até a década de 1980, a educação não formal era um campo pouco valorizado no Brasil, tanto para os educadores como para as políticas públicas, haja vista que o alvo das atenções era as instituições de ensino. Mas, a partir da década de 1990, em decorrência, de mudanças na economia, na sociedade e no mundo do trabalho, “passou-se a valorizar os processos de aprendizagem em grupos e a dar-se grande importância aos valores culturais que articulam as ações dos indivíduos” (GOHN, 1998, p. 512), ampliando assim a necessidade de ultrapassar os conteúdos programáticos curriculares, desenvolvidos pela educação formal.

A educação não formal é um processo que abrange várias dimensões, como a aprendizagem política dos direitos dos indivíduos, a capacitação para o trabalho através da aprendizagem de habilidades ou do desenvolvimento das potencialidades dentre outros, contudo seja qual for à dimensão, a educação não formal “atua sobre os aspectos subjetivos do grupo; trabalha e forma a cultura política de um grupo” (GOHN, 2006, p. 30), contribuindo para a construção de uma identidade coletiva.

Quando o escotismo foi idealizado, no século passado, a terminologia “educação não formal”, ainda não tinha sido elaborada. A própria educação estava passando por um processo de profunda e radical transformação, ou como afirma Cambi (1999, p. 513) ocorria uma “revolução copernicana” na educação. As escolas, antes caracterizadas pelo seu aspecto exclusivamente elitista, estavam abertas às massas, nutrindo-se de forte ideal libertário, afirmando-se como instituição chave da sociedade democrática.

Nesse cenário de mudanças, foram postas em práticas as experiências educativas da “Escola Nova”, baseadas no primado do “fazer”, respaldadas, nas descobertas da psicologia que afirmava as diferenças entre a psique infantil e adulta e no movimento de emancipação de amplas massas populares, nas sociedades ocidentais, que reivindicavam participação ativa na vida social e política.

Desse modo, o programa educativo escoteiro se constituía em um complemento para a educação formal da época, ou seja, o escotismo surge como uma solução para educar os jovens fora do estabelecimento escolar, sem a pretensão de substituir a escola. Em meio à efervescência dos debates e das experiências da renovação pedagógica, Baden-Powell idealizou um Movimento infanto-juvenil que associava educação ao ar livre, fundamentado na autoeducação, no desenvolvimento físico, moral e intelectual. Defensor da autoeducação, Baden-Powell argumentava que ao sair da escola, os jovens ainda não estariam preparados para a vida adulta (NASCIMENTO, 2008).

expandiu, ele se caracterizou como um Movimento destinado à complementação da educação formal. No Brasil, apesar de ter sido implantado no ano de 1910, o escotismo só foi oficializado como uma instituição de educação extraescolar em 24 de janeiro de 1946, pelo Decreto-Lei nº 8.828:

Art. 1º- Fica reconhecida a União dos Escoteiros do Brasil no seu caráter de instituição destinada a educação extraescolar, como órgão máximo do escotismo brasileiro.

Art. 2º- A União dos Escoteiros do Brasil manterá a sua organização própria com direito exclusivo ao porte e uso dos uniformes, emblemas, distintivos, insígnias e terminologia adotados nos seus regimentos e necessários à metodologia escoteira.

Art. 3º- A União dos Escoteiros do Brasil realizará, mediante acordo, suas finalidades em cooperação com o Ministério da Educação e Saúde.

Art. 4º- A União dos Escoteiros do Brasil será anualmente concedida no orçamento geral da República, a subvenção necessária para a satisfação de seus fins (THOMÉ, 2006, p. 172-173).

Em terras brasileiras, o escotismo foi reconhecido como uma instituição destinada a complementar a educação das crianças e jovens, com direito ao uso de uniformes e à cooperação do Ministério da Educação e da Saúde. Sabemos que o processo de implantação do Escotismo nas cidades brasileiras não ocorreu de forma idêntica, mesmo porque não se deu em uma mesma temporalidade e em um mesmo contexto, ademais, o escotismo se adequou às peculiaridades e necessidades de cada local. O presente trabalho tem por objetivo problematizar a educação não formal desenvolvida pelos grupos de escoteiros da cidade de Campina Grande-PB, entre as décadas de 1980-1990.

METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo proposto, o presente artigo se ancora nas fontes imagéticas e impressas, tais como fotografias, cartas de fundações, livros de atas, registros de membros escoteiros, Leis, relatórios da União dos Escoteiros do Brasil (UEB) e reportagens de jornais, publicadas no Diário da Borborema e Jornal da Paraíba.

É importante ressaltar que o jornal é portador de um discurso, portanto, não pode ser analisado como algo que é isento de intencionalidades, por isso, em nossa análise, tivemos o cuidado de “relacionar texto e contexto: buscar os nexos entre as ideias contidas nos discursos, as formas pelas quais elas se exprimem e o conjunto de determinações extratextuais que presidem a produção, a circulação e o consumo dos discursos” (CARDOSO; VAINFAS, 1997, p. 378). Já a fotografia é um produto social e, em o sendo tal, ela é resultado de escolhas de

seus produtores e demais agentes que influenciaram em sua produção. Para Kossoy (2002), a fotografia é um artefato cultural, no qual foram registrados do tempo, acontecimentos sociais de diversas naturezas, ou seja, é um fragmento da realidade passada, que carrega em si marcas de um grupo social em um determinado espaço e temporalidade da história. Embora o registro fotográfico carregue em si a pretensão de ser um registro “fiel” dos fatos, ele não corresponde à realidade histórica, mas sim, a um indício, um vestígio da materialidade passada.

As fontes imagéticas e impressas se articulam a análise da bibliografia sobre o escotismo e a educação não formal, produzidas por Gohn (1998, 2006), Baden-Powell (1986, 2006), Nascimento (2008) e Blower (1994).

A emergência dos Grupos de Escoteiros campinenses

A emergência dos Grupos de Escoteiros na cidade de Campina Grande-PB, nos anos 1979-1980, ocorre em um contexto marcado pela recessão econômica, gerada, sobretudo, pela perda dos incentivos da SUDENE³, responsável pela instalação de indústrias multinacionais e do Centro-Sul para o Distrito Industrial da cidade:

A década de 80 chega com o fim dos incentivos fiscais da SUDENE, muitas indústrias fecham as portas. Dá-se a diáspora do parque industrial, a transferência de capitais e empresas e um processo geral de desinvestimento com repercussões negativas no setor comercial e de serviços da cidade. As transformações nas relações de trabalho no campo, aliada a uma série de fatores conjunturais como a seca, fazem engrossar a corrente migratória para Campina Grande, que vai sendo absorvida precariamente, dentro de um quadro geral de desaquecimento da economia e aumento do desemprego, crescimento horizontal da cidade e favelização (LIMA, 2008, p. 193).

Nesse período, a economia local mostrou-se incapaz de gerar empregos em quantidade e com nível de remuneração satisfatório para absorver adequadamente a mão de obra oriunda da zona rural, ocasionando assim, altas taxas de desemprego e um grande número de pessoas ocupadas em atividades eventuais de baixa remuneração (BRASIL, 1981). Essa situação econômica provavelmente contribuiu para “empurrar” para a periferia da cidade a população menos favorecida. Em seu estudo sobre a atuação do grupo de extermínio “Mão Branca” na cidade de Campina Grande, na década de 1980, Silva (2010) explicita que cerca de 1.460

³ A SUDENE, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, foi criada em 1959, com a finalidade de integrar a economia do Nordeste à economia nacional e redimensionar a divisão do trabalho. A cidade de Campina Grande integrou o projeto da SUDENE, entre 1960 a 1970, o número de indústrias e mão de obra no município aumentou quase 50%, com desdobramentos significativos no setor comercial e de serviços. (LIMA, 2008, p. 193).

famílias campinenses (equivalente a 2,7% da população) não possuíam nenhuma fonte de rendimento, ou seja, parte da população vivia em uma situação de extrema pobreza. Ainda de acordo com a autora, é nesse contexto que se observa um aumento da violência urbana e o surgimento de grupos de extermínios na cidade.

É nesse cenário de crise econômica e social que o discurso do Movimento Escoteiro começa a ganhar visibilidade na cidade. Como um discurso fundamentado na disciplina, moral e nos valores cívicos, que se propunha a complementar a educação de crianças e jovens, para torná-lo um cidadão ativo e útil para a sociedade não iria interessar as autoridades políticas locais? Nesse momento, o Movimento Escoteiro se apresenta como uma alternativa para afastar a população infanto-juvenil das ruas e ainda inculcar os valores morais, mantendo-as longe da violência urbana.

Essa crise econômica era reflexo de um contexto muito mais amplo. No início da década de 1980, o Brasil, governado pelo general João Figueiredo, vivia o processo de abertura política, iniciado pelo governo Ernesto Geisel no final da década de 1970. O quadro econômico brasileiro era de dívida externa e desvalorização salarial, consequência direta do “Milagre Econômico” (1968-1973), que em um primeiro momento gera um relevante crescimento da economia, modernização da indústria e oferta de empregos, contudo os custos desse crescimento econômico provocaram uma dependência externa, ocasionando assim uma retração econômica. A Ditadura Militar, que vigorou no país entre os anos de 1964-1985, trouxe consequências diretas para a educação, que passou a preparar o indivíduo para a modernização do Estado, buscando cumprir o ideal de desenvolvimento da nação e apelo cívico (MARCELINO, 2009). Era preciso adequar a população à nova ordem vigente, inculcando-lhe por meio de mecanismos pedagógicos, sentimentos patrióticos e obediência às Leis. Nesse sentido, o discurso escoteiro, caracterizado pela disciplina, obediência e amor a Pátria comungava com os ideais cívicos, morais e religiosos pretendidos naquele momento.

É nesse cenário de propagação do discurso nacionalista e recessão econômica que ocorre a fundação do Grupo de Escoteiros General Sampaio, na cidade de Campina Grande-PB. Exercendo suas atividades aos sábados à tarde no quartel da 5ª Companhia de Infantaria e participando ativamente de ações sociais promovidas na cidade, o referido Grupo passa a interagir com a sociedade, despertando o interesse de outras crianças e jovens.

A rápida aceitação do Movimento Escoteiro pode ser justificada pelo alto índice de crianças e adolescente na faixa etária que compreende entre os sete aos quatorze anos. De acordo com o Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 1980, a população da cidade de Campina Grande era de 247.964 habitantes, sendo que

26,7% dessa população era constituída de crianças nas idades dos 7 aos 14 anos, um número bastante significativo, se comparado com os números das outras faixas etárias, conforme observamos no quadro a seguir:

Tabela 1- Distribuição da população, segundo a composição etária (1980)

GRUPOS ETÁRIOS	POPULAÇÃO	%
0-3	36.922	14,8
4-6	18.250	7,14
7-14	66.082	26,7
15-18	24.300	9,8
19-24	24.846	10,0
25-29	14.902	6,0
30-39	22.590	9,1
40-59	29.012	11,7
60 e mais	11.060	4,5
TOTAL	247.964	100,0

Fonte: Relatório anual da Educação Municipal de Campina Grande, 1981, p. 7

Cabe ressaltar que no início década de 1980, as atividades cívicas estavam entre as metas a serem alcançados pela Secretária de Educação do Município, assim também como o estímulo às práticas da educação física e desporto, elementos presentes no projeto educativo escoteiro. A ênfase da Secretaria da Educação do Município em estimular nos estudantes, a prática de exercícios físicos e a valorização dos símbolos cívicos é justificada pelo contexto em que o Brasil se encontrava, pois como já foi citado, nesse período o país ainda estava sob os ditames do regime militar e sendo assim era necessário que as crianças desde a mais tenra idade fossem condicionadas ao sentimento cívico.

Destarte, o escotismo foi ganhando visibilidade em Campina Grande⁴ e no final do ano de 1984, o Movimento Escoteiro começou a se expandir na cidade, com a fundação do Grupo de Escoteiros do Ar⁵ Santos Dumont, fundado em 22 de dezembro de 1984, por Justino Bezerra,

⁴ Foram fundados dois Grupos de Escoteiros na cidade de Campina Grande que funcionaram por um curto intervalo de tempo, provavelmente, entre os anos de 1981 e 1983, não podemos precisar o tempo: o Grupo de Escoteiros do Mar Almirante Saldanha e o Grupo de Escoteiros Tiradentes. Entretanto as fontes são escassas. Elas poderiam informar sobre as fundações e tempo de funcionamento desses Grupos. Tomamos conhecimento da existência desses Grupos, através de algumas referências encontradas no arquivo do Grupo de Escoteiros General Sampaio. Por isso, optamos em não trabalhar com eles.

⁵ O Escotismo se divide em três modalidades: a modalidade básica, que enfatiza as atividades em terra e o ambiente mateiro; modalidade do mar (surgiu em 1909) que dá ênfase às atividades orientadas para a especialização em marinharia e ambiente náutico, e por fim, a modalidade do ar, onde se prioriza as atividades para especialização em aviação e ambiente aeronáutico. A modalidade do ar se originou, no Brasil, na década de

e em 7 de abril de 1990, é fundado o Grupo de Escoteiros Baturité, por iniciativa de Joilson Barbosa de Brito⁶.

Quando o Grupo de Escoteiros Baturité foi fundado, no início da década de 1990, o Movimento Escoteiro, em Campina Grande, já agregava 213 membros⁷, entre escoteiros e membros voluntários⁸, distribuídos nos Grupos General Sampaio e Santos Dumont. É importante ressaltar que o Grupo de Escoteiros Baturité foi fundado com apenas 11 membros: seis seniores e cinco escoteiros (CAMPINA GRANDE GANHA O TERCEIRO GRUPO DE ESCOTEIROS, 1990, p.5).

Figura 1: O Grupo de Escoteiros Baturité na solenidade de inauguração



Fonte: Campina Grande ganha o terceiro Grupo de Escoteiros, 1990, p.5.

Mas, apesar do Grupo de Escoteiros Baturité ter sido fundado com um número reduzido de membros, observa-se em um curto intervalo de tempo um aumento nesse número. Segundo os arquivos da Região Escoteira da Paraíba, no ano de 1991, o Grupo já congregava 58 membros, dentre eles, algumas meninas. Provavelmente, a demanda pelos Grupos de Escoteiros

1930 por iniciativa de integrantes da aeronáutica e se consolidou entre as décadas de 1960-1980 com o Curso de Adestramento do Ar (CATAR) para adestrar os escoteiros e chefes (NASCIMENTO, 2008, p. 68). Tal fato demonstra a influência dos militares no Escotismo brasileiro. Fica a critério dos Grupos de Escoteiros a escolha pela modalidade a ser seguida. O GE General Sampaio e o GE Baturité são da modalidade básica, já o GE Santos Dumont segue a modalidade do ar.

⁶Registro da União dos Escoteiros do Brasil nº 002/85.

⁷Dados consultados no Relatório anual da União dos Escoteiros do Brasil da região da Paraíba, 1991, p. 7.

⁸Os membros voluntários também são considerados escoteiros, assim como as crianças e jovens, eles também fazem a Promessa escoteira, onde se comprometem a seguir os princípios do Escotismo.

seja explicada pelo fato das crianças e jovens vislumbrarem no Movimento Escoteiro uma forma de lazer e diversão, uma vez que o escotismo oferecia uma forma de educar que se distanciava da educação escolar, fundamentada em um método educativo que priorizava vida em equipe, jogos e brincadeiras ao ar livre.

O Método de Escoteiro

O método escoteiro desenvolvido nos três Grupos de Escoteiros de Campina Grande (General Sampaio, Santos Dumont e Baturité), nas décadas de 1980-1990, funcionava como um sistema, no qual os seus elementos complementavam-se, formando um todo integrado e unificado. Assim, o método era composto pela promessa e Lei escoteira, desenvolvimento pessoal, aprender fazendo, vida em equipe e atividades progressivas:

Figura 2: Elementos que compõem o Método Escoteiro



Fonte: União dos Escoteiros do Brasil, 2005, p. 21

De acordo com a UEB (2005, p. 20), cada elemento é destinado a contribuir para o processo educacional de uma maneira específica e cada elemento complementa o impacto do outro. Todos os elementos são, no entanto, necessários para que o sistema como um todo funcione e devem ser usados de forma que sejam condizentes com o propósito e os princípios

do escotismo.

Ao ingressar no Movimento Escoteiro, a criança ou jovem, são denominados de noviços ou aspirantes⁹ e passa por um período introdutório de três meses para conhecer os princípios do escotismo, onde deve cumprir quatro etapas. Na primeira etapa, denominada de **Fraternidade**, o aspirante aprende sobre a história do escotismo, a fazer a saudação, aprende o Lema, dar o aperto de mão escoteira, conhecendo o seu significado, aprende ainda, os sinais manuais e a estrutura de uma Tropa. Na segunda etapa, denominada de **Segurança**, o jovem aprende as regras de segurança em casa, na rua, na sede, em uma excursão, a fazer nós e amarras¹⁰; também é apresentado aos aspirantes o uniforme, distintivos e ensinado o manejo de faca e canivete, acessórios úteis em acampamentos. Já na etapa **Comunidade** o aspirante deve demonstrar que sabe cantar o hino nacional, hastear e arriar a bandeira nacional, conhecer o significado de economia e por fim, na etapa **Valores**, o aspirante precisa conhecer e interpretar a promessa e a Lei escoteira, assim, como os princípios de sua religião¹¹.

Figura 3-Cerimônia de promessa



Fonte: Arquivo do Grupo de Escoteiros do Ar Santos Dumont

⁹ Atualmente não se usa mais o termo noviço ou aspirante.

¹⁰ Baden-Powell (2006) argumenta que, os escoteiros devem aprender a fazer, nós e amarras, considerados essenciais para a vida no acampamento e também para o dia a dia.

¹¹ Jornal Correio Utyque Mopya-tá, I edição, outubro de 1993, p. 2. (jornal produzido pelo Grupo Baturité).

A promessa simboliza o momento do ingresso do jovem no escotismo. A cerimônia da promessa é realizada diante de todos os membros do Grupo, que se reúnem em um semicírculo, em forma de ferradura, no centro, a aspirante faz a sua promessa, se comprometendo a cumprir a Lei escoteira. Após ser “promessado”, o escoteiro tem que viver de acordo com os artigos da Lei escoteira:

I. O escoteiro tem uma só palavra; sua honra vale mais que a sua própria vida; II. O escoteiro é leal; III. O escoteiro está sempre alerta para ajudar o próximo e pratica diariamente uma boa ação; IV. O escoteiro é amigo de todos e irmão dos demais escoteiros; V. O escoteiro é cortês; VI. O escoteiro é bom para os animais e as plantas; VII. O escoteiro é obediente e disciplinado; VIII. O escoteiro é alegre e sorri nas dificuldades; IX. O escoteiro é econômico e respeita o bem alheio; X. O escoteiro é limpo de corpo e alma (BADEN-POWELL, 2006, p. 24).

Baden-Powell (1986, p. 55), explica que, a Lei Escoteira não foi elaborada sobre uma base negativa, “ela foi imaginada para servir de guia às suas ações, mais do que de repressão às suas faltas. É simplesmente uma declaração do que se espera de um escoteiro.” Mas apesar de não ser proibitiva, a Lei Escoteira é um tipo de código de conduta, que tem a finalidade de regular e normatizar o comportamento dos jovens, isso fica nítido em todos os seus artigos. Não obstante, a palavra Lei já pressupõe algo que deve ser cumprido.

A **vida em equipe** é caracterizada pelo sistema de patrulha, que é considerada o sustentáculo do Movimento Escoteiro, uma vez que, ela se fundamenta na ideia de organização, na qual se baseia a pedagogia escoteira (BLOWER, 1994). “O sistema de patrulha é a formação de pequenos grupos permanentes, cada um sob a responsabilidade de um rapaz encarregado da chefia” (BADEN POWELL, 1908 apud PHILLIPPS, 2002). Para Baden-Powell (1986), a convivência em pequenos grupos, compostos por indivíduos da mesma faixa etária, com objetivos em comuns, estimula o processo de sociabilização e a capacidade para a cooperação e liderança.

O **desenvolvimento pessoal** busca estimular o desenvolvimento dos seus membros juvenis, os Grupos de Escoteiros organizam **atividades progressivas**, que levam em consideração os objetivos que são pretendidos. De acordo com a UEB (2005), as atividades e jogos escoteiros se caracterizam por serem atraentes e variáveis, os mesmos são realizados ao ar livre em contato direto com a natureza, e estimulam o jovem a enfrentar desafios e a superar seus limites. No escotismo, os jogos não são apenas lazer e diversão, eles são planejados com uma finalidade de desenvolver a saúde, o vigor e o aprimoramento do caráter (BADEN-POWELL, 2006), dito de outro modo, os jogos são pensados para que as crianças e jovens

sejam estimulados a lidar com alegrias e frustrações, a entender o significado de cooperação e a respeitar regras, por isso, é que os jogos são organizados de maneira que envolva todos os escoteiros e também para que sejam agradáveis, para que dessa forma, possa-se alcançar os objetivos pretendidos:

Estes jogos tem que ser atraentes e devem despertar o espírito de competição, pois é através deles que inculcamos as noções de coragem, respeito às regras do jogo, disciplina, autodomínio, vivacidade, fortaleza de ânimo, liderança e auto-sacrifício em benefício da vitória de sua equipe, no jogo (BADEN-POWELL, 2006, p.67).

É válido ressaltar que os jogos também geram competições que são estimuladas por recompensas, como por exemplo, os vencedores das competições que ocorriam nos acampamentos eram premiados com bandeirolas, o que se configura em um tipo de recompensa

Antes de serem realizados com as crianças e jovens, as atividades e os jogos eram testados e eram seguros. Os Grupos de Escoteiros de Campina Grande, também incentivavam o jovem a conquistar especialidades, que de acordo com a UEB (2008, p. 7), “é um conhecimento ou uma habilidade particular que se possui sobre um determinado tema”.

A coeducação no escotismo campinense

As discussões sobre a instituição das escolas mistas no ensino escolarizado durante as conferências mundiais de educação, na segunda metade da década de 1970, possibilitaram pensar o Movimento Escoteiro como lugar de coeducação (SANTOS; LESSA; SANTANA, 2011). A coeducação é definida pela UEB (2008) como sendo um processo, no qual meninos e meninas, rapazes e moças vivenciam um plano educacional para atingir um desenvolvimento harmônico da personalidade, favorecendo assim, à educação recíproca, onde estão presentes os princípios, o propósito e o método de ensino escoteiro. Os dados do Relatório Anual da UEB, realizado, no ano de 1992, sugere que essa coeducação ainda estava começando a trilhar o seu caminho, visto que os Grupos de Escoteiros eram constituídos em sua grande maioria por pessoas do sexo masculino, tal como acontecia, no estado da Paraíba.

Figura 4: Distribuição de membros por Ramos no Escotismo



Fonte: Relatório da UEB, 1992, p.12

No Brasil, o processo de coeducação, no Movimento Escoteiro foi implantado entre os anos de 1979 e 1985, a partir de então, os Grupos de Escoteiros passariam, gradativamente, a admitir em seus espaços, lobinhas, escoteiras, guias e pioneiras (SANTOS; LESSA; SANTANA, 2011). Durante esse período, 16 Grupos de Escoteiros experimentais puseram em prática a coeducação, nos ramos: Lobinho, Escoteiro, Sênior e Pioneiro. As dúvidas, sobre a viabilidade da coeducação no escotismo, foram esclarecidas, através das experiências desenvolvidas nesses Grupos. Para um grupo de escoteiros se transformar em um grupo de escoteiros misto, era preciso optar por uma das alternativas:

A primeira seria as seções paralelas ou independentes, em que um Grupo Escoteiro com uma seção feminina realizaria atividades eventuais e progressivas com a Seção Masculina. A segunda, denominada seções integradas, agregaria meninos e meninas em uma mesma tropa, mas em patrulhas ou matilhas distintas por sexo. A terceira, chamada seções mistas seriam formadas por equipes mistas com equilíbrio numérico entre meninos e meninas, com Chefia Mista (SANTOS; LESSA; SANTANA, 2011, p.8).

Em Campina Grande, os Grupos de Escoteiros sempre foram mistos, mas inicialmente, predominou a primeira alternativa, ou seja, funcionavam nesses Grupos as chamadas seções paralelas. No final da década de 1980, o Grupo de Escoteiros General Sampaio tinha uma tropa composta somente por meninas. A tropa feminina e a tropa masculina não realizavam a mesma atividade, as meninas e os meninos só se encontravam na cerimônia de abertura da reunião,

quando todo o Grupo se reunia para o hasteamento da Bandeira, cantar o hino nacional e fazer uma oração, em seguida cada tropa se dirigia às suas atividades, voltando a se reunirem, no final da tarde, para o encerramento da reunião.

As tropas femininas tinham que ser coordenadas por chefes mulheres, pois os dirigentes do escotismo consideravam que elas tinham a sutileza necessária para lidar com as garotas, que estavam vivendo as turbulências da pré-adolescência. As atividades entre meninos e meninas eram eventuais, a convivência entre eles só acontecia em acampamentos ou quando os chefes das patrulhas, masculina e feminina, decidiam fazer uma atividade conjunta, como por exemplo, um jogo que reunisse tanto os escoteiros quanto as escoteiras, para que as reuniões não ficassem repetitivas. Entretanto, não era em todos os acampamentos que os meninos e as meninas realizavam atividades conjuntas, muitas vezes isso só acontecia nos acampamentos regionais (a exemplo do ELO), que envolviam todos os Grupos de Escoteiros da Paraíba.

Quando eram realizados os chamados acampamentos de Grupo, tinha-se o cuidado de organizar jogos, brincadeiras que possibilitassem colocar meninos e meninas competindo em lados opostos, ou seja, mesmo que estivessem juntos, no mesmo acampamento, observa-se que ainda assim, havia certa separação entre os sexos. Mas porque essa preocupação em separar meninos e meninas? Provavelmente, essa preocupação dos pais refletia uma preocupação comum nesse período, ou seja, a separação entre os sexos, masculino e feminino. Assim, os pais não achavam prudente deixarem suas filhas acamparem junto com os meninos, pois temiam que essa convivência estimulasse o namoro entre ambos. Outro ponto a considerar é que o escotismo, durante muito tempo, foi visto como uma atividade, tipicamente, masculina, talvez por isso, houve essa resistência inicial em juntar meninos e meninas na mesma tropa. Muitas das meninas que integraram os Grupos de Escoteiros de Campina Grande, principalmente, na década de 1980, tinham irmão (s) que faziam parte desses Grupos, o que justifica em parte, o ingresso delas no Movimento Escoteiro.

Essa divisão entre meninos e meninas, observadas nos ramos, Escoteiro e Sênior, não se estendia ao ramo Lobinho, onde as matilhas eram mistas. Os chefes de seção do ramo Lobinho (chamados de akelás) eram mulheres, devido à paciência e o instinto maternal que lhes são atribuídos. Mesmo quando os Grupos de Escoteiros de Campina Grande, em meados da década de 1990, introduziram as tropas mistas, coube aos homens assumirem a liderança, já para as mulheres, pelo menos em um primeiro momento, foi imposta a função de assistente, denotando assim, a existência de uma divisão de gênero no Movimento Escoteiro de Campina Grande.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fundação do primeiro Grupo de Escoteiros da cidade de Campina Grande, denominado General Sampaio, ocorre em um contexto em que a cidade vivenciava os reflexos da recessão econômica que assolava todo o país. Nesse período, no Brasil, estava em curso o processo de abertura política iniciado no governo de Ernesto Geisel, no final da década de 1970, já o quadro econômico brasileiro era de dívida externa e desemprego, gerado, sobretudo, pelo “milagre econômico”.

É nesse contexto militar, caracterizado pelo desemprego, violência, déficit habitacional e alto índice de crianças, na faixa etária entre os 7 e os 14 anos, que o escotismo ganhou visibilidade, na cidade de Campina Grande. A educação disciplinadora do escotismo acenou como uma alternativa para incutir nas crianças e jovens campinenses a obediência, o civismo e o patriotismo, valores caros naquele momento tão conturbado.

Em 1984, é fundado o Grupo de Escoteiros do Ar Santos Dumont. Em 1990, a fundação do Grupo de Escoteiros Baturité vem confirmar a expansão do escotismo campinense. No entanto, essa expansão não se deu de forma harmoniosa, uma vez que, os dois últimos Grupos foram fundados devido a divergências de opiniões dos membros voluntários, promovendo assim, o desmembramento dos Grupos já existentes.

Sendo caracterizada como um tipo de educação não formal, a prática educativa escoteira intencionou educar as crianças e jovens campinenses. Um dos principais instrumentos utilizados para alcançar esse objetivo foi o Método Escoteiro, composto pela promessa e Lei escoteira; desenvolvimento pessoal; aprender fazendo; vida em equipe e atividades progressivas, idealizado por Baden-Powell, no início do século XX.

Constatamos ainda, que a coeducação no Movimento Escoteiro em Campina Grande era parcial e caracterizada por certa distinção entre os gêneros. Havia dentro dos Grupos: General Sampaio, Santos Dumont e Baturité, a existência de tropas femininas e masculinas. As tropas femininas do ramo escoteiro e Sênior, assim como o ramo Lobinho, eram, preferivelmente, coordenadas por chefes do sexo feminino, devido à paciência e o instinto maternal que eram comumente atribuídos às mulheres. Talvez, essa resistência em juntar meninos e meninas na mesma tropa seja explicada pelo fato de que o escotismo era visto como uma atividade tipicamente masculina, devido, sobretudo, as suas características militares.

REFERÊNCIAS

BADEN-POWELL, Robert. **Escotismo para Rapazes**. Curitiba: Escritório Nacional da UEB, 2006. (Edição Comemorativa ao centenário do Escotismo- 1ª edição 1908).

_____. **Lições da Escola da vida**: autobiografia de Baden-Powell. Brasília: Editora Escoteira da UEB, 1986.

BLOWER, Bernard David Almirante. **História do Escotismo Brasileiro**: Os primórdios do Escotismo no Brasil. Vol. I- 1919-1924. Rio de Janeiro: CCME, 1994.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **O que é educação?** São Paulo: Brasiliense, 2008.

BRASIL. **Relatório anual da Educação Municipal de Campina Grande**, 1981.

CAMBI, Franco. **História da pedagogia**. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

Campina Grande ganha o terceiro Grupo de Escoteiros. **Jornal da Paraíba**, Campina Grande, 10 abr. 1990, p. 5.

CARDOSO, Ciro Flamarion & VAINFAS, Ronaldo (org). **Domínios da História**. RJ: Campus, 1997.

FÁVERO, Osmar. Educação não-formal: contextos, percursos e sujeitos. **Educação & Sociedade**, vol. 28, n.99, p. 614-617, maio/ago. 2007.

GOHN, Maria da Glória. Educação não formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Revista Ensaio**: avaliação política pública da Educação, Rio de Janeiro, v. 14, n. 50, p. 27-38, jan./mar. 2006.

_____. Educação não formal um novo campo de atuação. **Revista Ensaio**: avaliação política e pública da Educação, Rio de Janeiro, v.6, n. 21, p.511- 526, out./dez. 1998.

KOSSOY, Boris. **Realidades e ficções na trama fotográfica**. 3. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2002.

LIBANÊO, José Carlos. **Pedagogias e pedagogos**: inquietações e buscas. Educar nº 17, p. 153-176. Curitiba: Editora da UFPR, 2001.

LIMA, Elisabeth Cristina de Andrade. **A Fábrica dos Sonhos**: a invenção da festa junina no espaço urbano. Campina Grande: EDUFPG, 2008.

LIMA, Paulo Gomes & DIAS, Isabel de C. Gonçalves. **Educação não-formal**: um intertexto sobre sua caracterização. Revista de Ciências da Educação – UNISAL Americana/SP - Ano X - Nº 19 - 2º Semestre/2008, p. 141-173.

MARCELINO, Mariane Amboni. **A Ditadura Militar e os livros didáticos de História**. Monografia (Especialização em História) - Faculdade do extremo Sul Catarinense (UNESC), Criciúma, Santa Catarina, 2009

NASCIMENTO, Jorge Carvalho do. **A escola de Baden-Powell** – cultura escoteira, associação voluntária e escotismo de estado no Brasil. Rio de Janeiro: Imago, 2008.

PHILLIPPS, Roland E. **O sistema de Patrulhas**. 1. ed. Porto Alegre: Editora Escoteira, 2002.

SANTOS, Aldenise Cordeiro; LESSA, Livia Lima; SANTANA, Anthony Fábio Torres. **Mulheres nas tropas escoteiras**: um movimento para pensar a co-educação no escotismo.

SILVA, Luciana Estevam da. **Cidade e violência**: Campina Grande na década de 1980 e as representações do mão branca nos jornais. 2010, 109f. (Mestrado em História) Programa de Pós-Graduação em História. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

THOMÉ, Nilson. Escotismo História de uma prática educativa extraescolar. In: **Anais do VI Congresso Luso-Brasileiro de História da Educação-COLUBHE 2006**, Uberlândia: Sociedade Brasileira de História da Educação, 2006.

UEB (União dos Escoteiros do Brasil). **As Características essenciais do Escotismo**. Tradução e adaptação: Fernando Brodeschi e Melissa Martins Casagrande. Curitiba, 2005.

_____. **Relatório Anual da União dos Escoteiros do Brasil**, 1992.

ASPECTOS HISTÓRICOS PARA O ENSINO DA TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Adriano Lopes Romero ¹
Marcia Borin da Cunha ²

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo contribuir para o processo de ensino e aprendizagem da Tabela Periódica (TP). Para isso, realizamos uma (breve) reconstrução histórica do desenvolvimento da TP, que foi construída a partir de uma pesquisa bibliográfica e documental, inserida na perspectiva da História da Ciência, que buscou a identificação de vestígios para poder depois coletá-los, organizá-los, analisá-los e interpretá-los. Nossa reconstrução histórica começa com Lavoisier, no século XVIII, passa por Mendeleev e seus contemporâneos, no século XIX, e termina com Seaborg e sua possível influência para a definição da TP recomendada pela IUPAC no final do século XX. O resgate histórico apresentado, ainda que esteja longe de abarcar todo o desenvolvimento da TP, pode ser utilizado tanto na educação básica, quanto na formação inicial e continuada de professores/as de Química.

Palavras-chave: Ensino de Química, História da Química, Sistema periódico.

INTRODUÇÃO

A tabela periódica (TP) dos elementos é uma pedra angular para o aprendizado da Química e uma ferramenta que serve para organizar toda a Química (SCERRI, 2007). Devido a isso, a TP foi (e continua sendo) um objeto de estudo em pesquisas de Química Teórica, História e Filosofia da Química, e Educação Química. Na perspectiva da Química Teórica, a existência de cerca de 1000 propostas (que se consideram diferentes) de representações gráficas de tabelas periódicas pode ser um indício da insatisfação dos praticantes da Química em relação à TP recomendada pela IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*). Na perspectiva da História e Filosofia da Química, a existência de um grande número de artigos e livros relacionados à TP reflete a necessidade de pensar a TP como um fato científico construído por vários/as personagens, em diferentes períodos e contextos. Na perspectiva da Educação/Ensino de Química, a existência de um grande número de artigos indica que o ensino da TP é um conteúdo importante no contexto da disciplina escolar de Química, nos mais variados níveis de ensino (DEMIRCIOĞLUA; DEMIRCIOĞLUA; ÇALIK, 2008).

¹ Docente do Departamento de Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Campo Mourão, adrianoromero@utfpr.edu.br;

² Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – campus Cascavel, borin.unioeste@gmail.com.

Do ponto de vista conceitual, a TP é essencialmente uma extensão ou sistematização da existência de famílias de elementos com propriedades semelhantes. Em outro sentido, a TP é uma representação da Lei Periódica, na qual as propriedades dos elementos e seus compostos comparáveis são funções periódicas de seus pesos atômicos (e posteriormente números atômicos com os trabalhos de Moseley) (FERNELIUS, 1986).

Do ponto de vista educacional, a TP não é apenas um dos princípios básicos de organização, aos quais os estudantes são introduzidos, mas também um modelo central usado como ferramenta de indução. Além disso, a TP desempenha um papel significativo na compreensão dos elementos químicos e na previsão de suas características: estrutura e propriedades dos elementos e suas relações (DEMIRCIOĞLUA; DEMIRCIOĞLUA; ÇALIK, 2008).

A TP é (ou deveria ser) ensinada sob duas perspectivas: macroscópica (elemento químico) e submicroscópica (átomo). A visão macroscópica diz respeito aos nomes e símbolos dos elementos químicos, seu agrupamento em famílias, a presença de produtos químicos no ambiente, a universalidade dos elementos, algumas propriedades físicas e químicas dos elementos (tais como ponto de fusão, ponto de ebulição, e condutividade elétrica) e as várias tentativas de classificar os elementos ao longo da história (tais como as propostas de Lavoisier, Döbereiner, Newlands, de Chancourtois, Meyer, e Mendeleev; assim como de personagens posteriores a Mendeleev tais como Janet, Werner, e Seaborg). A perspectiva submicroscópica aborda as características que identificam um átomo (número atômico, número de massa e massa atômica), as partículas constituintes, alguns modelos atômicos (tais como os propostos por Dalton, Thomson, Rutherford, e Bohr) e algumas propriedades submicroscópicas (tais como raio e volume atômico, e a capacidade de capturar ou perder elétrons) (FRANCO-MARISCAL et al., 2016).

Apesar de sua relevância na Química, o estudo da TP, no contexto escolar, é desenvolvido sem que haja reflexões acerca dos fundamentos que a constituem, "[...] como a relação entre as propriedades dos elementos químicos e sua organização em forma de quadro" (RITTER; CUNHA; STANZANI, 2017, p. 359). Além disso, como relata Bierenstiel e Snow (2019), as instruções acerca da TP, como ilustram a literatura educacional atual e os livros introdutórios de Química, baseiam-se predominantemente nas perspectivas históricas tradicionais em conjunto com a teoria atômica da Química Quântica (ou seja, o princípio de Aufbau). Essa abordagem geralmente exige que os/as estudantes memorizem os nomes dos elementos e sua posição na TP, quando estes deveriam entender como os elementos foram posicionados em um determinado local.

As abordagens mencionadas anteriormente fazem com que os/as estudantes, muitas vezes, percebam o ensino e a consequente aprendizagem da TP como uma tarefa enfadonha e mecânica, e isso pode diminuir a motivação do/a estudante para continuar a estudar a Química (LEE et al., 2016).

Para superar as dificuldades relatadas na literatura, acerca do processo de ensino e aprendizagem da TP, muitas pesquisas têm sido realizadas, e se concentram em diferentes perspectivas (DEMIRCIOĞLUA; DEMIRCIOĞLUA; ÇALIK, 2008), tais como mudanças de ideias acerca da TP de elementos, desenvolvimento de materiais alternativos - atividades práticas, raciocínio analógico, ensino ativo, avaliação de sites da Internet com foco em TP, História e Filosofia da Ciência no desenvolvimento da TP, argumentação no contexto da lei periódica, e aprendizagem baseada em contexto. Visando contribuir para o ensino da TP, apresentamos um (breve) resgate histórico da TP, que pode ser utilizado tanto na educação básica, quanto na formação inicial e continuada de professores/as de Química.

METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica e documental (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009, p. 6), que é diferenciada pela natureza das fontes: "[...] a pesquisa bibliográfica remete para as contribuições de diferentes autores sobre o tema, atentando para as fontes secundárias, enquanto a pesquisa documental recorre a materiais que ainda não receberam tratamento analítico, ou seja, as fontes primárias". Tal abordagem de pesquisa está inserida na perspectiva da História da Ciência na busca e identificação de "[...] vestígios para poder depois coletá-los, organizá-los, analisá-los e interpretá-los" (CRUZ, 2006, p. 168). Neste contexto, entendemos que "[...] os documentos constituem-se na matéria-prima, dado crucial da historiografia, mas não se constituem propriamente na história. Tornam-se história por meio da análise e interpretação" (CRUZ, 2006, p. 168).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

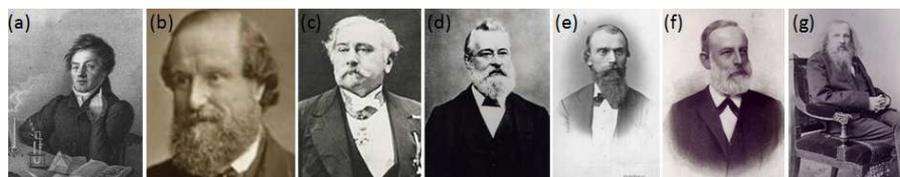
Parece haver certo consenso, entre os praticantes da Química, que o trabalho do químico russo Dimitri Ivanovichi Mendeleev {1834-1907, Figura 1(g)}, publicado em 1869, é considerado o marco inicial do desenvolvimento da TP. Tal fato levou a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) proclamar o ano de 2019 como o Ano Internacional da Tabela Periódica dos Elementos Químicos, cujo tema foi

endossado pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), durante a assembleia realizada concomitantemente com a 40ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, que foi realizada em julho de 2017 em São Paulo (LEITE, 2019).

Ainda que o nome de Mendeleev apareça frequentemente associado ao da TP, vale ressaltar que vários personagens realizaram estudos no sentido de agrupar os elementos químicos de acordo com suas semelhanças, cujas tentativas deram origem a diferentes tipos de TPs. A maior parte desses trabalhos foi produzido no século XIX, mas uma importante contribuição vem ainda do século XVIII, com Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), que em seu livro *Traité élémentaire de chimie* [Tratado Elementar da Química], publicado em 1789, apresentou uma tabela com 32 substâncias (nem todos elementos no sentido que consideramos hoje).

Do ponto de vista histórico podemos citar, pelos menos, seis outros pesquisadores anteriores à Mendeleev que estudaram a relação entre propriedades dos elementos e seus pesos atômicos (atualmente massa atômica): Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849), William Odling (1829-1921), Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886), John Alexander Reina Newlands (1837-1898), Gustavus Detlef Hinrichs (1836-1923) e Julius Lothar Meyer (1830-1895) {Figura 1 (a-f), respectivamente}.

Figura 1 - Alguns personagens relacionados ao desenvolvimento da tabela periódica.



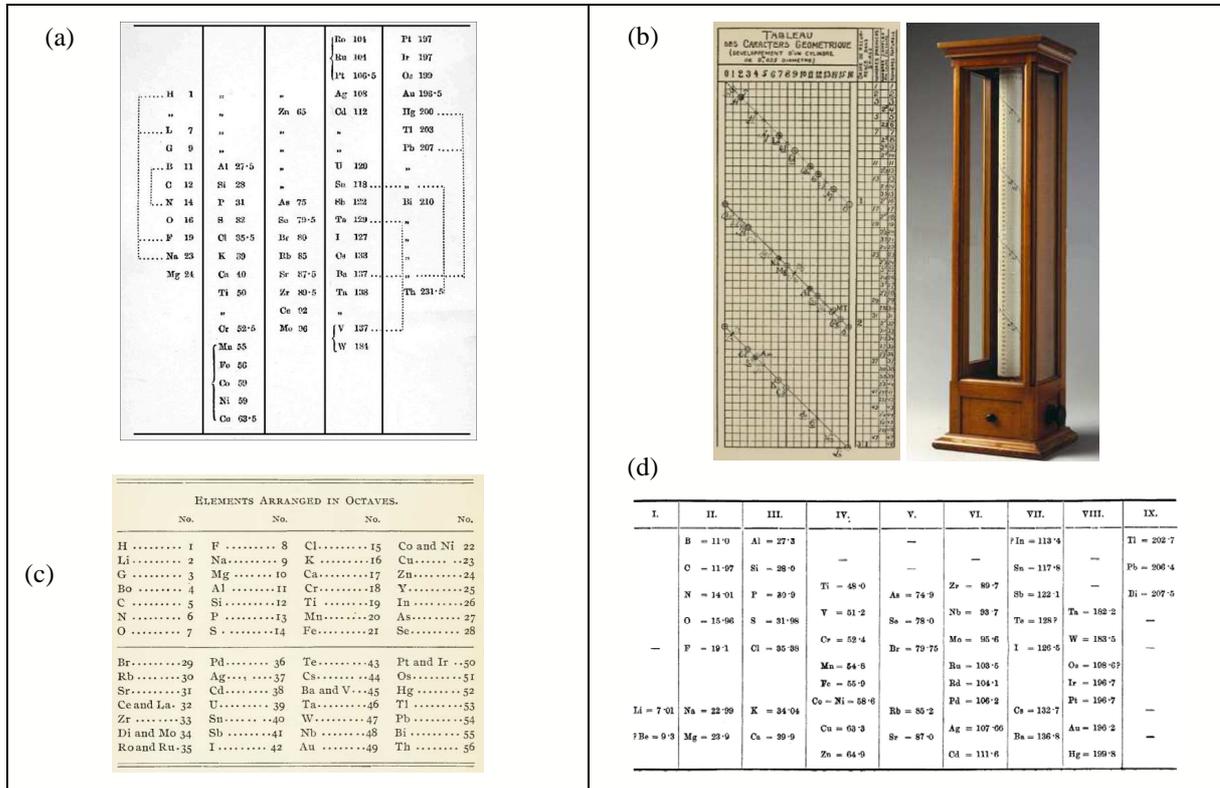
Fonte: Imagens retiradas da Wikipédia.

Podemos considerar o período anterior à publicação da primeira TP de Mendeleev, como um período no qual as diferentes contribuições permitiram amplas discussões, reflexões e, posteriormente, a receptividade por parte dos praticantes da Química. Algumas dessas contribuições, produzidas por diferentes personagens, foram sintetizadas em forma de tabela e/ou outra representação gráfica (Figura 2).

O químico alemão Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849), Figura 1(a), contribuiu para a história da TP ao perceber que em determinados grupos de elementos intimamente relacionados uns aos outros em propriedades químicas, o peso atômico do elemento do meio é aproximadamente a média aritmética dos outros dois, Figura 2(a). Essa observação atraiu muita atenção, pois parecia mostrar uma lei numérica que rege o comportamento químico dos

elementos. A primeira explicação publicada de seu sistema de tríades apareceu no artigo *An Attempt to Group Elementary Substances According to Their Analogies* [uma tentativa de agrupar substâncias elementares de acordo com suas analogias] em 1829.

Figura 2 - Representações produzidas por personagens relacionados à história da tabela periódica.



Fonte: (a) TP de Chancourtois (VENABLE, 1896, p. 81); (b) TP de Odling (ODLING, 1864, p. 643); (c) TP de Newlands (VENABLE, 1896, p. 80); (d) TP de Meyer (BEDSON, 1896, p. 1417).

Utilizando os pesos atômicos conhecidos na época, Döbereiner notou que os elementos enxofre, selênio e telúrio constituíam uma tríade. Ele percebeu que esses elementos poderiam ser comparados: (i) a gravidade específica [densidade relativa] do selênio era a média aritmética das gravidades específicas do enxofre e telúrio e; (ii) os três elementos quando combinados com hidrogênio formam ácidos com propriedades semelhantes (PFISTER, 1962).

O químico inglês William Odling (1829-1921), Figura 1(b), publicou uma TP com 57 elementos {Figura 2(a)}, ordenados com base em seus pesos atômicos. Com algumas irregularidades e lacunas, ele percebeu o que parecia ser uma periodicidade dos pesos atômicos entre os elementos:

[...] sem dúvida, algumas das relações aritméticas exemplificadas nas tabelas e comentários anteriores são simplesmente acidentais; mas tomadas em conjunto, são numerosas demais e decidiram não depender de alguma lei geral até então não reconhecida (ODLING, 1864, p. 648, tradução nossa).

O geólogo francês Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886), Figura 1(c), publicou em 1862, um arranjo tridimensional que denominou de vis tellurique (parafuso telúrico), Figura 2(b), que utilizava as massas atômicas dos elementos químicos como um dos critérios de organização. Esse arranjo permitiu-lhe perceber que existia uma periodicidade de sete em sete membros. O diagrama representa uma hélice desenhada em um cilindro circular, com uma inclinação constante de 45° em relação ao eixo. No parafuso telúrico as massas atômicas dos elementos são apresentadas na parte externa de um cilindro, de modo que uma volta completa correspondeu a um aumento de peso atômico de 16. Como pode ser observado na Figura 2(b), essa disposição significa que elementos com propriedades semelhantes aparecem em linhas verticais. Embora o parafuso telúrico não exibisse corretamente todas as tendências que eram conhecidas na época, de Chancourtois foi o primeiro a usar um arranjo com todos os elementos conhecidos (PFISTER, 1962).

O químico inglês John Newlands (1837-1898), Figura 1(d), ao ordenar os elementos químicos conhecidos à época em ordem crescente de suas massas atômicas observou que havia uma repetição de propriedades a cada conjunto de 8 elementos, como pode ser observado na Figura 2(c). Após a ordenação, os elementos químicos foram numerados em ordem crescente com números ordinais (antecipando-se ao conceito de número atômico que utilizamos atualmente), começando pelo hidrogênio ($H = 1$) e terminando em Tório ($Th = 56$) (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997).

Newlands observou que as massas atômicas de muitos pares de elementos químicos com propriedades análogas eram múltiplos de 8. A essa observação, em analogia as notas musicais, Newlands atribui o nome de “Lei das Oitavas” [Em tese trata-se de uma lei periódica], que estabelecia que os elementos químicos, dispostos em ordem crescente de suas massas atômicas, exibiam propriedades análogas em determinados grupos e que essas propriedades se repetiam no oitavo elemento (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997).

A analogia utilizada por Newlands entre a periodicidade dos elementos químicos e as escalas musicais é atribuída, por historiadores da Ciência, aos conhecimentos musicais do referido personagem (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997; KEDROV, 1966-1967). No entanto, tal analogia não foi bem recebida pela comunidade científica da época. Em 1866, por exemplo, ao apresentar sua pesquisa durante uma comunicação oral na *Chemical Society*, um dos químicos presentes, George Carey Foster (1835-1919), fez uma pergunta irônica. Foster questionou se Newlands tentou classificar os elementos em ordem alfabética (KEDROV, 1966-1967; TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997). Além disso, na mesma seção, John Hall Gladstone (1827-1902) fez uma objeção ao estudo de Newlands, uma

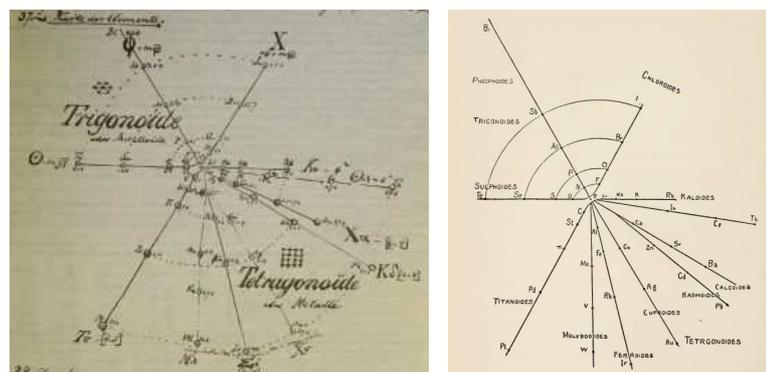
vez que o mesmo assumia que nenhum elemento restava a ser descoberto. Os dois episódios foram relatados, pelo vice-presidente da Chemical Society Alexander William Williamson (1824-1904), no periódico *Chemical Society* publicado em 9 de março de 1866 (WILLIAMSON, 1866).

O químico dinamarquês Gustavus Detlef Hinrichs (1836-1923) estudou os espectros de vários metais e observou-se que as linhas escuras dos elementos são equidistantes em todo o espectro, mas de intensidade variável, muitas não sendo observadas (ou observáveis); os intervalos entre as linhas observáveis são expressas como múltiplos simples da mesma distância indicada por todos.

Hinrichs abriu seu segundo artigo em 1864, da seguinte forma: "Assim que ouvi falar da grande descoberta de Kirchhoff e Bunsen, tive certeza de que as linhas escuras dos elementos seriam distribuídas de acordo com leis simples, e que essas leis poderiam levar-nos a conhecer as dimensões relativas dos átomos". A conclusão de Hinrichs foi que a distribuição de linha tinha uma regularidade que, por sua vez, prometia grandes divulgações sobre a natureza dos próprios átomos. Além disso, essa nova abordagem lhe parecia uma verdadeira fortificação contra os críticos de suas ideias sobre classificação de elementos, que vinham se desenvolvendo há quase uma década (ZAPFFE, 1969, p. 469).

O sistema de Hinrichs é baseado na relação do que ele chamou de pantogênio, com seus átomos chamados *panátomos*, o que explica as relações numéricas dos pesos atômicos e fornece uma classificação simples dos elementos. Esse sistema de classificação culminou em 1867 em sua TP espiral (Figura 3), que melhor esclareceu os agrupamentos de elementos. A classificação de Hinrichs, embora seja diferente das outras tabelas periódicas daquele período, parece capturar muitas das relações de periodicidade primárias vistas na tabela periódica moderna (ZAPFFE, 1969).

Figura 3 - Classificação periódica proposta por Hinrichs em 1867.



Fonte: Venable (1896, p. 88).

Os raios marcam os gêneros e a espiral que os cortam marca os elementos, sendo a distância da espécie ao centro proporcional ao seu peso atômico. Π , o símbolo do pantôgenio, é colocado no centro do gráfico (VENABLE, 1896).

O químico alemão Julius Lothar Meyer (1830-1895), Figura 1(f), publicou várias tabelas {Figura 2(d)} na tentativa de entender a relação entre propriedades físico-químicas e as massas atômicas, das quais tirou as seguintes conclusões: (1) se os elementos fossem organizados em ordem de suas massas atômicas, uma mudança regular e contínua de valência à medida que passamos de uma família para família pode ser observada; e (2) que as diferenças de massas atômicas na mesma coluna eram, a princípio, aproximadamente 16, exceto berílio, depois aumentaram para aproximadamente 46 e, finalmente, se aproximaram de um número entre 87 e 90.

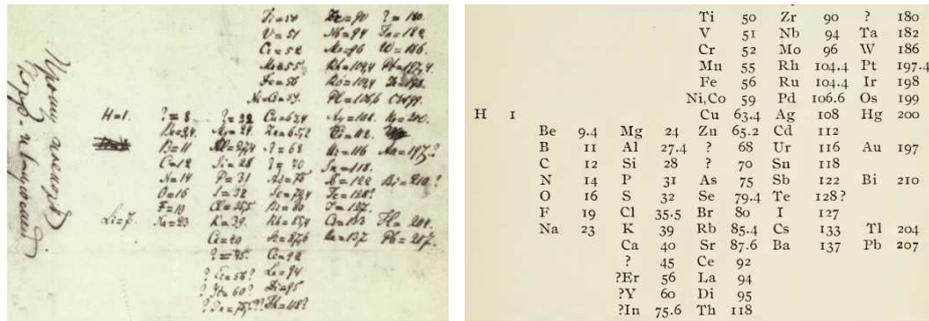
A primeira TP produzida por Meyer continha apenas 28 elementos, organizados por sua valência. Esses elementos eram quase inteiramente elementos do grupo principal, mas em 1868 ele incorporou os metais de transição em uma tabela mais elaborada. Essa tabela de 1868 listou os elementos em ordem de peso atômico, com elementos com a mesma valência dispostos em linhas verticais, notavelmente semelhantes à TP de Mendeleev. Infelizmente para Meyer, seu trabalho não foi publicado até 1870, um ano após a publicação da TP de Mendeleev. Mesmo depois de 1870, Meyer e Mendeleev ainda desconheciam o trabalho um do outro, embora Meyer tenha admitido mais tarde que Mendeleev havia publicado primeiro.

Em relação ao trabalho de Mendeleev, a ideia de produzir um sistema de classificação e organização dos elementos químicos surgiu enquanto escrevia um livro didático de Química - *Osovy Khimi* [Princípios de Química] -, que foi publicado em russo (1869) e, posteriormente, traduzido para o alemão e o inglês (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997).

Muitos livros didáticos e de divulgação científica mencionam o episódio de que Mendeleev havia sonhado com a TP e ao acordar teria feito o esboço apresentado na Figura 4(a). Esse sonho, no entanto, é aparentemente ilusório, apesar de repetidas citações. Não só não há relato do sonho, mas as evidências se baseiam na história contada por um colega de Mendeleev. A análise, realizada por Kedrov (1966-1967), dos materiais disponíveis no museu criado em homenagem à Mendeleev indica que: (1) Mendeleev já havia organizado a TP antes do suposto sonho acontecer; e (2) um sonho muito plausivelmente ocorreu um pouco mais tarde, que representou uma representação melhorada da TP.

Mendeleev publicou, no dia 1 de março de 1869, a primeira versão de sua TP, Figura 4(b). Alguns dias depois, em 18 de março, uma versão melhorada de sua tabela foi apresentada à Sociedade Russa de Química em São Petersburgo.

Figura 4 - Esboço e primeira tabela periódica publicada por Mendeleev.



Fonte: Krotikov (1960, p. 626), Venable (1896, p 93).

Não apenas Mendeleev organizou os elementos da maneira correta, mas se um elemento aparecesse no lugar errado devido ao seu peso atômico, ele o movia para onde ele se encaixava com o padrão que havia descoberto. Por exemplo, a ordem do iodo (J) e telúrio (Te) deveria ser o contrário (ver a ordem desses elementos na Figura 3), baseados em pesos atômicos, mas Mendeleev viu que: o iodo era muito semelhante ao flúor, cloro, e bromo; e o telúrio era semelhante ao oxigênio, enxofre, e selênio, então ele fez alterações no esboço inicial.

Vale ressaltar que um diferencial da TP de Mendeleev, em relação às anteriores, foi deixar lacunas para elementos não descobertos. Ele até previu as propriedades de cinco desses elementos e seus compostos. Em alguns anos, a descoberta do gálio (Ga) por Paul Emile Lecoq de Boisbaudran (1875), escândio (Sc) por Lars Nilson (1879) e germânio (Ge) por Clemens Winkler (1886) validou suas previsões e trouxe amplo reconhecimento à sua TP. O quadro 1 apresenta uma comparação das propriedades do *eka*-alumínio previstas por Mendeleev e do gálio, que foi descoberto em 1875 por Paul Emile Lecoq (ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY, 2019).

Quadro 1 - Propriedades do *eka*-alumínio previstas por Mendeleev e do gálio (Ga) determinadas por Paul Emile Lecoq em 1875.

Propriedades	<i>eka</i> -alumínio	Gálio
Peso atômico	Cerca de 68	69,72
Densidade do sólido	6,0 g/cm ³	5,8 g/cm ³
Ponto de fusão	Baixo	29,78 °C
Valência	3	3
Método de descoberta	Provavelmente a partir de seu espectro	A partir de análise espectroscópica
Óxido	Fórmula Ea ₂ O ₃ , densidade 5,5 g/cm ³ . Solúvel em ácidos e bases.	Fórmula Ga ₂ O ₃ , densidade 5,88 g/cm ³ . Solúvel em ácidos e bases.

Fonte: Royal Society of Chemistry (2019, *online*).

Segundo Tolentino; Rocha-Filho; Chagas (1997, p. 107) a TP de Mendeleev apresentava alguns avanços científicos em relação à outras previamente elaboradas por outros personagens, pois:

[...] (a) Deixava alguns espaços vazios, prevendo a existência de elementos químicos ainda não conhecidos; (b) Levava em consideração várias propriedades físicas e químicas associadas aos elementos químicos (não apenas uma única propriedade como realizado anteriormente por outros personagens); (c) Permitia prever as propriedades físicas e químicas que estariam associadas aos elementos ainda não conhecidos e evidenciados na tabela proposta por Mendeleev, tais propriedades eram facilmente calculadas conhecendo as propriedades associadas aos elementos vizinhos, assim como dos elementos participantes do mesmo grupo.

Outros fatos que justificam a aceitação da TP de Mendeleev, em detrimento de outras produzidas anteriormente ou no mesmo período é sistematizada por Tolentino; Rocha-Filho; Chagas (1997, p. 108) ao afirmarem que Mendeleev “não apenas sistematizou e organizou dados, mas também reformulou, desdobrou, elaborou conceitos e relações fundamentais na Química”. Segundo esses autores, Mendeleev - utilizando dos conhecimentos produzidos por diferentes cientistas, entre eles Avogadro, Laurent, Gerhardt e Canizzarro - associou elemento a átomo e substância simples a molécula, assim como alterou o entendimento de corpo simples e composto de Lavoisier, para elemento e substância simples. Com essas mudanças, o elemento químico deixou de ser uma coisa palpável para ser um ente abstrato. Tais (re)elaborações produzidas por Mendeleev podem ser observadas em seu enunciado da Lei Periódica: “As propriedades das substâncias simples, a constituição de seus compostos, assim como as propriedades desses últimos, são uma função periódica dos pesos atômicos dos elementos” (TOLENTINO; ROCHA-FILHO; CHAGAS, 1997, p. 108).

Apesar de alguns livros didáticos, de divulgação científica e até mesmo artigos publicados em revistas especializadas indicarem a existência de controvérsia acerca da prioridade da TP, nossas (re)leituras de documentos originais e de publicações produzidas no período de desenvolvimento e aceitação da TP indicam que se houve uma disputa de prioridade está foi em relação à Lei Periódica e não pela TP. Neste contexto, a seguir apresentamos algumas evidências que reforçam nossa conclusão.

Apesar do esforço de Newlands em afirmar sua prioridade acerca do desenvolvimento da Lei Periódica (há vários registros nos quais Newlands questiona a prioridade desta Lei), em 1882 Mendeleev e Meyer receberam a Medalha Davy da *Royal Society* "por sua descoberta das relações periódicas dos pesos atômicos". Esse prêmio indica que os sistemas periódicos

produzidos, independentemente, por Mendeleev e Meyer foram melhor recebidos pelos praticantes da Química daquela época do que as propostas anteriores (entre elas a apresentada por Newlands).

Vale ressaltar que diferentes publicações daquele período fazem menção aos sistemas periódicos desenvolvidos por Newlands e por Mendeleev, sem mencionar as demais propostas. Como exemplo podemos citar o livro *Geometrical Illustrations of Newlands' And Mendelejeff's Periodic Law of the Atomic Weights of the Chemical Elements* [Ilustrações geométricas das leis periódicas de Newlands e de Mendeleev das massas atômicas dos elementos químicos] publicada pelo Reverendo Samuel Haughton em 1888.

Segundo Venable (1896, p. 84) o próprio Mendeleev afirmou que "[...] é possível que Newlands tenha, antes de mim, enunciado algo semelhante a lei periódica, mas o mesmo não pode ser dito sobre Meyer". Tal afirmação foi feita por Mendeleev durante uma conferência na *Chemical Society*, em junho de 1889, no qual ele abordou os 20 anos de desenvolvimento da Lei Periódica. Fica evidente ao ler o conteúdo da conferência apresentada por Mendeleev que sua principal contribuição foi a formulação da Lei Periódica, que segundo ele “[...] é uma generalização em Química que tem ultimamente atraído muita atenção” (MENDELEEV, 1889, p. 634).

Segundo Scerri (2015), a falta de uma posição acadêmica formal pode ter contribuído para a negligência do trabalho Newlands. Apesar disso, parece que a *Royal Society* reconsiderou sua posição em relação a Lei Periódica, pois, em 1887, Newlands recebeu a Medalha Davy “[...] pela descoberta da lei periódica dos elementos químicos”, cinco anos depois de Mendeleev e Meyer receberam o mesmo prêmio para a “mesma descoberta” (GIUNTA, 1999, p. 25).

Finalmente, em 1998, a *Royal Society of Chemistry* supervisionou a colocação da placa comemorativa azul no local de nascimento de Newlands, que possui a seguinte afirmação “descobridor da lei periódica para os elementos químicos” (ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY, 2019).

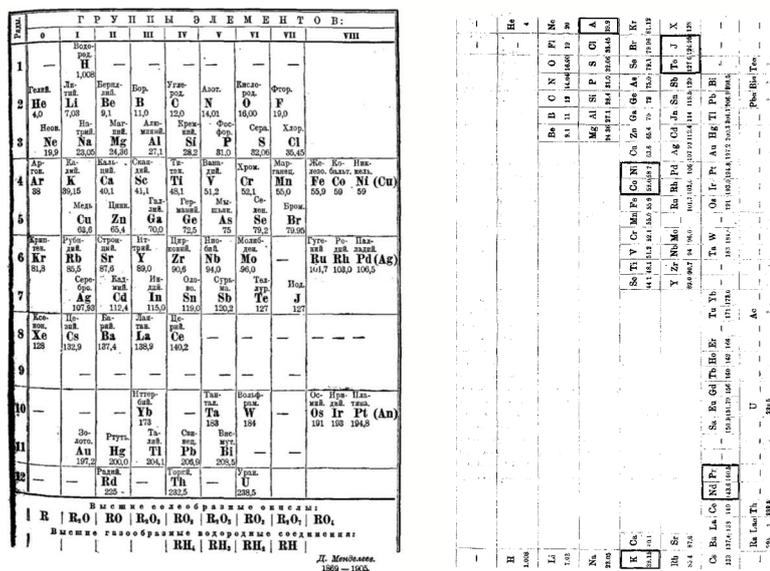
Também ao se fazer um regate histórico é possível observar que a descoberta dos gases nobres, durante a década de 1890, por William Ramsay parecia contradizer o trabalho de Mendeleev, até que ele percebeu que, na verdade, eles eram mais uma prova de seu sistema, encaixando-os no grupo 0 de sua TP (Figura 5). Isso deu à Tabela a periodicidade 8, que conhecemos atualmente.

Na Figura 5 é apresentada a última versão da TP produzida por Mendeleev, que foi publicada na oitava edição de seu livro *Princípios de Química*. Pode-se observar que essa versão

é ainda bastante diferente da TP que utilizamos atualmente. Em nível de comparação

apresentamos, ainda na Figura 5, a TP desenvolvida, também no ano de 1905, por Alfred Werner.

Figura 5 - Última versão da tabela periódica de Mendeleev (esquerda), e tabela periódica de Alfred Werner (direita), ambas produzidas em 1905.



The image shows two periodic tables from 1905. On the left is the final version of Dmitri Mendeleev's periodic table, titled 'ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ' (Groups of Elements). It features 8 groups and 12 periods, with elements arranged in order of increasing atomic weight. On the right is Alfred Werner's periodic table, which is more compact and features 32 columns. It includes elements like H, He, Li, Be, B, C, N, O, F, Ne, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Hf, Ta, W, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, and various lanthanides and actinides. Werner's table is noted for its 32 columns and inclusion of transition metals and rare earths in separate blocks.

Fonte: https://www.meta-synthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php?PT_id=464, Werner (1905, p. 916).

Podemos observar que a representação utilizada por Werner se assemelha à TP recomendada pela IUPAC (e que utilizamos até os dias atuais), na medida em que separa não apenas os metais de transição, mas também as terras raras em blocos separados, de modo a fornecer o que chamaríamos de "tabela de 32 colunas de formato longo". Apesar do *layout* dessa tabela ser muito próximo da que utilizamos atualmente, alguns erros foram cometidos por Werner ao prever: (i) errado o número de terras raras existentes, chegando ao número de 33 grupos e não 32 como conhecemos atualmente; (ii) a existência de um elemento entre H e He e dois elementos antes do H. Tais previsões foram constatadas como sendo impossíveis alguns depois com o trabalho do físico britânico Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887-1915).

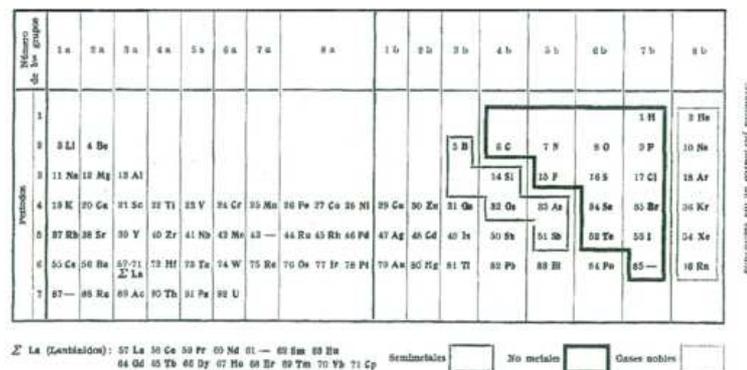
Ainda na perspectiva histórica podemos encontrar estudos de Moseley que realizou, em 1913, vários experimentos bombardeando raios X, produzidos por um aparelho recém desenvolvido, em amostras de elementos químicos e mediu o comprimento de onda dos raios X emitidos pelos átomos. A partir desses dados Moseley concluiu que quando a raiz quadrada da frequência associada aos raios X era plotada em relação ao número atômico, o gráfico mostrava uma linha reta perfeita. A partir desse estudo, Moseley encontrou uma maneira de realmente medir o número atômico. Quando a Primeira Guerra Mundial iniciou, Moseley

sendo morto por um franco-atirador na Turquia em 15 de agosto de 1915 (ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY, 2019).

No experimento realizado por Moseley, quando um elétron vai de um nível de energia mais alto para um mais baixo, a energia é liberada como ondas eletromagnéticas, neste caso, raios-X. A quantidade de energia que é liberada depende de quão fortemente os elétrons são atraídos pelo núcleo do átomo. Quanto mais prótons um átomo tiver em seu núcleo, mais fortemente os elétrons serão atraídos e mais energia será liberada. Hoje em dia se sabe que o número atômico é também conhecido como número de prótons, e é a quantidade de prótons que determinam a energia dos raios-X (ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY, 2019).

É importante também destacar que (ao que é possível observar em nossos estudos) a TP de Werner foi esquecida por um determinado período, mas essa forma de representação retorna com o livro Práticas de Química de Inorgânica publicado em 1928 pelo químico alemão Ernst Hermann Riesenfeld (1877-1957) e, depois, nos trabalhos do químico estadunidense Glenn Theodore Seaborg (1912-1999).

Figura 6 - Sistema periódico dos elementos proposto por Riesenfeld em 1928.



Sistema periódico de los elementos

1A 2A 3A 4A 5A 6A 7A 8A 9A 10A 11A 12A 13A 14A 15A 16A 17A 18A

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

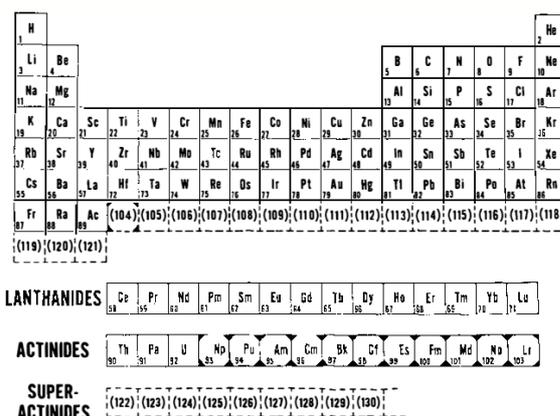
La (lantânios): 57 La 58 Ce 59 Pr 60 Nd 61 — 62 Sm 63 Eu 64 Gd 65 Tb 66 Dy 67 Ho 68 Er 69 Tm 70 Yb 71 Cp

Semimetales No metales Gases nobles

Fonte: <http://www.xtec.cat/~bnavarr1/Tabla/castellano/riesenfeld.htm>.

A TP de Reisenfeld (Figura 6) possui algumas diferenças em relação às tabelas propostas por Werner (Figura 5) e Seaborg (Figura 7). O tecnécio, por exemplo, não aparece na representação de Reisenfeld, uma vez que foi descoberto em 1937. Mas, o mais interessante é que, ao fazer a separação entre subgrupos e grupos principais, o alumínio foi disposto no grupo 3A, deixando o boro isolado no grupo 3B sem nenhum elemento abaixo dele.

Figura 7 - Tabela periódica utilizado por Seaborg em seus artigos acerca de elementos transurânicos.



The image shows Seaborg's periodic table. The main table includes elements from Hydrogen (1) to Oganesson (118). Below the main table are three separate rows of elements:

- LANTHANIDES:** Ce (58), Pr (59), Nd (60), Pm (61), Sm (62), Eu (63), Gd (64), Tb (65), Dy (66), Ho (67), Er (68), Tm (69), Yb (70), Lu (71).
- ACTINIDES:** Th (90), Pa (91), U (92), Np (93), Pu (94), Am (95), Cm (96), Bk (97), Cf (98), Es (99), Fm (100), Md (101), No (102), Lr (103).
- SUPER-ACTINIDES:** A row of elements with atomic numbers 122 through 130, enclosed in a dashed box.

Fonte: Seaborg (1968, p. 96).

Seaborg foi um pesquisador muito ativo, publicou cerca de 500 artigos científicos, 40 patentes e 30 livros. Ele contribuiu para o desenvolvimento do projeto Manhattan, no qual foi o responsável pela produção de grandes quantidades de plutônio. Trabalhou na síntese de dez elementos químicos transurânicos: plutônio, amerício, cúrio, berquélio, califórnio, einstênio, férmio, mendelévio, nobélio e seabórgio, que recebeu este nome em sua homenagem. Devido as suas contribuições na química dos elementos transurânicos ele foi agraciado com o prêmio Nobel de Química em 1951 (MATLIN; KRIEF, 2018).

Provavelmente a grande influência de Seaborg, entre os integrantes da Divisão de Nomenclatura e Representação de Estrutura da IUPAC, deve ter contribuído para que considerassem a TP utilizada por ele como a recomendada por essa organização.

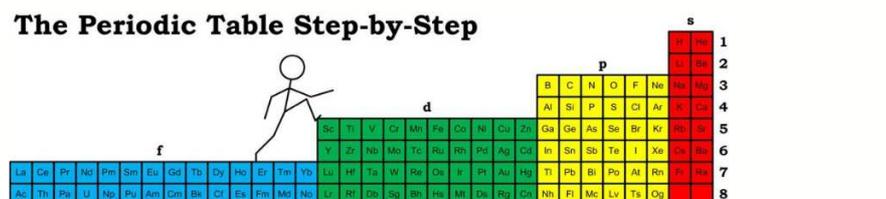
Várias propostas de tabelas periódicas foram desenvolvidas, estima-se que haja cerca de 1000 diferentes representações gráficas para a classificação e ordenação dos elementos químicos. Uma das propostas que nos parece interessante para ser explorada no contexto educacional é a produzida pelo francês Charles Janet em 1828, que é organizada da seguinte forma:

[...] os elementos do bloco s estão localizados à direita, e as subcamadas da TP são organizadas na ordem $(n-3)s$, $(n-2)p$, $(n-1)d$, nf da esquerda para a direita. Ele acreditava que nenhum elemento mais pesado que o número 120 seria encontrado, então ele não previa um bloco g. Em termos de números quânticos atômicos, cada linha corresponde a um valor da soma $(n + \ell)$ onde n é o número quântico principal e ℓ o número quântico azimutal. A tabela, portanto, corresponde à regra de Madelung, que afirma que os sub-níveis atômicos são preenchidos em ordem crescente de valores de $(n + \ell)$. Ao estudar a construção da TP escalariforme de Janet observamos que alguns dos problemas existentes (entre eles, a posição dos elementos hélio, lutécio e lawrêncio) na TP oficial são solucionados. Além disso, na TP de Janet não há necessidade de interromper a sequência ou mover o bloco f para uma "nota de rodapé" (ROMERO; CUNHA, 2018, *online*).

Recentemente, Kurushkin (2017) explorou a TP de Janet (Figura 8) no artigo *Building the Periodic Table Based on the Atomic Structure* [Construindo a TP com base na estrutura atômica] para “[...] enfatizar a correlação entre a TP e a estrutura atômica dos elementos químicos, demonstrando a arquitetura da TP com base na estrutura atômica passo a passo” (p. 976).

Figura 8 - Representação da tabela periódica do tipo escalariforme produzida por Charles Janet em 1828.

The Periodic Table Step-by-Step



																		s		1																														
																		p		2																														
																		B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	3																								
																		Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	4																								
																		V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Rb	Sr	5																
																		Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	Cs	Ba	6														
																		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	7
																		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	Nb	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	8			

Fonte: Kurushkin (2017, p. 976).

Vale ressaltar que, as propostas de Charles Janet não são mencionadas nas duas revisões publicadas acerca da histórica da TP publicadas, no periódico *Química Nova*, por Melo Filho; Faria (1990) e Tolentino; Rocha-Filho; Chagas (1997) e, que com frequência são utilizadas como referência por autores de livros didáticos de Química, o que indica que esse autor e suas produções devem ser praticamente desconhecidas pelos/as integrantes da comunidade de Ensino de Química brasileiros (ROMERO; CUNHA, 2018). Destacamos que Charles Janet (1849-1932), engenheiro de formação, foi um cientista “amador”, mas de renome, publicou mais de cem artigos, a maioria acerca de temas relacionados à Geologia, Paleontologia, Botânica e Biologia geral, e apenas seis trabalhos acerca da classificação periódica dos elementos químicos. Na área de Química, os trabalhos de Janet são quase desconhecidos, em parte porque foram impressos em periódicos e livros com pouca distribuição, em parte porque ele não pertencia nem à comunidade de praticantes de Química nem à de Física, e em parte porque ele escreveu em língua francesa, que já estava perdendo seu destaque na publicação científica (ROMERO; CUNHA, 2018).

Há dez anos, provavelmente devido aos inúmeros questionamentos acerca da TP “aprovada” pela IUPAC, Jeffery Leigh, um membro da Divisão de Nomenclatura Química e Representação de Estrutura (IUPAC Divisão VIII), escreveu o artigo *Periodic tables and IUPAC* [Tabelas periódica e IUPAC]. Algumas informações apresentadas no referido artigo são importantes a serem consideradas em nossa discussão.

Leigh (2009) afirma que a IUPAC não aprovou nenhuma representação específica da TP, e uma representação aprovada pela IUPAC não existe. Segundo o autor até mesmo os

membros da IUPAC utilizam em suas publicações o dizer “Tabela periódica dos elementos da IUPAC”. O autor alerta que a única recomendação específica feita pela IUPAC em relação à TP abrange a numeração dos grupos de 1 a 18.

O autor discute que, por vários motivos, novas formas de TP estão sendo continuamente propostas. Um exemplo, apresentado no artigo, ainda que o devido crédito não tenha sido feito, é a TP de Carles Janet. A partir desse exemplo, o autor argumenta que é a pessoa que usa a tabela que deve determinar se ela atende aos seus requisitos (LEIGH, 2009). Leigh menciona que recebe muitas das novas versões de TP, geralmente com uma solicitação que a IUPAC considere sua aprovação formal. Leigh esclarece que a resposta da IUPAC, por meio da Divisão de Nomenclatura e Representação de Estrutura, é recusar qualquer proposta, independentemente do mérito (LEIGH, 2009).

Apesar desse posicionamento da IUPAC, Leigh (2009) recomenda que professores/as e outras pessoas não devem hesitar em desenvolver novas formas da TP e publicá-las, se assim o desejarem. No entanto, o autor alerta para não alterar a numeração recomendada dos grupos de 1 a 18, a menos e até que possam propor algo que atenda aos seus próprios critérios e aos da IUPAC para maior clareza, simplicidade e brevidade. O autor finaliza seu artigo indicando que os/as autores/as de novas propostas de TP devem abster-se de procurar a IUPAC para aprovação de sua representação, a menos que esses critérios sejam atendidos.

Além das referências citadas no presente capítulo, indicamos oito vídeos disponíveis no *YouTube* (Quadro 2), a maioria de curta duração, entre 8 a 20 minutos, que ilustram e complementam as discussões aqui apresentadas.

Quadro 2 - Indicação de vídeos que apresentam aspectos históricos da tabela periódica.

Título do vídeo	Duração aproximada	Link para acesso
Em busca dos elementos - Documentário	1h 53 min.	www.youtube.com/watch?v=xE9i6oHzBZc
Aula 24 - Documentário - História da tabela periódica	13 min.	www.youtube.com/watch?v=8QNLfwjzbZw
Dimitri Mendeleev e a Tabela Periódica dos Elementos Químicos	20 min.	www.youtube.com/watch?v=zcONtQeNfm0
Grandes Questões - O Sonho de Mendeleiev	19 min.	www.youtube.com/watch?v=VSmhJHT9pfw
História da Tabela Periódica - Antes de Mendeleev - Vídeo 1	9 min.	www.youtube.com/watch?v=51V6BIkAhvQ
História da Tabela Periódica - Antes de Mendeleev - Vídeo 2	8 min.	www.youtube.com/watch?v=4VZOSASGPgw
História da Tabela Periódica - Mendeleev e além - Vídeo 1	10 min.	www.youtube.com/watch?v=syuZUv-AjF8&t=29s
História da Tabela Periódica - Mendeleev e além - Vídeo 2	10 min.	www.youtube.com/watch?v=mqTqAbTdBs4

Fonte: Compilação feita pelos autores.

Os quatro últimos vídeos foram produzidos pelo professor David V. Black que mantém o site *The Elements Unearthed - Our Discovery and Usage of the Chemical Elements* [Os elementos desenterrados - nossa descoberta e uso dos elementos químicos], disponível em: elementsunearthed.com. Esses vídeos foram produzidos com a contribuição do filósofo e historiador da Química Eric Scerri, e apresentam muitas das tabelas originais produzidas no período de desenvolvimento inicial da TP, que estão compiladas no livro *Graphic representations of the periodic system during one hundred years* [Representações gráficas do sistema periódico durante cem anos] produzido por Edward G. Mazurs (1894-1983).

Considerações finais

Finalizamos esse capítulo muito distante de encerrar as discussões que se fazem necessárias para entendermos esse objeto de estudo nas mais variadas perspectivas do conhecimento. Apesar disso, acreditamos que o breve resgate histórico apresentado serve como base para produção de situações de ensino envolvendo aspectos históricos da TP para serem utilizadas por professores/as nos mais variados níveis de escolarização.

Como pôde ser observado a atribuição da “paternidade” da TP ao químico Mendeleev é bastante superficial e desconsidera todas as outras contribuições anteriores e posteriores à publicação de sua proposta de TP. Considerando uma perspectiva mais atual da Historiografia da Ciência, podemos considerar que a TP é um fato científico produzido por vários personagens, que viveram em diferentes períodos e contextos, e que contribuíram para seu desenvolvimento, e convencimento dos praticantes da Química.

Referências bibliográficas

BEDSON, P. P. Lothar Meyer memorial lecture. **Journal of the Chemical Society, Transactions**, v.69, p. 1403-1439, 1986.

BIERENSTIEL, M.; SNOW, K. Periodic universe: a teaching model for understanding the periodic table of the elements. **J. Chem. Educ.**, v. 96, n. 7, p. 1367-1376, 2019.

CRUZ, R. N. História e historiografia da ciência: considerações para pesquisa histórica em análise do comportamento. **Rev. Bras. Ter. Comport. Cogn.**, v. 8, n. 2, p. 161-178, 2006.

DEMIRCIOĞLUA, H.; DEMIRCIOĞLUA, G.; ÇALIKB, M. Investigating the effectiveness of storylines embedded within a contexto-based approach: the case for the Periodic Table. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 10, p. 241-249, 2009.

FERNELIUS, W. C. Some reflections on the periodic table and its use. **Journal of Chemical Education**, v. 63, n. 3, p. 263-266, 1986.

FRANCO-MARISCAL, A. J. et al. A game-based approach to learning the idea of chemical elements and their periodic classification. **J. Chem. Educ.**, v. 93, n. 7, p. 1173-1190, 2016.

GIUNTA, C. J. J. A. R. Newlands' classification of the elements: periodicity, but no system. **Bulletin for the History of Chemistry**, v. 24, p. 24-31, 1999.

KEDROV, B. M. On the question of the psychology of scientific creativity (On the occasion of the discovery by D. I. Mendeleev of the periodic law). **Soviet Psychology**, v. 5, n. 2, p. 18-37, 1966-1967.

KROTIKOV, V. A. The Mendeleev archives and museum of the Leningrad University. **Journal of Chemical Education**, v. 37, n. 12, p. 625-628, 1960.

KURUSHKIN, M. Building the Periodic Table based on the atomic structure. **Journal of Chemical Education**, v. 94, n. 7, p. 976-979, 2017.

LEE, CHANG-HUNG et al. Using a table tennis game, “Elemental Knock-Out”, to increase students’ familiarity with chemical elements, symbols, and atomic numbers. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 10, p. 1744-1748, 2016.

LEITE, B. S. O ano internacional da tabela periódica e o ensino de química: das cartas ao digital. **Química Nova**, v. 42, n. 6, p. 702-710, 2019.

LEIGH, G. J. Periodic tables and IUPAC. **Chemistry International**, v. 31, n. 1, 2009. Disponível em: <http://publications.iupac.org/ci/2009/3101/1_leigh.html>. Acesso em: 01 out. 2019.

MATLIN, S. A.; KRIEF, A. Glenn Seaborg, the periodic table and a Belgian NGO. **Chimie Nouvelle**, n. 129, p. 1-10, 2018.

MELO FILHO, J. M.; FARIA, R. B. 120 anos da classificação periódica dos elementos. **Química Nova**, v. 13, n. 1, p. 53-58, 1990.

MENDELÉFF, D. I. LXIII. The periodic law of the chemical elements. **Journal of the Chemical Society**, v. 55, p. 634-656, 1889.

ODLING, W. On the proportional numbers of the elements. **The Quarterly Journal of Science**, v. 1, n. 1-4, p. 642-648, 1864.

PFFISTER, R. L. **The historical development of the periodic classification of the chemical elements**. 1964. 40 f. Dissertação (Master of Science) - Department of Physical Science, Kansas State University, Manhattan.

RITTER, O. M. S.; CUNHA, M. B.; STANZANI, E. L. Discutindo a classificação periódica dos elementos e a elaboração de uma Tabela Periódica interativa. **Actio: Docência em Ciências**, v. 2, n. 1, p. 359-375, 2017.

ROMERO, A. L.; CUNHA, M. B. A tabela periódica escalariforme de Charles Janet e algumas (tentativas de) adaptações ao longo dos anos. Simpósio Brasileiro de Educação Química, 16., 2018, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química, 2018.

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY. **Development of the periodic table**. Disponível em: <<https://www.rsc.org/periodic-table/history/about>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D. E GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2009.

SCERRI, E. R. **The Periodic Table: its story and its significance**. New York: Oxford University Press, 2007.

SCERRI, E. The discovery of the periodic table as a case of simultaneous discovery. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 373, n. 2037, p. 20140172-20140172, 2015.

SEABORG, G. T. Elements beyond 100, present status and future prospects. **Annual Review of Nuclear and Particle Science**, v. 18, p. 53-152, 1968.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; CHAGAS, A. P. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos químicos. **Química Nova**, v. 20, n. 1, p. 103-117, 1997.

VENABLE, F. P. **The development of the periodic law**. Easton, PA: Chemical Publishing Co., 1896.

WILLIAMSON, A. W. Proceedings of Societies - Chemical Society. **Chemical Society**, p. 113, 1866.

WERNER, A. Beitrag zum Ausbau dea periodisohen systems. **Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft**, v. 38, n. 1, p. 914-921, 1905.

AVALIAÇÃO DO EFEITO DA TEMPERATURA DE CALCINAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E MORFOLÓGICAS DA ALUMINA

Antusia dos Santos Barbosa¹
Antonielly dos Santos Barbosa²
Meiry Gláucia Freire Rodrigues³

RESUMO

As nanopartículas de alumina têm amplo uso nos campos de adsorção e catálise, devido às suas propriedades ácido-base, alta área específica, estabilidade mecânica e térmica. Diante disso o objetivo desse trabalho foi sintetizar a γ -alumina através da decomposição térmica do sulfato de alumínio e do acetato de alumínio, utilizados como matéria prima e avaliar a influência da temperatura de decomposição nas características estruturais e morfológicas das mesmas visando serem utilizadas em distintas aplicações futuras. As matérias primas e os pós sintetizados foram caracterizados através de difração de raios X, análise térmica e microscopia eletrônica de varredura. Os resultados obtidos comprovaram a decomposição térmica das matérias primas utilizadas para obtenção do pó cerâmico. Observou-se também a formação da fase metaestáveis da alumina (γ -alumina), independente da matéria prima utilizada (sulfato de alumínio e acetato de alumínio). Quanto à morfologia, a mudança na temperatura de decomposição não alterou de forma significativa o material sintetizado. As características geradas pelas aluminas possibilitam sua aplicação em membranas, catálise, adsorção, compósitos, etc.

Palavras-chave: Sulfato de alumínio, Acetato de alumínio, Decomposição térmica, γ -alumina.

INTRODUÇÃO

Hoje em dia a evolução tecnológica é bastante rápida e a busca por novos materiais e novas aplicações é contínua. Simultaneamente, também há um trabalho significativo de melhoria de materiais já existentes. Os precursores de alumina sintética mais usados, como os alcóxidos e sais de alumínio, representam uma classe de materiais com grande potencial em diversas áreas (ALMEIDA et al., 2020, p. 102189, HUO et al., 2020, p. 4253-4264).

O óxido de alumina é um dos materiais cerâmicos mais importantes e utilizados atualmente devido à sua alta resistência e rigidez (YANG et al., 2020, p. 20865-20870). Nanomateriais de alumina, ao contrário de outros óxidos inorgânicos nanoestruturados, como

¹ Doutor pelo Curso de Engenharia química da Universidade Federal - UFCG, antusiasb@hotmail.com;

² Doutor pelo Curso de Engenharia química da Universidade Federal - UFCG, antoniellybarbosa@yahoo.com.br;

³ Doutor pelo Curso de Química Aplicada da Université de Poitiers – França, meiry.rodrigues@ufcg.edu.br

óxido de titânio, zircônia, óxido de tungstênio, óxido férrico, óxido de zinco, normalmente usados como materiais funcionais (PATIL *et al.*, 2019, p. 13022- 13039, SHETTI *et al.*, 2019, p. 143656), vêm despertando grande interesse pelo seu sucesso em aplicações estruturais como reforço para compósitos (LEONOV, 2019, p. 66–71, BENYKHLEF *et al.*, 2016, p. 1877–1885).

Quando comparada a outros óxidos, a alumina tem despertado grande interesse em aplicações em áreas industriais por apresentar: partículas finas, alta área superficial, estabilidade térmica, condutividade, inércia à maioria dos ácidos e álcalis, capacidade de adsorção, resistência ao desgaste, isolamento elétrico e não tóxica e boa atividade catalítica (COSTA *et al.*, 2014, p. 171-182, SAID *et al.*, 2020, p. 344–363; LÓH *et al.*, 2020, p. 12740-12743). Dentre as cerâmicas avançadas, a alumina é a mais utilizada na indústria, pois também apresenta bom desempenho em termos de resistência mecânica, corrosão e alta dureza com boa relação custo / benefício. Apresenta uma boa combinação de propriedades mecânicas e elétricas, favorecendo seu uso em uma ampla gama de aplicações. Podemos encontrá-lo em ferramentas de corte de alta velocidade, isoladores químicos e elétricos, peças resistentes ao desgaste ou implantes dentários (HRUBOVČÁKOVÁ *et al.*, 2020, p. 4818-4824). Além disso, a alumina pode ser produzida em diferentes percentuais de pureza e / ou formar outros compósitos cerâmicos, melhorando suas propriedades (COSTA *et al.*, 2014, p. 171-182).

As condições dos processos de síntese e preparação afetam fortemente as propriedades dos nanopós de alumina, tais como: morfologia, área superficial específica, tamanho e distribuição das partículas, bem como a estrutura e forma dos grânulos (duros ou moles, sem forma e esférico etc.) (YILDIZ E SOYDAN, 2019, p. 17521–17528).

Estudos têm sido realizados visando a síntese de nanopós de alumina, entre eles o sol-gel. Em segundo lugar (VASUDEVAN *et al.*, 2013, p. 3195–3204, ANGEL *et al.*, 2012, p. 650-657, MIRJALILI *et al.*, 2010, p. 1253-1257, ZHANG *et al.*, 2016, p. 6587-6594) é um método com algumas vantagens, incluindo o uso de uma temperatura de síntese mais baixa, melhor homogeneidade, e pode produzir pós finos de alta pureza com uma alta área de superfície específica. Outros métodos como co-precipitação (PANDEY *et al.*, 2014, p. 456-463) hidrotérmico (MILLS E BLACKBURN, 2000, p. 1085-1090), também são relatados, onde os precursores são bem misturados e a composição da solução é controlada com precisão. Porém, o método de precipitação é uma técnica muito complexa, requer muito tempo no processo de lavagem e envelhecimento dos precipitantes, visto que a necessidade de altas temperaturas e pressão para formar partículas diretamente é uma das dificuldades do

método hidrotérmico (REZAE *et al.*, 2018, p. 19963-19969). A qualidade dos produtos obtidos é o que restringe o uso de técnicas, que exigem altas temperaturas, o que leva ao crescimento do cristal, agregação e sinterização das partículas, evitando a formação de nanopartículas. O efeito da temperatura de decomposição nas características estruturais e morfológicas do sulfato de alumínio e do acetato de alumínio para a obtenção de γ -alumina tem sido utilizado como uma alternativa viável para a produção de aluminas com estruturas porosas neste trabalho.

Além dos hidróxidos de alumínio, as aluminas também podem ser obtidas a partir de alguns sais hidratados cristalinos de alumínio, compostos esses que vem sendo estudados extensivamente há décadas (MOSELHY *et al.*, 1994, p. 25-35, SATO; OZAWA; IKOMA, 1984, p. 129-137).

Os sais hidratados de alumínio, incluindo alumínio tri e mono hidróxidos, são materiais importantes e, atualmente, cada vez mais atenções têm sido atraídas para suas investigações devido às suas várias aplicações, tais como, agente de polimento em pasta de dentes, revestimento e preenchimento em fabricação de papel. Além destes, a utilidade de extrema importância dos sais hidratados de alumínio é como precursores para a produção de aluminas ativadas utilizadas como catalisadores, suportes catalíticos, adsorventes e avançados materiais cerâmicos (JIAO *et al.*, 2012, p. 167–177).

Grupos de alumina como (η , χ , ρ e γ) são obtidos em baixa temperatura, enquanto outro grupo de alumina (θ , δ , κ e α) são obtidos em alta temperatura. A estrutura do γ - Al_2O_3 é considerada um espinélio defeituoso com deficiência de cátions e caracterizada por redes cúbicas de oxigênio compactadas (SAID *et al.*, 2020, p. 344–363).

O presente estudo insere-se nesta linha de pesquisa e representa uma contribuição, apresentando a preparação da γ -alumina a partir da decomposição térmica do sulfato de alumínio e do acetato de alumínio, que foram utilizados como matéria-prima para a produção de alumina. O efeito de parâmetros experimentais, como o tipo de matéria-prima utilizada na fabricação do pó cerâmico, foi investigado.

METODOLOGIA

A metodologia descrita para obtenção da alumina foi baseado no procedimento de Cartaxo (2011). Para isto dois materiais de partida foram utilizados: sulfato de alumínio P.A ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$) e acetato de alumínio P.A ($(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2 \cdot \text{Al}(\text{OH})$), onde de acordo com a literatura pode-se obter a alumina na sua fase gama.

Tanto a matéria-prima como os pós sintetizados foram caracterizados através de difração de raios X (Shimadzu, XRD6000), análise térmica (Shimadzu - DTG 60H) e microscopia eletrônica de varredura (MEV) (Philips XL 30 EDAX).

A metodologia descrita para a obtenção da γ -alumina a partir da decomposição térmica do sulfato de alumínio está apresentada na Fig. 1.

Inicialmente foi realizada a decomposição térmica do sulfato de alumínio em forno mufla, a uma temperatura de 1000 °C, utilizando taxa de aquecimento de 5 °C/min e patamar de 2 horas.

O material obtido γ -alumina (em pó), foi submetido ao processo de caracterização para constatação da decomposição do óxido sulfúrico (SO₃) e água (H₂O). A reação de decomposição térmica do sulfato de alumínio pode ser observado na Equação 1.

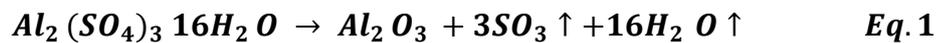
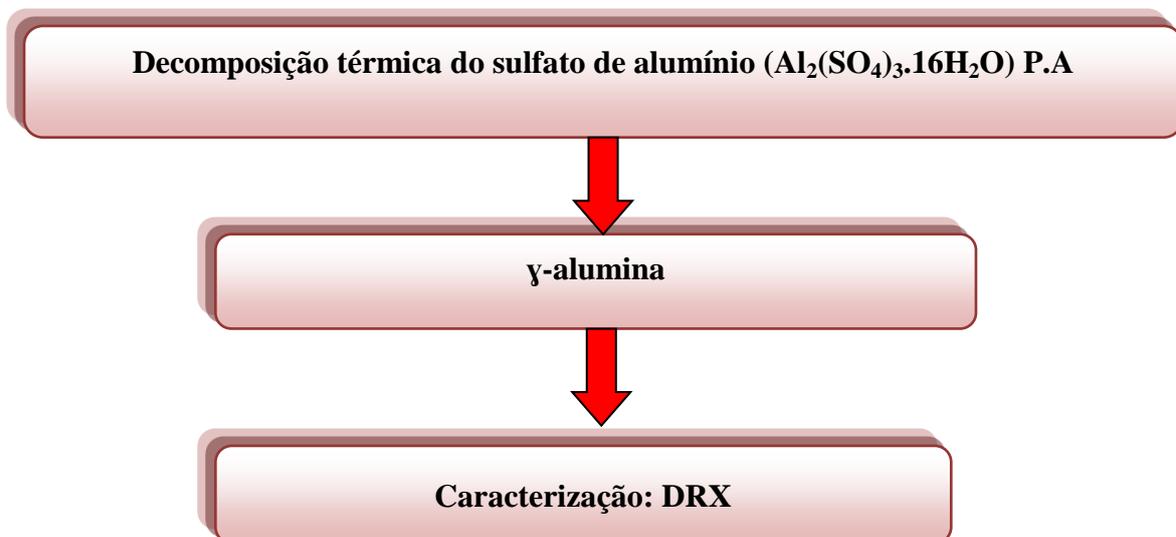


Figura 1. Diagrama do processo de obtenção da γ -alumina a partir da decomposição térmica do sulfato de alumínio.



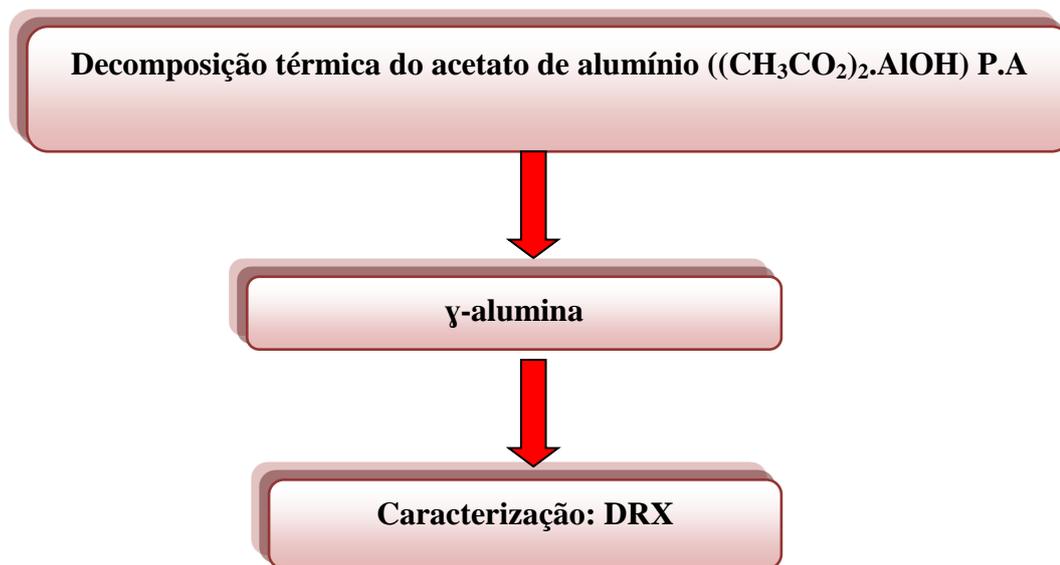
A metodologia descrita para a obtenção da γ -alumina a partir da decomposição do acetato de alumínio está apresentada na Fig 2.

Foi realizada a decomposição térmica do acetato de alumínio, em forno mufla, a uma temperatura de 850 °C, utilizando taxa de aquecimento de 5 °C/min e patamar de 2 horas.

O material obtido γ -alumina (em pó), foi submetido ao processo de caracterização para constatação da decomposição do dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O). A reação de decomposição térmica do acetato de alumínio pode ser observado na Equação 2.



Figura 2. Diagrama do processo de obtenção da γ -alumina a partir da decomposição térmica do acetato de alumínio.

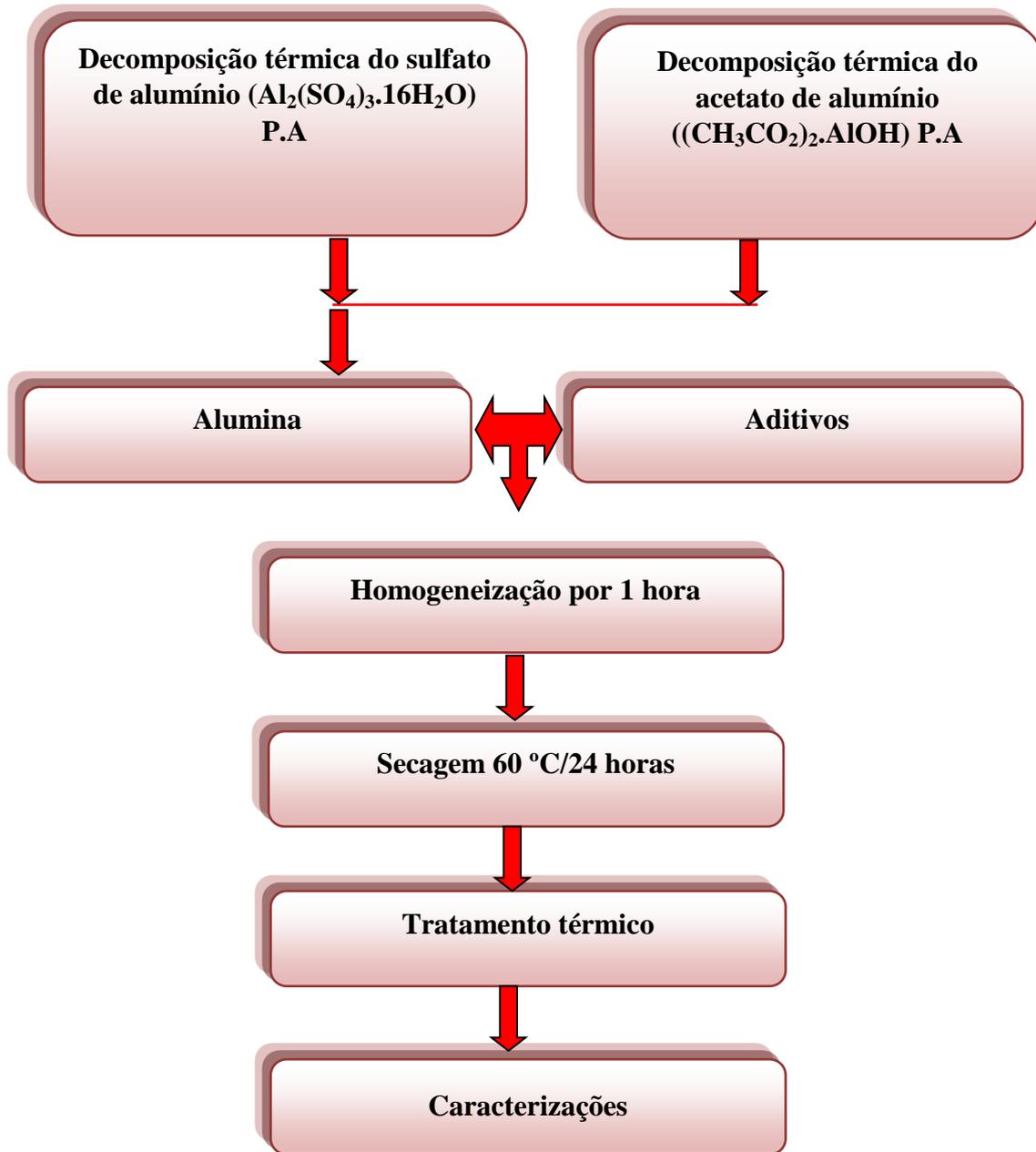


A produção do pó cerâmico (γ -alumina) com duas matérias-primas (sulfato de alumínio e acetato de alumínio) foi realizada através do método da conformação.

Havia uma mistura de γ -alumina com aditivos em um total de 200 ml de dispersão na seguinte composição: 40% de alumina obtida acima; 0,2% de ácido para-aminobenzóico (dissolvido em álcool etílico), 0,5% de ácido oleico (lubrificante) e 59,3% de álcool etílico. A mistura foi moída por uma hora em um moinho de bolas, e então colocada em estufa por 24 horas a 60 ° C para secagem. Por fim o material obtido (γ -alumina) foi submetido a um tratamento térmico a 700 ° C por 2 h.

A metodologia descrita para a obtenção do pó cerâmico (γ -alumina) com duas matérias-primas (sulfato de alumínio e acetato de alumínio) está apresentada na Fig. 3.

Figura 3. Diagrama do processo de obtenção da membrana cerâmica γ -alumina.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Fig. 4 e 5 mostram, respectivamente, as curvas DTA e TG do sulfato de alumínio e do acetato de alumínio para obtenção da γ -alumina.

Figura 4. Curva de análise térmica diferencial e gravimétrica do sulfato de alumínio.

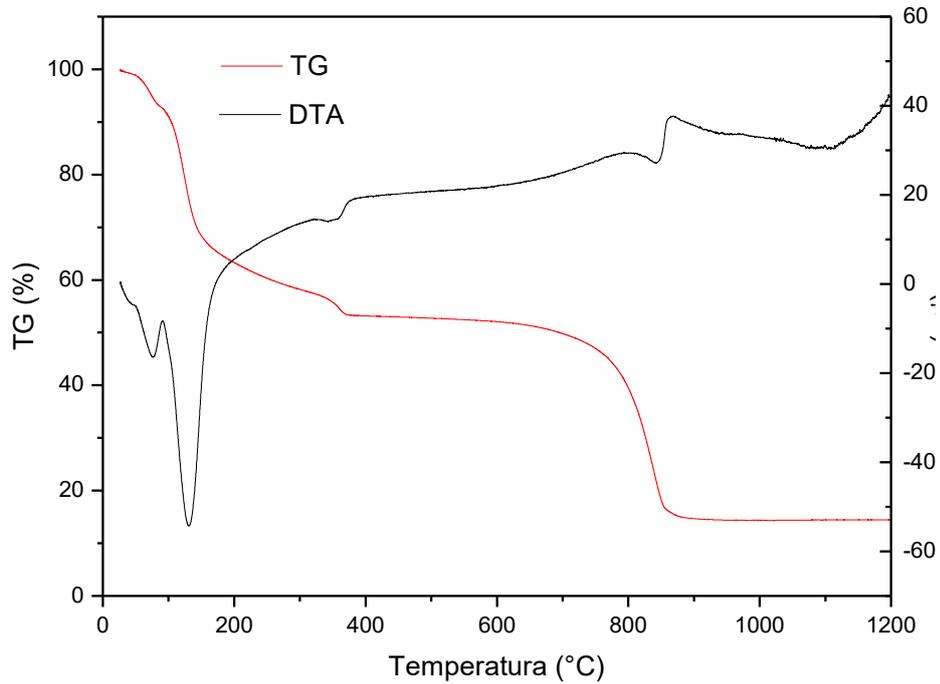
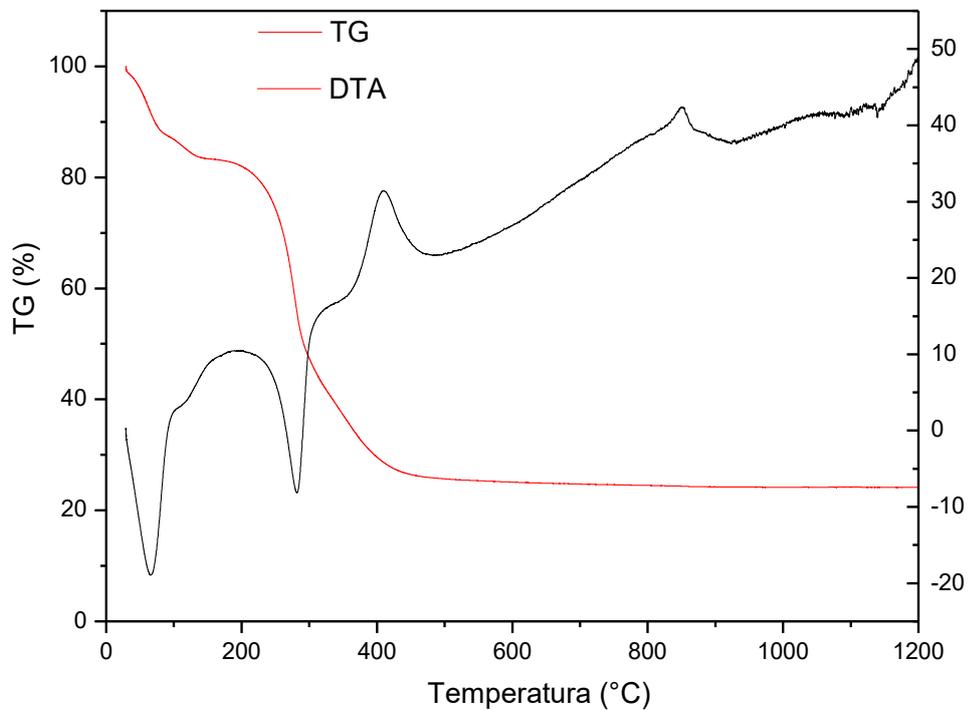


Figura 5. Curva de análise térmica diferencial e gravimétrica do acetato de alumínio.



Na Fig. 4, a curva DTA mostra dois picos endotérmicos em aproximadamente 76 e 130 (83) 3322.3222 °C, relacionada à presença de água livre e adsorvida no sulfato de alumínio. A cerca de 400 contato@conapesc.com.br www.conapesc.com.br

°C, a decomposição da água de hidratação do sulfato de alumínio foi praticamente concluída. Continuando sua decomposição acima de 400 °C. Um pico exotérmico foi observado na curva DTA, em torno de 863 °C, possivelmente este pico está relacionado à transformação de fase da alumina de transição existente nesta temperatura δ -alumina e θ -alumina para α -alumina, entretanto, esta transição só pode ser observada na análise de DRX após tratamento térmico a uma temperatura de 1100 °C (KARA e SAHIN, 2000, p. 689-694). Houve uma perda total de massa de aproximadamente 87,89%, correspondendo à perda de água livre e adsorvida, bem como à decomposição do sulfato de alumínio.

No caso do acetato de alumínio, na Fig. 5, a curva DTA mostrou dois picos endotérmicos em aproximadamente 65 e 281 °C. O primeiro pico provavelmente está relacionado à perda de umidade presente no acetato de alumínio. O segundo pico endotérmico está relacionado principalmente à perda de água originada tanto da desidroxilação quanto do início da decomposição do grupo acetato (CH_3COO). Houve também um pico exotérmico na curva DTA, em torno de 410 °C, que corresponde principalmente à decomposição dos grupos acetato, com a formação de água e CO_2 . Outro pico exotérmico é observado na curva DTA em torno de 852 °C, este pico provavelmente está relacionado à transformação de fase da alumina de transição existente nesta temperatura δ -alumina e θ -alumina para α -alumina, entretanto, esta transição só pode ser visto no DRX após tratamento térmico a uma temperatura de 1100 °C (MARCOS, 2008). A perda de peso total é de aproximadamente 75,34%, correspondendo a perda de água livre e adsorvida, bem como a decomposição do acetato de alumínio.

As Fig. 6 e 7 representam os difractogramas do sulfato de alumínio e do acetato de alumínio. As curvas de difração de raios-X indicam que os materiais de partida (acetato de alumínio e sulfato de alumínio) são estruturados em uma fase cristalina que, sob aquecimento, é completamente decomposta a uma temperatura igual ou superior a 1000 °C, para o sulfato de alumínio, conforme observado nas curvas DTA / TG da Fig. 4, com relação ao acetato de alumínio, seu processo de decomposição inicia-se a 281 °C, conforme observado nas curvas DTA / TG da Fig. 5, dando origem a uma alumina de transição (γ -alumina).

Figura 6. Difractograma do sulfato de alumínio.

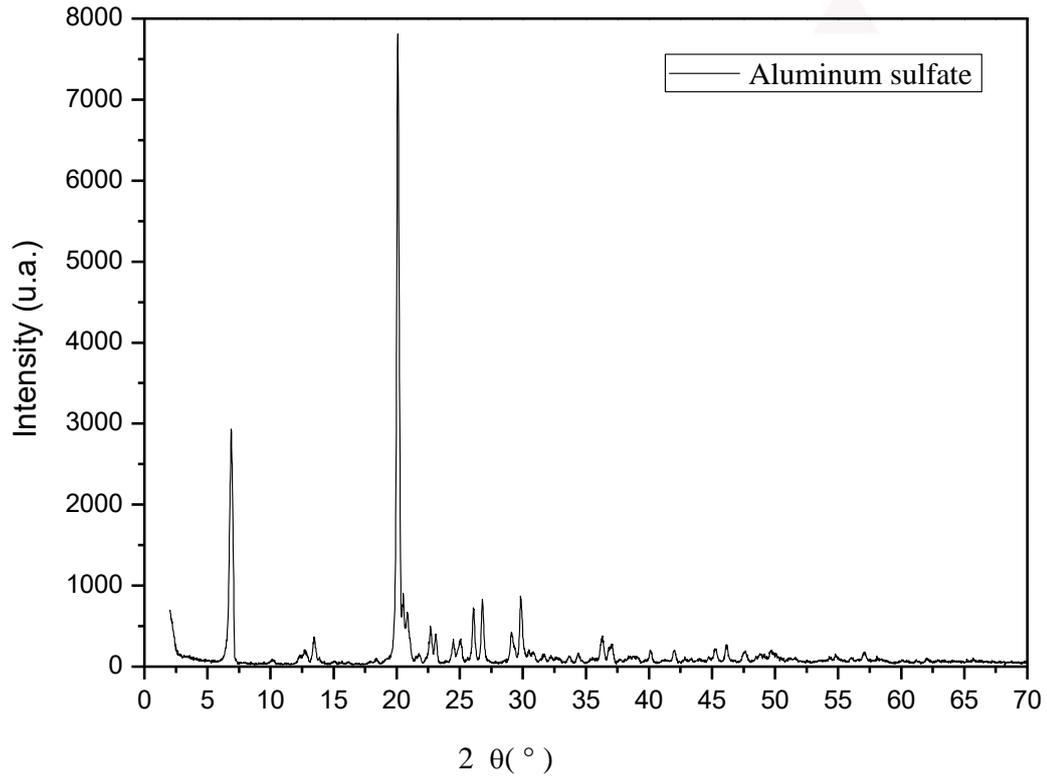
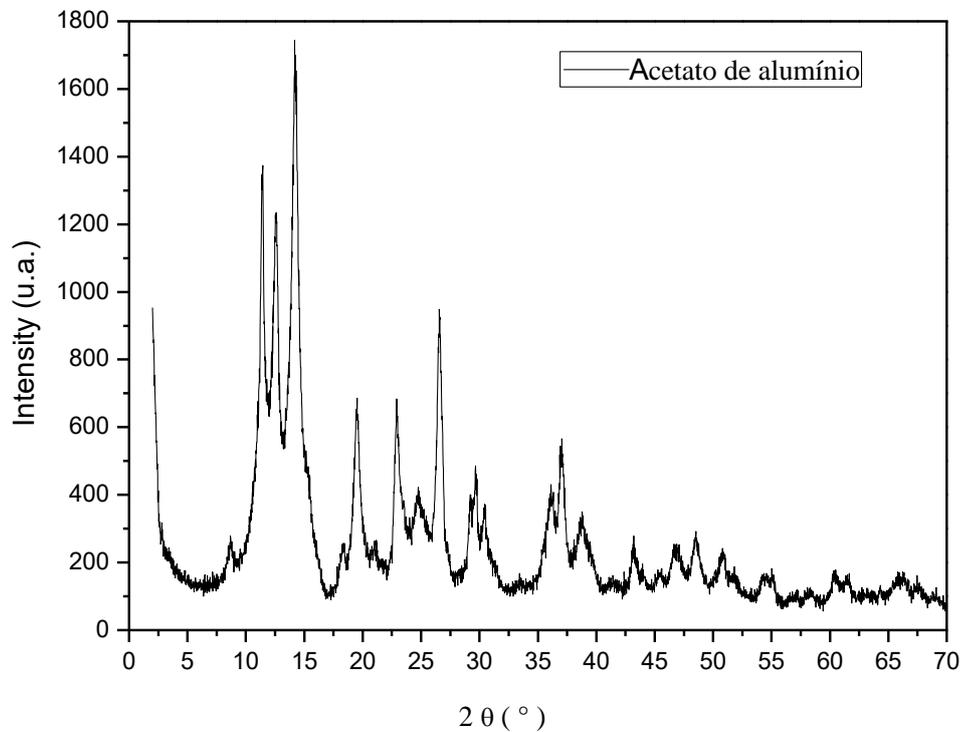


Figura 7. Difractograma do acetato de alumínio.



Os difractogramas da γ -alumina, obtidos após a decomposição térmica do sulfato de alumínio e acetato de alumínio são mostrados nas Fig. 8 e 9.

Os padrões de DRX nas Fig. 8 e 9, indicam picos em $2\theta = 19^\circ$, $2\theta = 32 - 45^\circ$ e $2\theta = 60 - 67^\circ$ (JCPDS 10 - 0425). Evidenciando a formação de γ -alumina nas decomposições realizadas, sem a presença de contaminação.

Na Tabela 1 são apresentados os dados de difração de raios-X para γ -alumina após decomposição, conformação e sinterização do sulfato de alumínio e acetato de alumínio. Com base nesses resultados, é possível confirmar a formação da fase de transição γ -alumina e a estrutura cristalina do óxido de alumínio em sua pureza mais estável. Os parâmetros de célula unitária e volume de célula unitária obtidos para a γ -alumina sintetizada neste trabalho foram $a = b = c = 7,94 \text{ \AA}$ e $7,64 \text{ \AA}$. Estes estão em boa concordância com os valores da literatura (BUSCA, 2014, p. 319-404). A faixa γ -alumina é uma das fases de transição da alumina de geometria centrada na face cúbica, esta geometria é caracterizada por possuir os parâmetros de célula unitária $a = b = c$, conforme JCPDS 10 - 0425.

Figura 8. XRD γ -alumina, obtida por decomposição térmica do sulfato de alumínio.

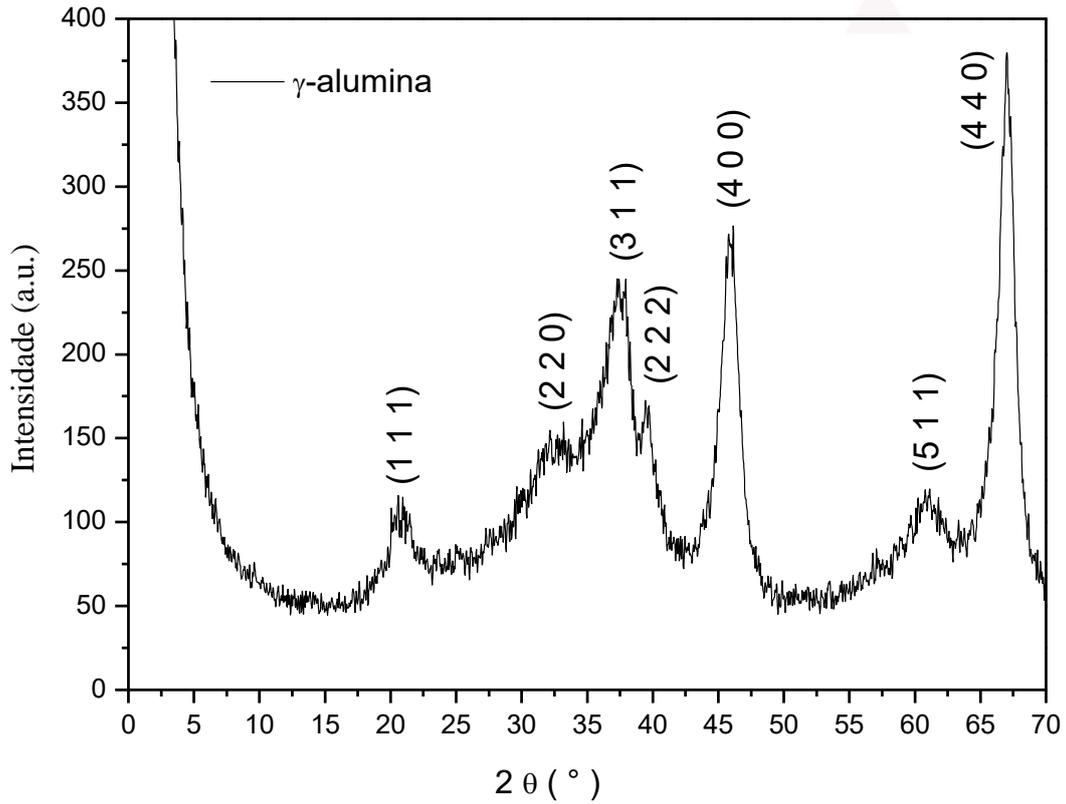


Figura 9. XRD γ -alumina, obtida por decomposição térmica do sulfato de alumínio.

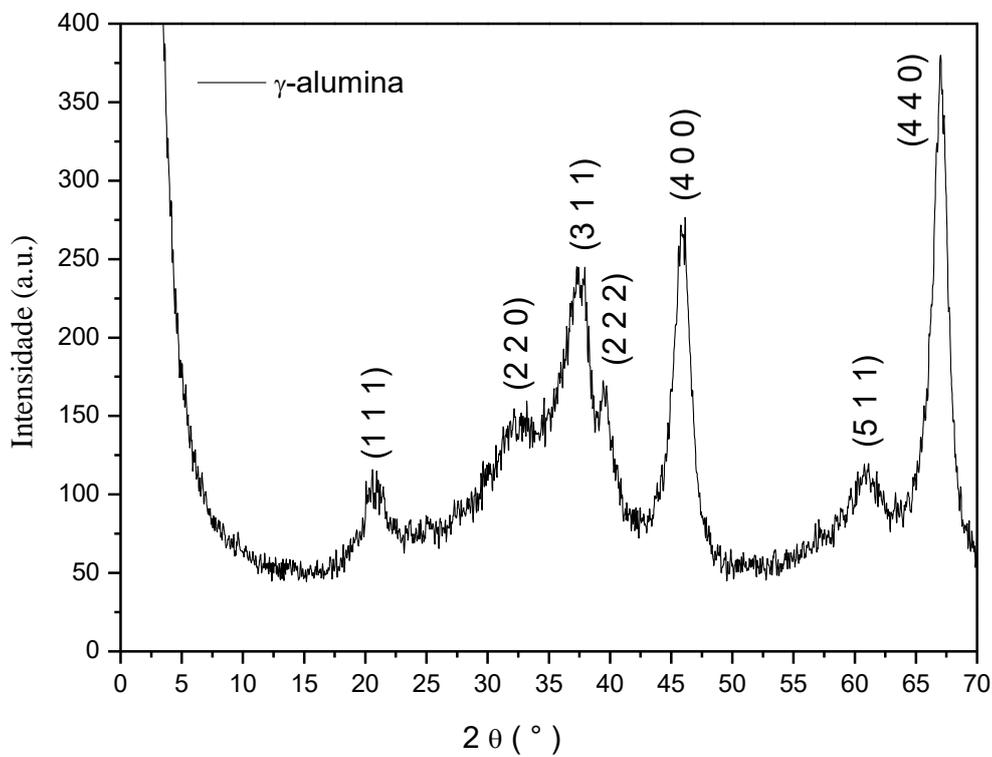


TABELA 1. Difração de raios-X de γ -alumina após decomposição, conformação e sinterização das matérias-primas (sulfato de alumínio e acetato de alumínio).

γ -alumina						
(γ-alumina) obtida a partir da decomposição térmica do sulfato de alumínio						
Parâmetros cristalográficos						
Índices de Miller	Posições angulares	Interplana r distances	Parâmetros de célula unitária (Å)			Volume da célula unitária (Å) ³
			A	B	c	
Hkl	2 θ (°)	d (Å)	A	B	c	
111	19.83	4.47	7.94	7.94	7.94	500.6
220	32.57	2.74				
311	37.48	2.39				
222	39.57	2.27				
400	45.67	1.98				
511	60.93	1.51				
440	67.21	1.39				
(γ-alumina) obtida a partir da decomposição térmica do acetato de alumínio						
Hkl	2 θ (°)	d (Å)	A	b	c	
111	20.12	4.41	7.64	7.64	7.64	445.94
220	32.09	2.78				
311	37.37	2.40				
222	39.35	2.28				
400	45.92	1.97				
511	60.89	1.52				
440	67.02	1.39				

De acordo com as micrografias apresentadas nas Fig. 10 e 11, γ -alumina, obtida por decomposição térmica (sulfato de alumínio e acetato de alumínio), é possível observar uma microestrutura homogênea para ambas as amostras. A diferença de temperatura de decomposição não influenciou significativamente a morfologia das alumininas (COSTA et al., 2014, p. 171-182).

Figura 10. γ -alumina, obtida por decomposição térmica do sulfato de alumínio.

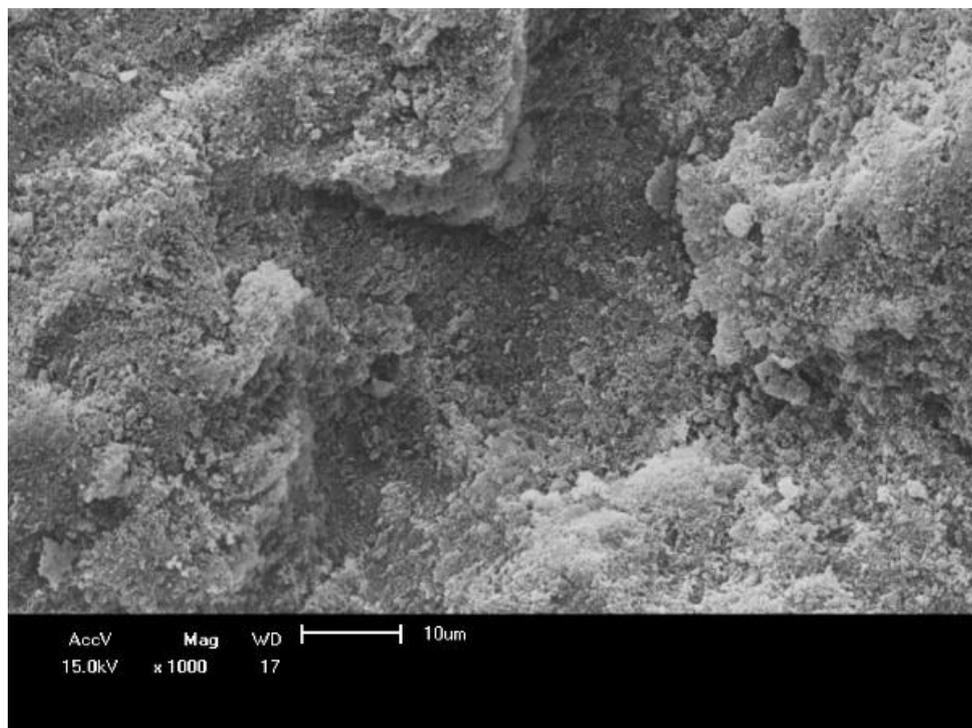
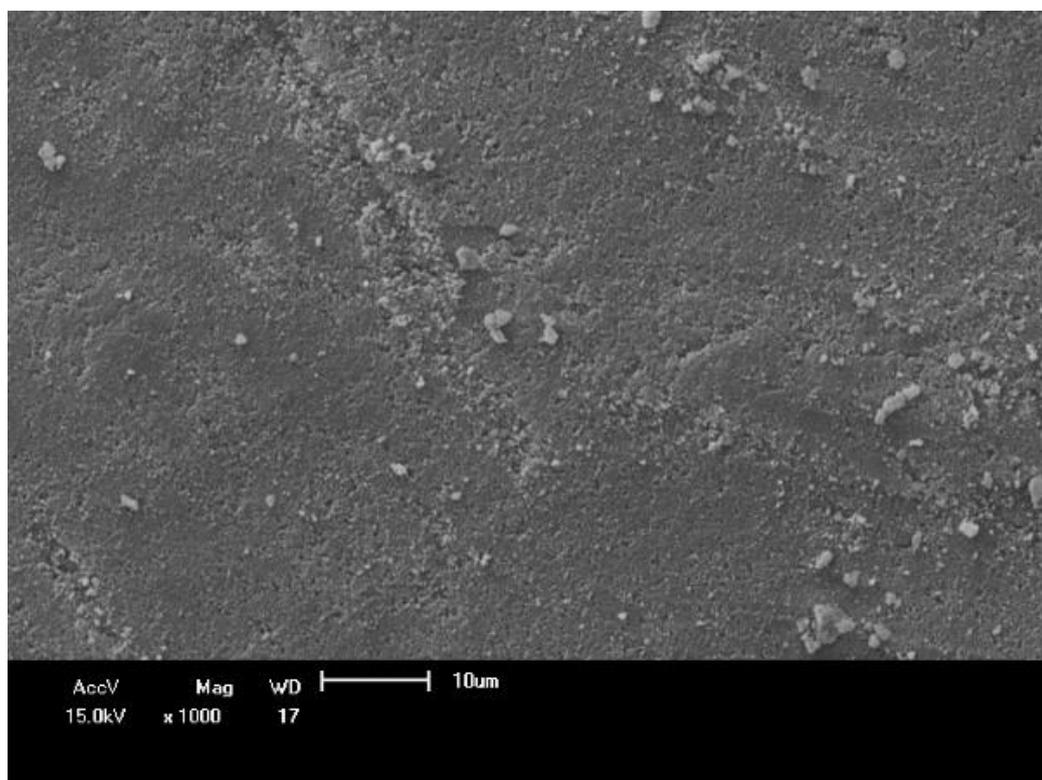


Figura 11. γ -alumina, obtida por decomposição térmica do acetato de alumínio



CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que a decomposição das matérias-primas utilizadas (sulfato de alumínio e acetato de alumínio) permite a obtenção de material constituído de alumina gama após tratamento térmico a temperaturas de 1000 ° C e 850 ° C, respectivamente. As temperaturas de calcinação utilizadas a 700 ° C mostraram-se eficientes na obtenção da fase gama final da alumina após o processo de conformação do pó.

REFERÊNCIAS

HUO, C., TIAN, X., NAN, Y., & LI, D. Hierarchically porous alumina ceramic catalyst carrier prepared by powder bed fusion. *Journal of the European Ceramic Society*. v. 40, Issue 12, p. 4253-4264, 2020.

ALMEIDA, C. M. R., GHICA, M. E., & DURÃES, L. R. An overview on alumina-silica-based aerogels. *Advances in Colloid and Interface Science*, v. 282, 102189, 2020.

YANG, R., QI, Z., GAO, Y., YANG, J., ZHOU, Y., LIU, H., ... JIAO, J. Effects of alumina sols on the sintering of α -alumina ceramics. *Ceramics International*. v. 46, p. 20865-20870, 2020.

PATIL, S. B., BASAVARAJAPPA, P. S., GANGANAGAPPA, N., JYOTHI, M. S., RAGHU, A. V., & REDDY, K. R. Recent advances in non-metals-doped TiO₂ nanostructured photocatalysts for visible-light driven hydrogen production, CO₂ reduction and air purification. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 44, p. 13022- 13039, 2019.

SHETTI, N. P., MALODE, S. J., NAYAK, D. S., BAGIHALLI, G. B., KALANUR, S. S., MALLADI, R. S., ... REDDY, K. R. Fabrication of ZnO nanoparticles modified sensor for electrochemical oxidation of methdilazine. *Applied Surface Science*, v. 496, p. 143656, 2019.

LEONOV, A. Effect of Alumina Nanofibers Content on the Microstructure and Properties of ATZ Composites Fabricated by Spark Plasma Sintering. *Materials Today: Proceedings*, v. 11, p. 66–71, 2019.

BENYKHLEF, S., BEKHOUKH, A., BERENQUER, R., BENYOUCEF, A., MORALLON, E. Pani-derived polymer/Al₂O₃ nanocomposites: synthesis, characterization, and electrochemical studies. *Colloid and Polymer Science*, v. 294, n. 12, p. 1877–1885, 2016.

COSTA, M., LIRA, H., RIBEIRO, P. Effect of calcination temperature on the structural characteristics and morphology of aluminas synthesized by the Pechini revista *Matéria*, v. 19, n. 2, p. 171-182, 2014.

SAID, S., MIKHAIL, S., RIAD, M. Recent processes for the production of alumina nano-particles. / *Materials Science for Energy Technologies*. v. 3, p. 344–363, 2020.

LÓH, N. J., SIMÃO, L., JIUSTI, J., ARCARO, S., RAUPP-PEREIRA, F., NONI JR., A. DE., MONTEDO, O.R.K. Densified alumina obtained by two-step sintering: Impact of the microstructure on mechanical properties. *Ceramics International*, v. 46, Issue 8, Part B, p. 12740-12743, 2020.

HRUBOVČÁKOVÁ, M., MÚDRA, E., BUREŠ, R., KOVALČÍKOVÁ, A., SEDLÁK, R., GIRMAN, V., HVIZDOŠ, P. Microstructure, fracture behaviour and mechanical properties of conductive alumina based composites manufactured by SPS from graphenated Al₂O₃ powders. *Journal of the European Ceramic Society*. v. 40, Issue 14, p. 4818-4824, 2020.

YILDIZ, Ö., & SOYDAN, A. M. Synthesis of zirconia toughened alumina nanopowders as soft spherical granules by combining co-precipitation with spray drying. *Ceramics International*, v. 45,

p. 17521–17528, 2019.

VASUDEVAN, R., KARTHIK, T., GANESAN, S., JAYAVEL, R. Effect of microwave sintering on the structural and densification behavior of sol–gel derived zirconia toughened alumina (ZTA) nanocomposites, *Ceram. Int.* v. 39, p. 3195–3204, 2013.

ANGEL, J. D., AGUILERA, A. F., GALINDO, I. R., MARTÍNEZ, M., VIVEROS, T. Synthesis and characterization of alumina-zirconia powders obtained by sol-gel method: effect of solvent and water addition rate, *Mater. Sci. Applications* 3. p. 650-657, 2012.

MIRJALILI, F., HASMALIZA, M., Abdullah, L. C. Size-controlled synthesis of nano α -alumina particles through the sol–gel method, *Ceram. Int.* v. 36, Issue 4, p. 1253-1257, 2010.

ZHANG, X., LI, P., GUO, Y., YANG, X., YAN, T., GUO, X., LI, F. Preparation of alumina ultrafine powders through acrylamide, starch and glutaric dialdehyde mediated sol-gel method, *Ceram. Int.* v. 42, n. 6, p. 6587-6594, 2016.

PANDEY, A. K., JENA, U. R., BISWAS, K. In vitro ageing and wear behaviour of ceria stabilized zirconia toughened alumina (CSZ-TA) bio-ceramic, *Mater. Chem. Phys.* v. 146, p. 456-463, 2014.

MILLS, H., BLACKBURN, S. Zirconia toughened alumina by hydro-thermal processing, *J. Eur. Ceram. Soc.* v. 20, p. 1085-1090, 2000.

REZAEI, S., RANJBAR, K., & KIASAT, A. R. (2018). The effect of surfactant on the sol–gel synthesis of alumina-zirconia nanopowders. *Ceramics International*, v. 44, Issue 16, p. 19963-19969, 2018.

PELOVSKI, Y., PIETKOVA, W., GRUNCHAROV, I., PACEWSKA, B. PYSIAK, J. The thermal decomposition of aluminum sulfate in different gas phase environments. *Thermochimi. Acta*, v. 205, p. 219-224, 1992.

CARTAXO, J. DE M. Síntese de alumina utilizando ativação química e energia térmica. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia. Campina Grande, 2011.

SATO, T., IKOMA, S., OZAWA, F. Thermal decomposition of organic basic aluminum salts-formate and acetate. *Thermochim. Acta*, v. 75, p. 129-137, 1984.

KARA, F.; SAHIN, G. Hydrated aluminium sulfate precipitation by enzyme-catalysed urea decomposition. *Journal of the European Ceramic Society.* v. 20, p. 689-694, 2000.

MARCOS, K. N. P. Área específica, morfologia e estrutura de aluminas obtidas a partir de alguns precursores. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 305f. 2008.

BUSCA, G. Chapter Three - Structural, Surface, and Catalytic Properties of Aluminas. *Advances in Catalysis*, v. 57, p. 319-404, 2014.

MOSELHY, H., MADARÁSZ, J., POKOL, G., PUNGOR, E. Aluminum Sulphate hydrates: Kinetics of the thermal decomposition of aluminum sulphate using different calculation methods. *Journal of thermal Analysis.* v.41, p. 25-35, 1994.

JIAO, W. Q.; YUE, M. B.; WANG, Y. M.; HE, M-Y. Synthesis of morphology-controlled mesoporous transition aluminas derived from the decomposition of alumina hydrates. *Microporous and Mesoporous Materials.* v. 147, p. 167–177, 2012.

AVALIAÇÃO DO ESCOAMENTO BIFÁSICO E TRIFÁSICO EM CONEXÕES CURVADAS COM VAZAMENTO VIA CFD

Boniek Evangelista Leite ¹
Gicelia Moreira ²
Antônio Gilson Barbosa de Lima ³
Severino Rodrigues de Farias Neto ⁴

RESUMO

Na indústria petrolífera em geral são utilizadas tubulações para transportar óleo e gás natural por longas distâncias, por ser o meio de transporte mais eficiente para grandes volumes de fluidos. Na cadeia produtiva de petróleo e gás natural existem risco de acidentes, a exemplo de vazamentos decorrentes de falhas estruturais em equipamentos, falhas humanas na operação dos equipamentos e outros. Este trabalho tem como objetivo analisar a distribuição de pressão, velocidade e queda de pressão com vazamento, e a influência do raio de curvatura, para tubulações curvadas com escoamento monofásico e multifásico (óleo – água) e (óleo, água e metano), as simulações numéricas foram realizadas no software ANSYS 15, com modelo de turbulência SST. Os resultados mostraram influência do raio de curvatura para a distribuição de pressão e velocidade na tubulação.

Palavras-chave: escoamento trifásico, vazamento, CFD.

INTRODUÇÃO

Na indústria petrolífera em geral são utilizadas tubulações para transportar óleo e gás natural por longas distâncias, por ser o meio de transporte mais eficiente para grandes volumes de fluidos. A produção de petróleo e gás natural em campos *onshore* e *offshore* é caracterizada pelo escoamento multifásico em tubulações, e estas são interligados por vários equipamentos como cabeças de poços, bombas, compressores, plataformas de processamento, entre outros. O percurso destes fluidos está submetido a condições adversas de operação, como gradientes de pressões elevados, trocas térmicas, entre outras.

¹ Doutor em engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, boniek3@gmail.com;

² Doutoranda do Curso de Eng Química da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, gicelia.moreira@eq.ufcg.edu.br;

³ Professor orientador: Doutor, Engenharia Mecânica - UFCG, antonio.gilson@ufcg.edu.br;

⁴ Professor orientador: Doutor, Engenharia Química - UFCG, severino.rodrigues@eq.ufcg.edu.br

Na cadeia produtiva de petróleo e gás natural existem risco de acidentes, a exemplo de vazamentos decorrentes de falhas estruturais em equipamentos, falhas humanas na operação dos equipamentos e outros fatores relatados em (PHSMA 2012).

Quando ocorre um vazamento em tubulações, há uma perturbação no escoamento proporcionando uma variação na queda de pressão devido à perda de massa para o meio externo. É importante ressaltar que no início do vazamento ocorre uma onda de pressão nas direções a montante e a jusante do vazamento na velocidade de com propagação do som no fluido. A necessidade de identificar e localizar vazamentos em tubulações é importante para a viabilidade da operação de produção de óleo e gás. O aumento do rigor da legislação ambiental e as elevadas taxas impostas, impõem a detecção o mais rápido possível do vazamento com o intuito de minimizar os danos causados ao meio ambiente.

O grau de dificuldade na identificação de perdas em tubulações de transporte de óleo e gás é definido pelo tamanho do vazamento. Em geral os métodos de detecção de vazamentos são exemplificados em; inspeção visual, métodos acústicos, sensores infravermelhos, pressão negativa e mudanças de pressão ou de fluxo entre outros (AZEVEDO, 2009).

Na literatura são reportados vários trabalhos que envolvem fluidodinâmica computacional escoamento multifásico, a grande maioria utilizando modelos uni e bidimensionais e poucos trabalhos utilizam modelos tridimensionais (YANG, L *et al.* 2007; WU *et al.* 2007; RIBEIRO 2008; POESIO *et al.* 2009; SOUZA 2010; CAZAREZ *et al.* 2010; Rui *et al.* 2017).

Existem pouquíssimos trabalhos reportados na literatura sobre à detecção de vazamentos utilizando modelos computacionais que podem auxiliar na tomada de decisões mais seguras e acertadas, sobretudo na detecção de vazamentos.

Neste sentido, a proposta deste trabalho é apresentar o estudo do escoamento multifásico (óleo-água-gás) transiente em oleodutos com conexões curvadas na presença de vazamento.

METODOLOGIA

Para o estudo do vazamento foi definida uma tubulação com uma conexão curvada em ângulo 90°. Cada ramo da tubulação tem 4 metros de comprimento e 100 mm de diâmetro (Figura 1). Foram avaliados 3 raios de curvatura iguais a 100, 150 e 200 mm. O vazamento da tubulação está localizado na parte superior da curvatura (Figura 2), com 5 mm de diâmetro.



As malhas foram geradas no ICEM[®] CFD v15, variando a densidade de elementos hexaédricos, de acordo com raio de curvatura da tubulação, para cada malha.

Na Figura 3 está representado uma das malhas e detalhes da mesma.

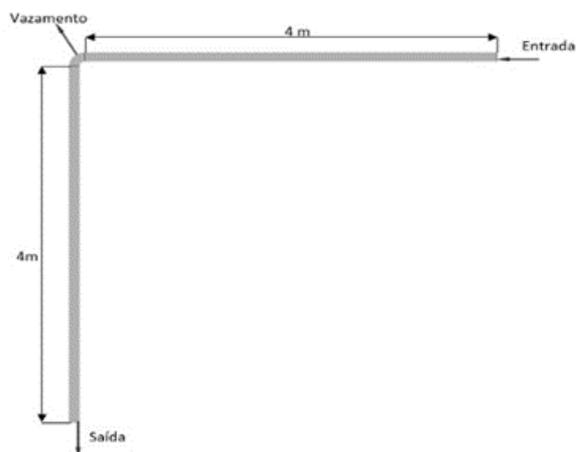


Figura 1: Domínio físico



Figura 2: Curvatura com vazamento

As malhas numéricas para as geometrias com raio de curvatura de 100, 150 e 200 mm tem, respectivamente 656.302, 678.943 e 691.593 elementos hexaédricos.

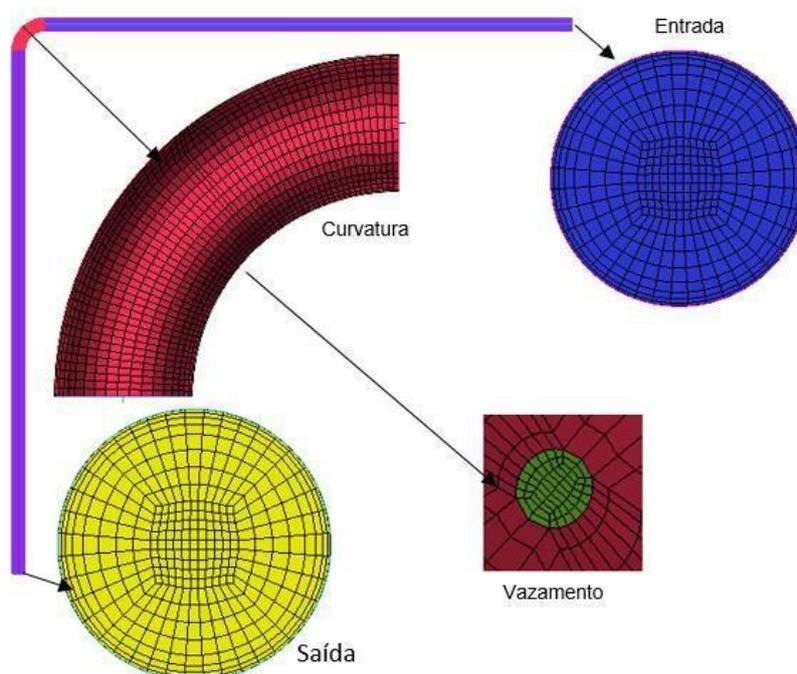


Figura 3: malha numérica



Modelo matemático

As equações diferenciais de conservação de massa e momento linear que descrevem o escoamento de fluidos na presença de vazamento após as seguintes considerações, conduzem as equações 1,2 e 4:

1. Fluidos incompressível com propriedades físico-químicas constantes;
2. Não há transferência de massa interfacial;
3. Não há reação química;
4. As forças de não arraste são desconsideradas;
5. Regime transiente;

Conservação de massa

$$\frac{\partial}{\partial t} (f_{\alpha} \rho_{\alpha}) + \nabla (f_{\alpha} \rho_{\alpha} \vec{U}_{\alpha}) = 0 \quad (1)$$

Onde f , ρ e \vec{U} são, respectivamente fração volumétrica, massa específica e vetor velocidade da fase α .

Momento linear

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} (f_{\alpha} \rho_{\alpha} \vec{U}_{\alpha}) + \nabla [f_{\alpha} (\rho_{\alpha} \vec{U}_{\alpha} \otimes \vec{U}_{\alpha})] = \\ -f_{\alpha} \nabla \rho_{\alpha} + \nabla \{f_{\alpha} \mu_{\alpha} [\nabla \vec{U}_{\alpha} + (\nabla \vec{U}_{\alpha})^T]\} + \vec{S}_{m\alpha} + \vec{M}_{\alpha} \end{aligned} \quad (2)$$

O termo \vec{M}_{α} representa as forças interfaciais da fase α , definida por:

$$\vec{M}_{\alpha} = \frac{3}{4} C_d f_{\alpha} \rho_{\alpha} |\vec{U}_{\beta} - \vec{U}_{\alpha}| (\vec{U}_{\beta} - \vec{U}_{\alpha}) \quad (3)$$

Conservação da energia

$$\frac{\partial}{\partial t} (f_{\alpha} \rho_{\alpha} h_{\alpha}) + \nabla [f_{\alpha} (\rho_{\alpha} \vec{U}_{\alpha} h_{\alpha} + \lambda_{\alpha} \nabla T_{\alpha})] = Q_{\alpha} \quad (4)$$

Modelo de turbulencia SST

Foi adotado o modelo de turbulência *SST*, apresentado na equação 5, como modelo de turbulência para a fase contínua (óleo).

$$\begin{aligned} \frac{\partial(Pk)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (\rho U k) &= \frac{\partial}{\partial x} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma k} \right) \frac{\partial k}{\partial x} \right] + p_k - \beta \rho k w + P_{kb} \\ \frac{\partial(\rho w)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (\rho U w) &= \end{aligned}$$



$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_w} \right) \frac{\partial w}{\partial x} + (1 + F) 2\rho \frac{1}{\sigma_w} \frac{\partial k}{\partial w} \frac{\partial w}{\partial x} \right] + A_3 \frac{w}{k} P_k - \beta \rho w^2 + p w_b \quad (5)$$

Para a fase dispersa (água e gás), foi utilizado o modelo de turbulência zero equação.

As propriedades dos fluídos (óleo, água e metano), na temperatura de 293,15 K, estão representados na tabela 1.

Tabela 1: Propriedades dos fluídos

Propriedades Físicas	Óleo (Fase contínua) ¹	Água (Fase dispersa) ¹	Metano (Fase dispersa) ²
Densidade (kg/m ³)	868,7	998	0,714
Viscosidade dinâmica (Pa.s)	0,044	0,0008899	0,00000111
Diâmetro da partícula (mm)	-	0,001	0,001
Tensão Superficial (N/m)		Óleo/Água 0,03	Óleo/Gás 0,044

Fonte: XU *et al.* (2010)¹, (http://www.gamagases.com.br/propriedades_metano.htm)²

As condições de contorno aplicadas nos casos estudados nas fronteiras do domínio físico são apresentadas na Figura 4 e na Tabela 2.

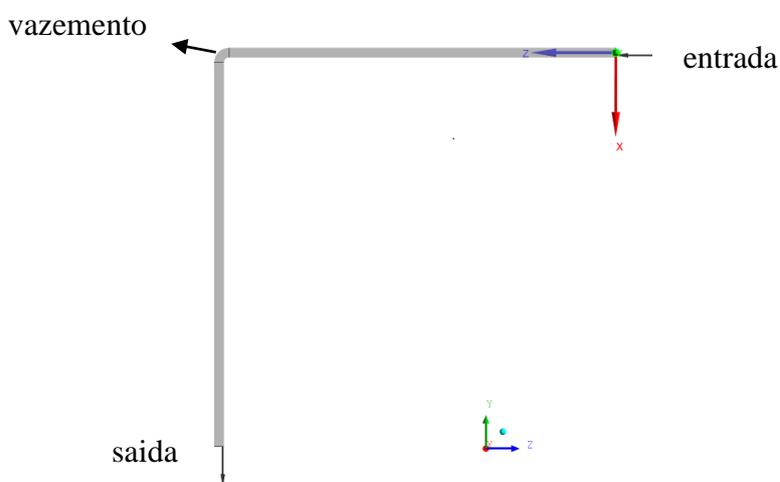
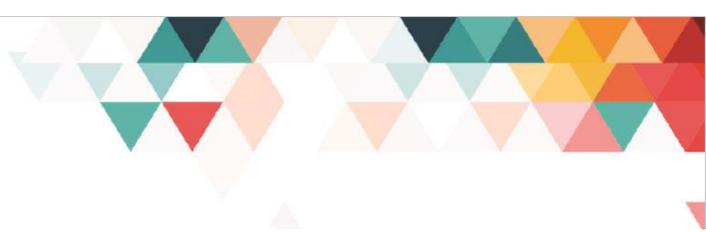


Figura 4: Condições de contorno

Tabela 2: Resumo das condições de contorno adotadas para o problema em estudo.

Seção de entrada da tubulação	Valor prescrito para velocidade: 6 m/s
Seção de saída da tubulação	Valor prescrito para pressão media: 1 bar
Vazamento	Valor prescrito para pressão media: 1 bar
Parede da tubulação	Condição de não deslizamento Velocidade nula na parede
Tempo inicial de análise	Para tempo inicial t=0 Tubulação cheia de óleo



Os casos estudados são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3: Casos estudados.

Caso	Raio de curvatura (mm)	Tipo de escoamento	Fração volumétrica (%)		
			Óleo	Água	Gás
1	100	Monofásico	100		
2	150	Monofásico	100		
3	200	Monofásico	100		
4	100	Bifásico	92	08	
5	150	Bifásico	92	08	
6	200	Bifásico	92	08	
7	100	Trifásico	92	04	04
8	150	Trifásico	92	04	04
9	200	Trifásico	92	04	04

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de simulação numérica ocorreu em duas etapas.

Na primeira etapa foi realizada uma simulação do escoamento em regime permanente com orifício do vazamento fechado. Os resultados desta etapa foram usados como condição inicial para a segunda etapa.

A segunda etapa da simulação do escoamento, foi realizada em regime transiente. Tendo como condição inicial, os resultados da simulação da primeira etapa, considerando, agora, o orifício do vazamento aberto.

Validação da malha numérica (duto sem vazamento)

Os resultados numéricos da queda de pressão e perfis de velocidade, foram comparados com os resultados da solução analítica (Fox e McDonald, 2010). Foi tomada as medidas após o comprimento hidrodinâmico do tubo no eixo de coordenadas Z, garantido que o escoamento na tubulação esteja desenvolvido. Foi considerado que a fração volumétrica da fase dispersa na ordem de 0,0001% do escoamento bifásico (óleo e água) e trifásico (óleo, água e gás), que de acordo com Rosa (2012) o escoamento multifásico com concentrações da fase dispersa nessa ordem de grandeza apresenta um comportamento semelhante ao escoamento monofásico, referente ao da fase contínua.

Nas Figuras 5 e 6, estão representados o comportamento das velocidades em função da posição radial para o escoamento monofásico de óleo e dos escoamentos bifásicos e trifásicos, respectivamente. Estes valores foram tomados na posição Y, em 2 metros para tubulação de raio de curvatura igual a 100 mm. Os resultados indicam boa concordância, visto pela proximidade das curvas. Estes gráficos ratificam a afirmação de Rosa (2012) referente a baixa fração volumétrica da fase dispersa.

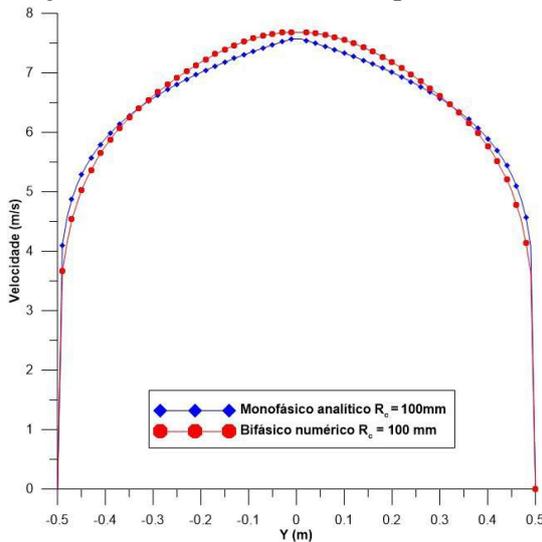


Figura 5: Comparação do perfil de velocidade do óleo para escoamento bifásico e turbulento após o comprimento hidrodinâmico

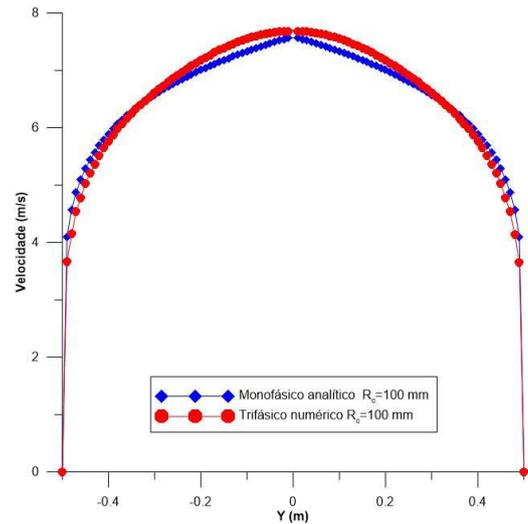


Figura 6: Comparação do perfil de velocidade do óleo para escoamento trifásico e turbulento após o comprimento hidrodinâmico

Na Tabela 4 estão representadas as diferenças de pressão medida no trecho horizontal de 2 metros de distância, a partir de 1 metro da seção de entrada. Os resultados apresentam uma diferença entre os valores determinados para o escoamento bifásicos ou escoamento trifásico e o escoamento monofásico de óleo inferior a 1,5%. Esses resultados indicam uma boa concordância dos resultados obtidos.

Tabela 4: Comparação da perda de carga num trecho reto de 1 metro após a seção de entrada

Escoamento	Queda de pressão analítica (Pa)	Queda de pressão numérica (Pa)	Erro %
Bifásico	4736,27	4782,00	0,96
Trifásico	4736,27	4798,00	1,30

Nas Figuras 7 a 15 estão representados os campos de pressão sobre o plano longitudinal YZ. Nestas figuras são apresentados igualmente os detalhes de pressão na seção curva e a seção transversal a 1 m do início da curva ou joelho, para diferentes raios de curvatura.

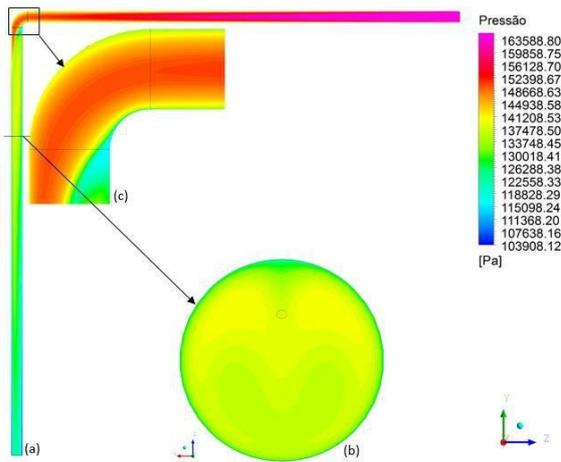


Figura 7: Campo de pressão no escoamento monofásico de óleo (caso 1, $R_c = 100$ mm).

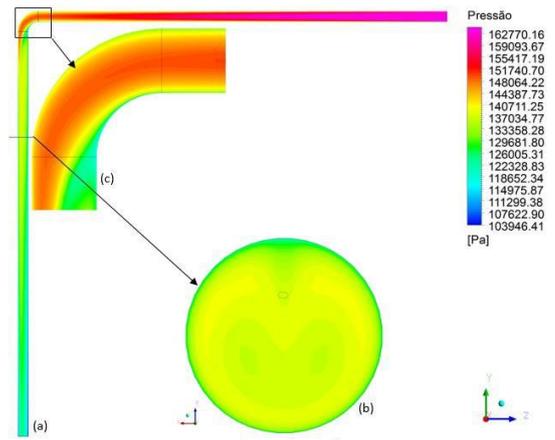


Figura 8: Campo de pressão no escoamento monofásico de óleo (caso 2, $R_c = 150$ mm)

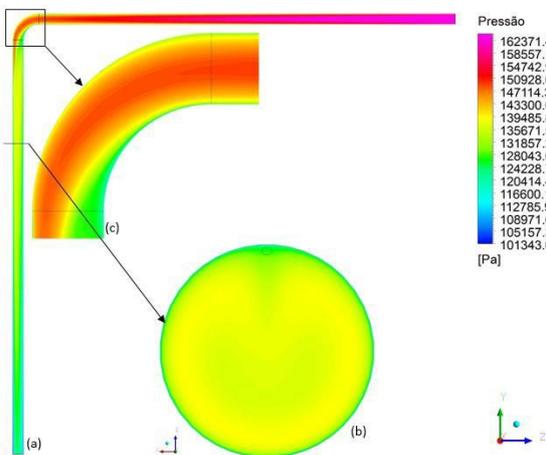


Figura 9: Campo de pressão no escoamento monofásico de óleo (caso 3, $R_c = 200$ mm).

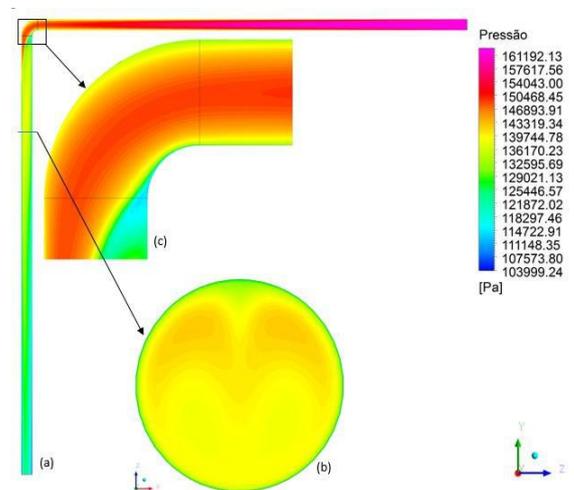


Figura 10: Campo de pressão no escoamento bifásico de óleo (caso 4, $R_c = 100$ mm).

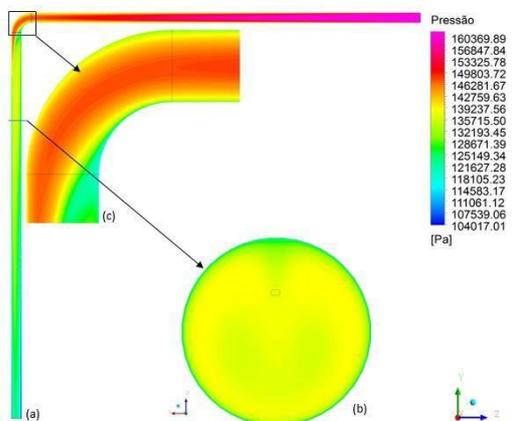


Figura 11: Campo de pressão no escoamento bifásico de óleo (caso 5, $R_c = 150$ mm).

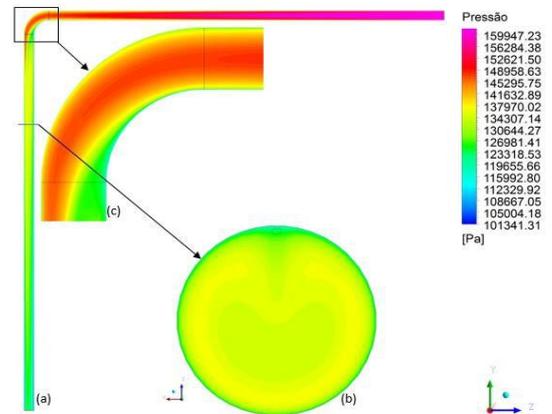


Figura 12: Campo de pressão no escoamento bifásico de óleo (caso 6, $R_c = 200$ mm).

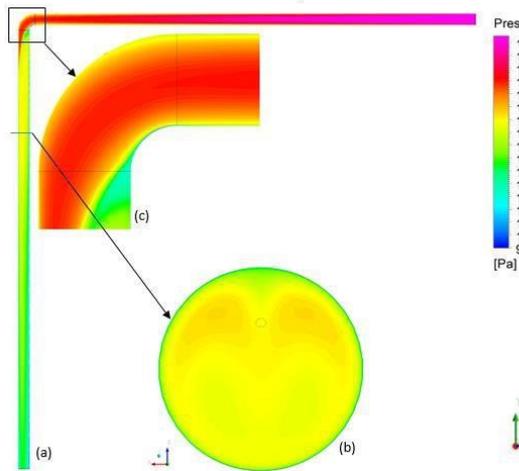


Figura 13: Campo de pressão no escoamento óleo (caso 7, $R_c = 100$ mm)

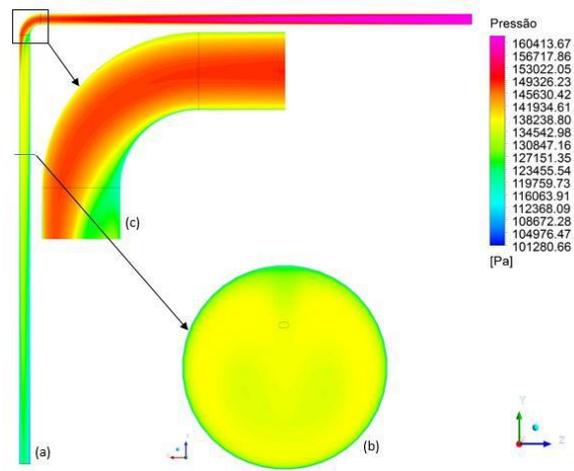


Figura 14: Campo de pressão no escoamento trifásico de trifásico de óleo (caso 8, $R_c = 150$ mm)

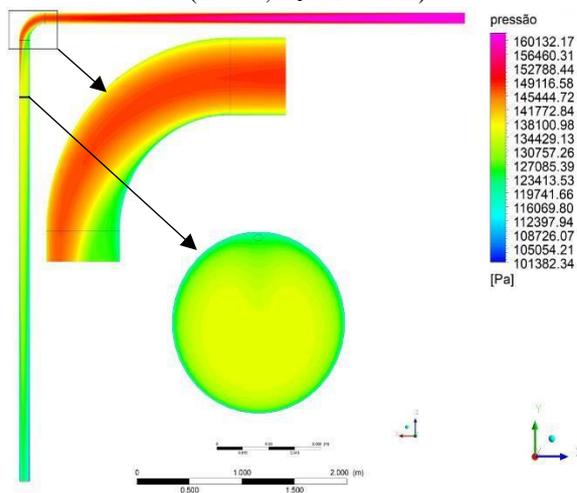


Figura 15 :Campo de pressão Trifásico de óleo (caso 9 , $R_c = 200$ mm)

As Figuras 7 a 9 indicam que o raio de curvatura influencia, o gradiente de pressão na região da curvatura (c) do escoamento monofásico de óleo, por causa da mudança de direção do fluido na curvatura, o menor raio de curvatura apresentou maior região com alta pressão indicado pela cor vermelha na figura, indicando a mudança abrupta de direção do fluido.

Os resultados para a distribuição de pressão para o escoamento bifásico, Figuras 10 a 12, tiveram um comportamento geral semelhante aos casos monofásicos. Na região da curvatura a presença da fase dispersa teve influência na diminuição do gradiente de pressão, devido a diferença de densidade e viscosidade das fases presentes age como redutor de atrito ajudando na mudança de direção do escoamento.

Para o escoamento trifásico, Figuras 13 a 15, apresentou um comportamento geral semelhante aos casos monofásicos e bifásicos. Para a região da curvatura os casos trifásicos,



mostraram valores de gradiente de pressão intermediário entre os casos bifásicos e monofásicos, fato pode ser explicado em pela separação das fases do escoamento na curvatura, sendo a fase gasosa pela menor densidade ficando no centro da tubulação e a fase dispersa água está em menor quantidade, reduzindo menos o atrito em relação a escoamento bifásico.

Comportamento semelhante foi observado por Sarmiento (2014) ao avaliar resultados semelhantes são descritos utilizando o Ansys CFX 15 e por Lencastre (1996) ao estudar experimentalmente escoamentos em tubulações curvadas.

Nas Figuras 16 a 24 são apresentados o comportamento do campo de velocidade sobre planos longitudinal YZ e de seção XZ a XX m da curva. Os resultados indicam que o comportamento dos fluidos atinge o escoamento estabelecimento aproximadamente na metade do ramal horizontal a partir da seção de entrada.

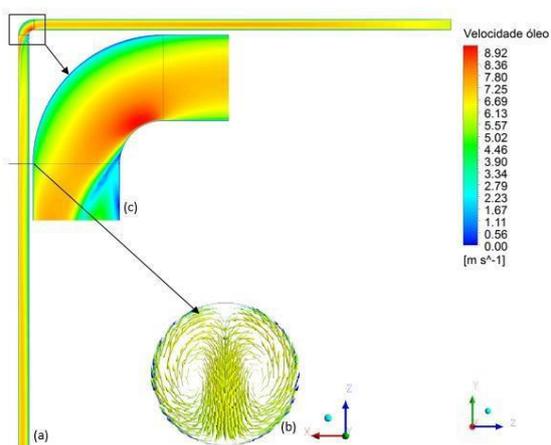


Figura 16: Campo de velocidade escoamento monofásico de óleo (caso 1 $R_c = 100$ mm)

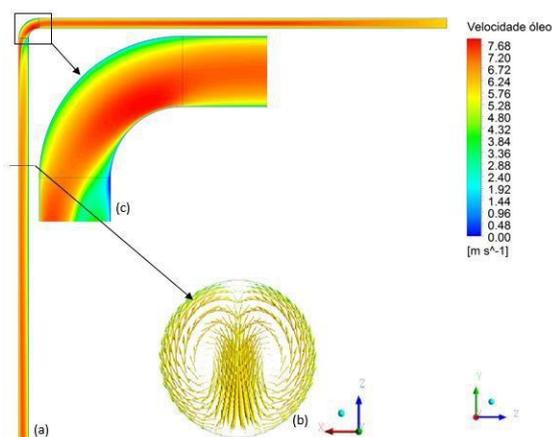


Figura 17: Campo de velocidade escoamento monofásico de óleo (caso 2 $R_c = 150$ m)

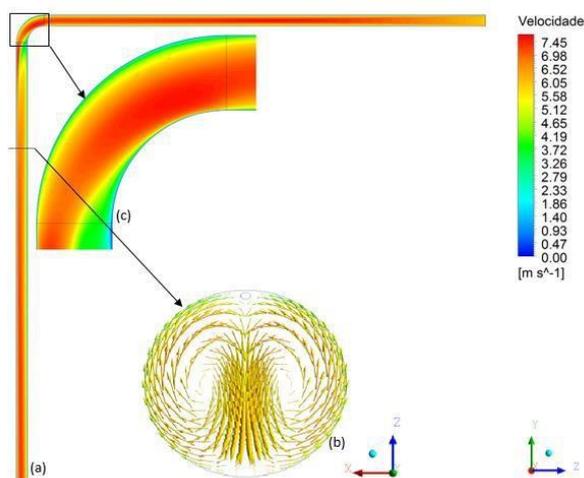


Figura 18: Campo de velocidade escoamento monofásico de óleo (caso 3 $R_c=200$ mm)

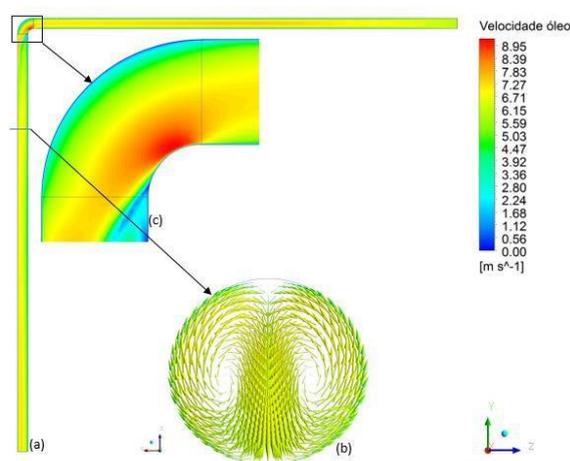


Figura 19: Campo de velocidade para o escoamento bifásico de óleo e água (caso 4 $R_c = 100$ mm).

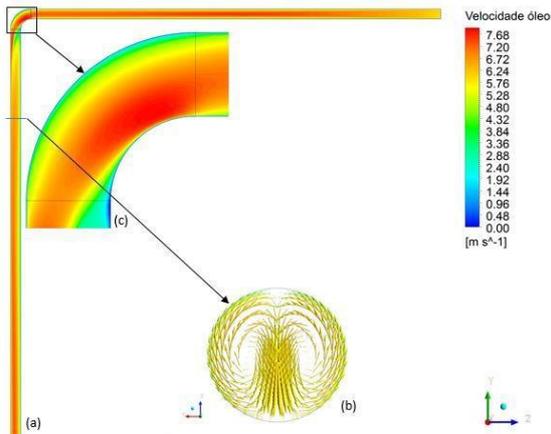


Figura 20: Campo de velocidade para o escoamento bifásicos de óleo e água (caso 5 $R_c = 150\text{mm}$).

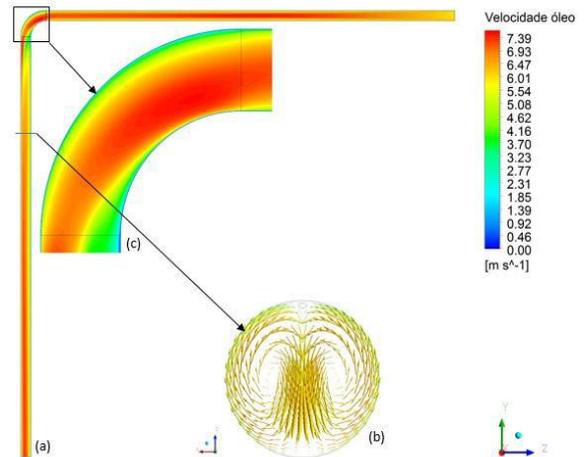


Figura 21: Campo de velocidade para o escoamento bifásicos de óleo e água (caso 9 $R_c = 200\text{mm}$).

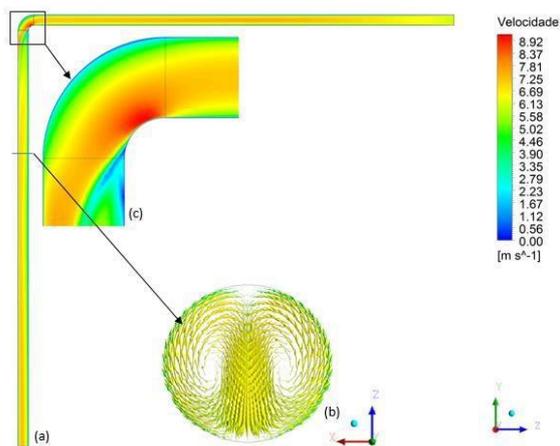


Figura 22: Campo de velocidade no escoamento trifásico de óleo, água e gás (caso 7 $R_c = 100\text{ mm}$).

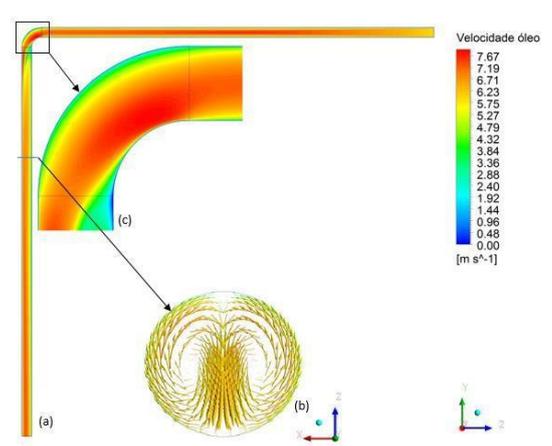


Figura 23: Campo de velocidade no escoamento trifásico de óleo, água e gás (caso 8 $R_c = 150\text{ mm}$).

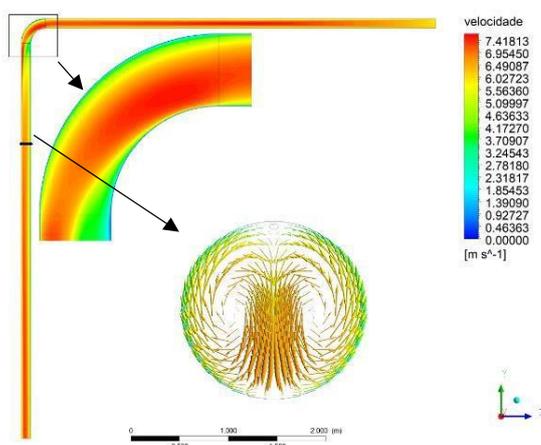


Figura 24. Campo de velocidade no escoamento trifásico de óleo, água e gás (caso 9 $R_c = 200$)



Nas Figuras 16 a 18 temos a distribuição de velocidade para o escoamento monofásico, o raio de curvatura tem influência no escoamento, de modo que para o menor raio de curvatura ocorre a maior aceleração do fluido, como observado na parte inferior da curvatura.

Os casos de escoamento bifásicos, apresentados nas Figuras 19 a 20, teve comportamento geral semelhante aos casos monofásicos. Na região da curvatura a composição do escoamento teve influência na diminuição da velocidade do escoamento em comparação aos casos monofásicos, resultado em decorrência da alta turbulência na região.

As Figuras 21 a 24, apresentam os casos com escoamento trifásico para distribuição de velocidade, o comportamento geral e semelhante aos casos anteriores. Na região de curvatura houve uma diminuição da velocidade na região, em comparação aos casos monofásicos e bifásicos, motivada pela a fase dispersa gasosa e com menor densidade a tendência de se distribuir no centro da curvatura, devido a movimentos secundários mostrando no corte (c).

Nas Figuras 25 a 28 estão representadas a evolução da diferença de pressão entre as seções transversais posicionadas a 0,5 m antes e 0,5 m após a curvatura visando avaliar o efeito do vazamento sobre a queda de pressão, como o impacto no escoamento monofásico, bifásico e trifásico.

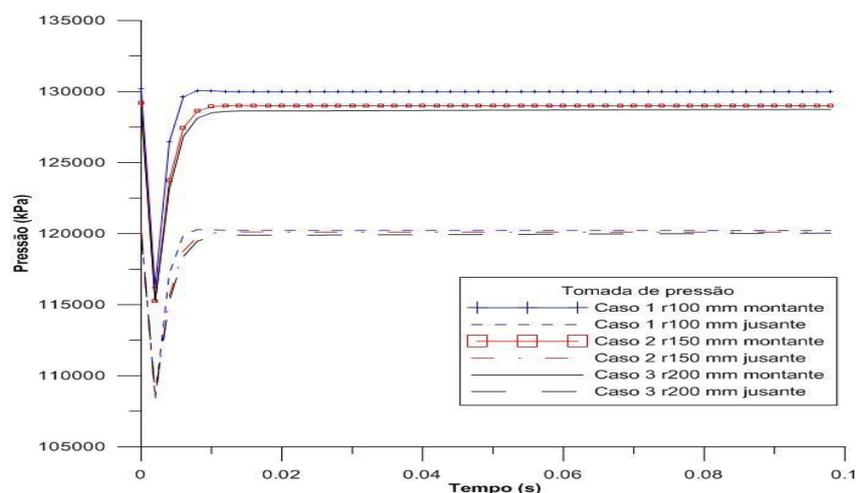


Figura 25: Queda de pressão transiente no escoamento monofásico de óleo num duto com vazamento.

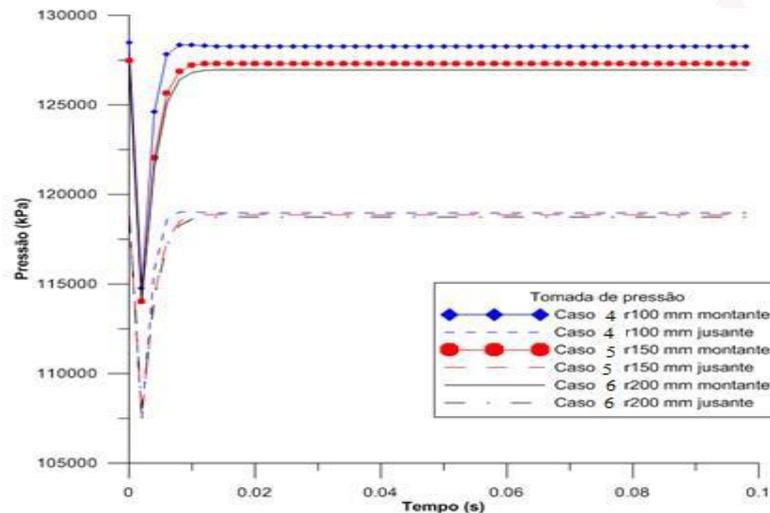


Figura 26: Queda de pressão no escoamento bifásico e transiente de óleo e água num duto com vazamento.

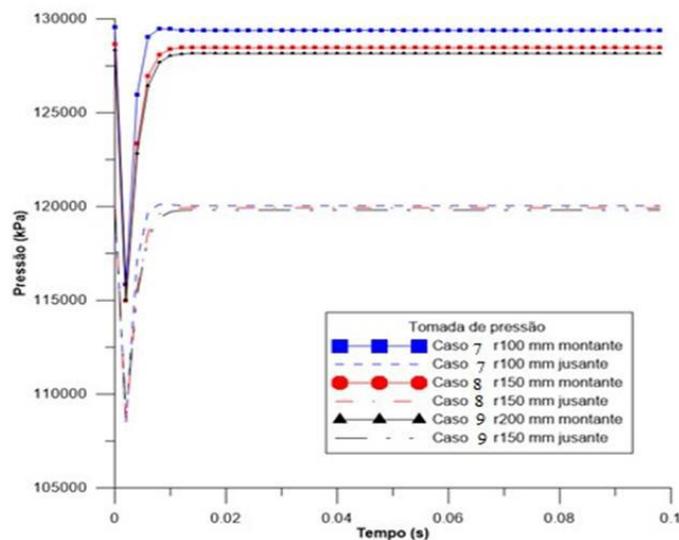


Figura 27: Queda de pressão no escoamento trifásico e transiente de óleo, água e gás.

Avaliando os casos de queda de pressão com vazamento, para os casos de escoamento monofásico, bifásico e trifásico, podemos afirmar que a composição do escoamento não apresentou alteração significativa na perda de energia mecânica do escoamento devido ao vazamento. Avaliando a influência do raio de de curvatura, este apresentou variação na queda de pressão, sendo que quanto menor o raio de curvatura maior a perda de carga também com vazamento. O tempo de pulso de pressão do vazamento foi de 0,006 segundos, isso mostra que vazamentos pequenos são de difícil identificação.

Resultados semelhantes são vistos para tubulações sem curvaturas e vazamentos de pequeno diâmetro em Tavares 2012, Ben-mansour 2012.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo matemático proposto teve êxito para simular o escoamento monofásico e multifásico para o fenômeno físico.

O raio de curvatura teve maior influência nos resultados da distribuição de pressão, de velocidade o principal motivo foram os escoamentos secundários na curvatura..

A queda de pressão com vazamento, mostrou um pico de queda de pressão rápido, podendo ser utilizado para detecção de vazamentos em tubulações.

REFERÊNCIAS

BEN-MANSOUR, R., HABIB, M. A., KHALIFA, A., YUCEF-TOUMI, K., CHATZIGEORGIOU, G., **Computacional Fluid Dynamic Simulation of Small Leaks in Water Pipelines**. Computers & Fluids, 2012.

CAZAREZ, O. D. Montoya, A.G. Vital, A.C. Bannwart. **Modeling of three-phase heavy oil–water–gas bubbly flow in upward vertical pipes**. International Journal of Multiphase Flow 36 (2010), pp.439–448.

Fox e McDonald. *Mecânica dos Fluidos*. Quarta edição 2010.

POESIO, P., Sotgia, G., and Strazza, D. **Very-viscous-oil/water/airflow through horizontal pipes: pressure drop measurement and prediction**. Chemical Engineering Science, v.64, pp.1136-1142, 2009b.

RIBEIRO, F. P., **Simulação Numérica do Escoamento Intermitente Trifásico Horizontal** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE [Rio de Janeiro] 2008.

Rui, Z; Han, G.; Zhang, H.; Wang, S.; **A new model to evaluate two leak points in a gas pipeline**. Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2017.

Rosa, E. S.; *Escoamento multifásico isotérmico: modelos de fluidos e de mistura*, Porto Alegre: Bookman, 2012.

PHMSA – “pipeline and hazardous materials safety administration”, 2012. disponível em: <<http://www.phmsa.dot.gov/>>.

SARMENTO, L. R. B.; **Escoamento Multifásico em Conexões Curvadas Acoladas a Oleodutos com Vazamentos: Modelagem e Simulação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Campina Grande, PB, 2014.

SOUZA, J.N.M., **Modelagem e simulação de escoamento multifásico em dutos de produção de óleo e gás natural**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2010.

TAVARES, D. P. S. A. **Escoamento Trifásico Não Isotérmico em Oleodutos com Vazamento: Modelagem e Simulação**. 2012. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Campina Grande, PB, 2012.

WU, H., Zhou, F., Wu, Y., **Intelligent identification system of flow regime of oil-gas-water multiphase flow**. International Journal of Multiphase Flow 27 (2001), pp. 459-475.

YANG, L., and Azzopardi B.J. **Phase split of liquid-liquid two-phase flow at a horizontal T-junction**. International Journal of Multiphase Flow, v.33, pp.207216, 2007.

AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA DO AJUSTE DO *TANK-MODEL* CONSIDERANDO DIFERENTES VAZÕES

Cinthia Maria de Abreu Claudino¹
Maria Ingridy Lacerda Diniz²
Andresa de Oliveira Silva³
Thiago de Sá Sena⁴

RESUMO

Compreender o comportamento das bacias hidrográficas é de grande importância, sendo a vazão um dos dados que melhor descrevem esse comportamento. No entanto, muitas regiões do Brasil não possuem uma série histórica consistente de dados de vazão. Para garantir que os estudos hidrológicos possuam uma série consistente, são empregados os modelos hidrológicos de chuva-vazão. Dentre diversos modelos, o Tank Model é bastante empregado, e estima a vazão por meio dos dados de precipitação e uma representação da bacia em forma de tanques. Ainda, é de grande importância analisar a precisão nessas estimativas, para isso pode ser feita a avaliação estatística do ajuste do modelo. Contudo, este estudo objetiva a aplicação de um modelo chuva-vazão conceitual, Tank Model, de modo a investigar o desempenho deste modelo em distintos eventos de vazão. Para isso foram empregados dados hipotéticos de precipitação e dados de vazão em nove eventos distintos, em um período de 24 meses. Na obtenção dos valores dos parâmetros foi empregado as equações do modelo e o método do Gradiente Reduzido Generalizado (GRG), a avaliação do modelo foi feita a partir do cálculo do Coeficiente de Eficiência de Nash e Sutcliffe (COE). Os resultados encontrados mostram que o Tank Model na maioria dos casos apresentou desempenho insuficiente, apresentando um bom desempenho apenas para o primeiro evento de vazão. Esse baixo desempenho foi atribuído as limitações do método GRG. No mais, a partir do estudo foi possível comprovar a importância da aplicação da modelagem hidrológica junto a métodos de análise estatística.

Palavras-chave: Modelo chuva-vazão; Tank Model; Coeficiente de Eficiência de Nash e Sutcliffe.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial, assim se faz necessário compreender sobre sua disposição em diferentes partes do ciclo hidrológico, bem como conhecer dados sobre o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica. A compreensão sobre a bacia hidrográfica é importante tanto para planejamento e gestão, garantindo o acesso a água, como também para planejamento e implantação de obras hidráulicas (PEREIRA et al., 2016).

¹ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental-UFPB, cinthiamariaac@gmail.com;

² Mestranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental-UFPB, ingridydiniz1225@gmail.com;

³ Pós-graduanda em Segurança no Trabalho-FIP, andresaoliveira0311@gmail.com;

⁴ Mestrando do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental - UFCG, tg.777@hotmail.com.

Dentre os dados que servem para entender a bacia hidrográfica, um de grande importância é a vazão, pois a partir dela é possível compreender sobre a disponibilidade e planejar dos usos múltiplos dos recursos hídricos, assim como as vazões mínimas servem para avaliar capacidade de recebimento de efluentes, vazões médias para dimensionar reservatórios e vazões máximas para projetar sistemas de segurança de barragens (CELESTE et al., 2014).

A obtenção de dados hidrometeorológicos no Brasil se iniciou desde o século XIX, e atualmente o país possui uma Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) coordenada pela Agência Nacional de Águas (ANA). Esse sistema que abriga 4.641 pontos de monitoramento no país, sendo 1.874 para medições como níveis, vazões, qualidade da água e transporte de sedimentos e outros parâmetros relacionados aos rios; E outros 2.767 postos que monitoram principalmente as chuvas (ANA, 2007).

Apesar da existência de monitoramento, muitas regiões do país ainda não possuem é notável a carência de registros históricos de séries hidrológicas. A falta de uma série hidrológica consistente se dá por possuir registros com a existência de falhas e/ou de séries curtas. No entanto a existência de uma série consistente é imprescindível, e a sua falta pode levar a inviabilidade de estudos hidrológicos. No Brasil, um dos dados de grande carência de séries hidrológicas consistentes são os dados de vazões. (MENDES et al., 2007; CELESTE et al., 2014).

Com intuito de viabilizar certos estudos hidrológicos, mesmo com o cenário de limitação de dados, têm-se desenvolvido e otimizado nos últimos anos inúmeros modelos hidrológicos. (PEREIRA et al., 2016). Tucci (1998) estabelece que os modelos hidrológicos são ferramentas empregadas para retratar os processos que ocorrem na bacia hidrográfica, bem como antever efeitos das diferentes ocorrências no tocante aos valores observados.

Assim através da modelagem hidrológica é possível verificar a consistência das séries de dados obtidas a partir das observações hidrológicas nas bacias hidrográficas (dados observados), para através desses dados realizar o processo de calibração dos modelos, de modo que esses possam gerar dados sintéticos consistentes e homogêneos em bacias que não possuem monitoramento (SANTOS, 2009).

Dentre os diversos modelos hidrológicos um de grande utilização são os modelos chuva-vazão que têm por objetivo determinar a vazão de um rio a partir da precipitação incidente na bacia hidrográfica, na qual o rio está inserido. Uma vez que as séries de chuva são normalmente mais longas do que as de vazão, os modelos chuva-vazão conseguem resolver essa problemática preenchendo as falhas e alongando as séries de dados (CELESTE et al., 2014).

A maioria dos modelos chuva-vazão desenvolvidos são da categoria conceitual, onde é necessário profundo entendimento dos processos hidrológicos envolvidos e das características físicas da bacia hidrográfica. Deste modo o principal dado de entrada é o montante precipitado na bacia em um intervalo de tempo considerado, assim quanto maior o número de registros na série de precipitação e sua melhor distribuição espacial na bacia, mais simples e mais preciso será o emprego do método. Porém, a modelagem do processo chuva-vazão é um problema não-linear que possui algumas imprecisões envolvidas, mas diversos estudos já abordaram várias aproximações para resolvê-lo (MENDES *et al.*, 2007; CELESTE *et al.*, 2014).

Atualmente existem diversos modelos hidrológicos de chuva-vazão, no entanto um bastante recomendado, por gerar bons resultados, é o Tank Model (Modelo de Tanques). Esse modelo tem sido empregado em estudos hidrológicos com os mais diversos fins, tais como no estudo de cheias, no preenchimento de falhas de séries hidrológicas e na avaliação das disponibilidades hídricas de bacias hidrográficas (PEREIRA *et al.*, 2016).

O Tank Model, foi um modelo desenvolvido no Japão, este simula o balanço hídrico de uma bacia hidrográfica por meio de um conjunto de tanques em série, onde o armazenamento do primeiro tanque é determinado pela chuva e o armazenamento dos demais tanques é determinado pela infiltração do tanque superior. Uma das grandes vantagens do modelo é ele apresentar uma estrutura simples se comparado aos demais, além de ser de implementação fácil e ser o mais indicado para análise de períodos mais longos como o mês (SINGH e WOOLHISER, 2002; LARA e KOBIYAMA, 2012).

Um dos problemas, do uso de modelos hidrológicos é a indispensabilidade de definir parâmetros que não podem ser aferidos em campo (SANTOS *et al.*, 2011). Embora o Tank Model seja simples, envolve um alto grau de incerteza associado a dificuldade de calibrá-lo devido à falta de regras na obtenção dos parâmetros de ajuste. Todavia bons ajustes dependem da habilidade do modelador e/ou de técnicas de autocalibração (NUNES *et al.*, 2014).

Entende-se por calibração o ajuste dos parâmetros do modelo hidrológico, com o objetivo de se ter uma discrepância mínima entre os valores observados em campo e as previsões do modelo matemático, ou seja, uma tentativa de minimizar os desvios e erros mínimo cometidos na estimativa do modelo. Além disso, atualmente problemas de calibração têm sido tratados como problemas de otimização, assim os erros e desvios dos modelos também podem ser relacionados em termos de eficiência deste (BRAVO *et al.*, 2007).

Entretanto, a calibração de modelos hidrológicos é uma tarefa difícil, pois necessita que o pesquisador tenha um vasto entendimento sobre o comportamento do modelo e parâmetros empregados. Além do conhecimento do modelo, a escolha da técnica também influencia muito

na coalização, a técnica de calibração tentativa e erro pode apresentar problemas quanto ao tendência de valores, bem como o ajuste automático pode apresentar limitações quanto a solução com mínimos locais, solução matemática com parâmetros distantes da realidade física, limitações das funções objetiva, entre outros (COLLISCHONN e TUCCI, 2003; MENDES *et al.*, 2007).

Contudo, este estudo objetiva a aplicação de um modelo chuva-vazão conceitual, Tank Model, de modo a investigar o desempenho deste modelo em distintos eventos de vazão. .

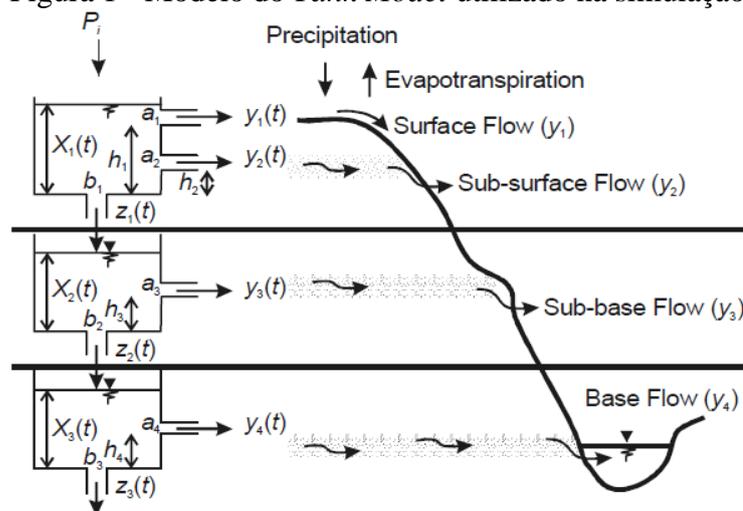
METODOLOGIA

Definição do modelo

Para o estudo foi considerado um modelo de três tanques arranjados verticalmente em série (Figura 1).

A interpretação do modelo se dá pela análise de cada tanque, no primeiro a saída de água, através das duas saídas laterais, refere-se conceitualmente aos escoamentos de superfície e hipodérmico. A água que sai do primeiro tanque para o segundo, chega à saída lateral e é equivale ao escoamento intermediário. No último tanque, o fluxo através da saída lateral do corresponde ao fluxo de base ou subterrâneo. Com isso, a soma total de todas essas saídas laterais, corresponde a vazão do rio estudado (GALVÃO e VALENÇA, 1999).

Figura 1 - Modelo do *Tank Model* utilizado na simulação.



Fonte: Santos et al. (2011)

A associação entre os tanques e o processo hidrológico da bacia é feita utilizando as seguintes equações:

$$y_1(t) = a_1[X_1(t) - h_1] \quad (\text{Eq. 1})$$

$$y_2(t) = a_2[X_1(t) - h_2] \quad (\text{Eq. 2})$$

$$y_3(t) = a_3[X_2(t) - h_3] \quad (\text{Eq. 3})$$

$$y_4(t) = a_4[X_3(t) - h_4] \quad (\text{Eq. 4})$$

$$Z_1(t) = b_1X_1(t) \quad (\text{Eq. 5})$$

$$Z_2(t) = b_2X_2(t) \quad (\text{Eq. 6})$$

$$Z_3(t) = b_3X_3(t) \quad (\text{Eq. 7})$$

$$Q(t) = y_1 + y_2 + y_3 + y_4 \quad (\text{Eq. 8})$$

$$X_1(t) = X_1(t - 1) + P(t) - y_1(t) - y_2(t) - Z_1(t) \quad (\text{Eq. 9})$$

$$X_2(t) = X_2(t - 1) - Z_1(t) - y_3(t) - Z_2(t) \quad (\text{Eq. 10})$$

$$X_3(t) = X_3(t - 1) - Z_2(t) - y_4(t) - Z_3(t) \quad (\text{Eq. 11})$$

Onde $y_1(t)$, $y_2(t)$, $y_3(t)$ e $y_4(t)$ são os escoamentos no dia t ; $z_1(t)$, $z_2(t)$ e $z_3(t)$ são os valores de infiltração de cada tanque; $X_1(t)$, $X_2(t)$ e $X_3(t)$ são os armazenamentos em; $Q(t)$ é a vazão total e $P(t)$ é a precipitação.

Já os parâmetros a serem otimizados são o de escoamento a_1 , a_2 , a_3 e a_4 ; a infiltração b_1 , b_2 e b_3 ; e a altura das saídas de escoamento h_1 , h_2 , h_3 e h_4 .

Assim, todas as equações foram implementadas em forma de tabela e relacionadas com os parâmetros.

No entanto, algumas das equações (Eq. 9, Eq. 10 e Eq. 11) apresentavam certa peculiaridade. Por esse motivo foi necessário utilizar nos cálculos a ferramenta referência circular, que acontecem quando fórmulas que se referem a si mesmas. No software Excel, são disponibilizadas ferramentas que possibilitam este tipo de cálculo, seja ele do modo automático ou manual. Assim é possível resolver problemas que utilizemos fórmulas que se referem a si mesmas, como os das equações do estudo (SANTOS e NUNES, 2013).

Dados de Precipitação e Vazão

Para aplicação do método é necessário dados hipotéticos de eventos de precipitação ocorridos em 2 anos, devido às limitações do método, os dados foram agrupados em médias mensais (24 meses), como expostos no Quadro 1.

No entanto como o objetivo do estudo é realizar a otimização dos parâmetros de escoamento, infiltração e alturas das saídas de escoamento, também foram utilizados dados de vazão (Quadro 2). Além disso, foram relacionados nove eventos de vazão, com dados agrupados para os 24 meses, de modo que pudesse ser avaliado para no estudo a calibração em distintos cenários de vazão.

Mesmo sendo arbitrados de forma hipotética, os valores de pressão e vazão seguem uma coerência de eventos ocorridos em bacias reais.

Quadro 1- Precipitação média mensal dos dois anos.

Média mensal P												
Ano	1											
Mês	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Média	1.71	2.69	6.13	3.33	5.58	4.17	2.42	7.61	1.97	1.65	2.03	2.13
Ano	2											
Mês	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Média	1.42	2.21	3.26	2.97	4.13	14.37	15.48	8.19	10.43	2.10	3.13	1.65

Fonte: Autora (2020)

Quadro 2- Vazão média mensal dos dois anos.

Mês Ano 1	Média mensal Q								
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
01	1,43	1,33	2,04	2,24	1,91	0,11	2,26	1,04	1,22
02	1,06	1,72	1,68	1,51	1,03	0,16	0,99	0,88	1,15
03	5,04	4,48	3,60	3,95	2,15	1,21	3,93	2,03	2,51
04	4,27	4,83	4,51	4,26	3,74	0,95	3,84	3,56	3,75
05	5,09	4,91	4,77	4,89	4,42	1,40	4,89	4,11	4,42
06	3,25	3,44	4,08	4,00	2,98	0,90	3,09	4,23	3,10
07	3,80	4,14	4,18	3,89	3,71	1,03	3,61	4,28	3,84
08	6,15	5,55	5,21	5,47	5,13	2,03	5,95	4,55	5,58
09	1,71	2,41	3,49	3,17	2,90	0,74	2,14	4,35	2,71
10	2,37	2,56	2,95	2,63	2,14	0,85	1,73	3,59	2,52
11	1,84	1,97	2,32	2,10	1,90	0,74	1,69	2,95	2,28
12	1,65	1,83	2,09	1,93	1,72	0,71	1,61	2,54	2,16
Mês Ano 2	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
01	1,69	1,87	1,98	1,82	1,63	0,70	1,60	2,30	2,03
02	1,13	1,06	1,49	1,59	1,39	0,71	1,15	1,89	1,85
03	2,72	2,64	2,40	2,31	1,44	0,96	1,80	2,10	2,17
04	1,75	1,95	2,24	2,26	1,86	0,81	2,17	2,29	1,93
05	4,78	4,74	4,09	3,97	3,16	1,48	3,91	3,15	3,94
06	7,00	5,55	5,25	6,24	5,54	2,63	7,92	3,87	5,65
07	17,54	16,57	13,50	14,35	16,71	7,00	18,08	8,66	16,63
08	11,41	12,32	12,95	12,21	11,57	5,09	10,12	11,31	12,20
09	9,11	8,94	10,42	10,12	8,61	4,21	8,77	10,76	9,10
10	3,27	4,14	6,44	5,55	3,85	1,96	3,13	8,83	4,25
11	3,09	3,14	4,27	3,71	2,55	1,56	2,25	6,39	3,20

12	1,76	2,18	2,93	2,43	2,32	1,25	2,03	4,73	2,55
Média	4,29	4,34	4,54	4,44	3,93	1,63	4,11	4,35	4,20

Fonte: Autora (2020)

Avaliação do modelo

Para avaliar o desempenho do modelo é feita a comparação dos dados mensais de vazão calculados com os dados de vazão observados, de modo que quão mais próximos os valores, melhor será o comportamento do modelo. Neste estudo, essa comparação foi realizada no modelo gráfico para que as comparações ficassem mais claras e objetivas.

Além disso, também foi realizada a avaliação estatística do ajuste do modelo utilizando o Coeficiente de Eficiência de Nash e Sutcliffe (COE). Segundo Machado & Vettorazzi (2003), o coeficiente (COE) é um dos mais importantes critérios estatísticos para avaliar o ajuste de modelos hidrológicos. Os valores do coeficiente variam entre infinito negativo a 1, sendo o valor 1 indica um ajuste perfeito, no entanto quando o valor de COE ser maior que 0,75, o desempenho do modelo é considerado bom, para valores de entre 0,36 e 0,75, o desempenho é considerado aceitável, enquanto valores de COE inferiores a 0,36 fazem com que o modelo seja julgado como inaceitável (SILVA et al., 2008). Para cálculo do COE é utilizada a seguinte equação:

$$COE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n [Qo(i) - Qc(i)]^2}{\sum_{i=1}^n [Qo(i) - \overline{Qc}]^2} \quad (\text{Eq. 12})$$

Onde Qo é a vazão observada; Qc é o evento calculado pelo modelo; \overline{Qc} a média do evento observado no período de simulação; e n o número de eventos.

Ainda, para encontrar valores para as equações e parâmetros foi habilitado o cálculo iterativo. Segundo Fernandes (1997) iteração significa a repetir sucessivamente um processo, desse modo pode-se associar os métodos iterativos aos conceitos de aproximação sucessiva. De modo simples, os métodos iterativos buscam resolver funções aproximando a sua solução com a solução de outra função que seja mais simples de resolver. Para chegar a solução aproximada o método iterativo busca uma primeira aproximação para a solução do problema numérico (aproximação inicial), e posteriormente realiza sucessivas repetições até que o procedimento iterativo seja forçado a finalizar por meio da definição dos testes de paragem ou restrições.

Como o problema foi implementado no software Excel, teve-se um limite de estabelecido pelo software de 32.767 iterações, além de ser definido o número máximo de

alterações em três casa decimais (0,001). Também foram utilizadas três restrições para o modelo de iteração automática, uma cujo os parâmetros possuíssem valores positivos, outra no qual a vazão calculada ser igualada a vazão observada e por último encontrar o máximo valor do coeficiente COE.

Dentre os métodos de iteração disponíveis no software foi escolhido o de Programação não-linear do Gradiente Reduzido Generalizado (GRG), sendo este método indicado para solucionar problemas que apresentem a estrutura de uma função objetivo não linear e restrições lineares (GOMES et. al., 2017). Devido ter seu algoritmo implementado no pacote Solver do Excel e devido a sua facilidade de implantação o GRG é o método mais empregado na resolução de problemas com múltiplas respostas. No entanto, o método apresenta limitações, sendo a maior o fato de que é necessário que a estimativa inicial dos parâmetros seja próxima ao valor do ponto ótimo, pois assim tendo um valor próximo, tem-se a garantia de convergência para o ponto ótimo (KÖKSOY e YALCINOZ, 2006).

Assim, foi utilizado como estimativa inicial o valor de 0,1 para o parâmetro escoamento (a_1 , a_2 , a_3 e a_4) com base em exemplos práticos de outras bacias hidrográficas, e os parâmetros de infiltração (b_1 , b_2 e b_3) e a altura das saídas de escoamento (h_1 , h_2 , h_3 e h_4) tiveram seus valores estimados a partir do método de iteração automático, de modo a se obter o valor de COE em todos os testes.

RESULTADOS

Para aplicação do modelo foi utilizado como valores iniciais de $X_1 = 0.00$ mm, $X_2 = 0.00$ mm e $X_3 = 100.00$ mm., definidos com base no estudo de Santos *et al* (2011).

O modelo foi aplicado, então iniciou-se o processo de calibração de modo a encontrar o valor de COE mais próximo de 1, bem como o resultado da vazão calculada mais próximo da vazão observada. Assim, os valores de armazenamento foram alterados para $X_1 = 10.00$ mm, $X_2 = 10.00$ mm e $X_3 = 100.00$ mm.

A partir das estimativas iniciais dos parâmetros e da utilização do método de iteração automática obteve-se os valores de escoamento (y_n), os valores de infiltração (z_n), os armazenamentos (X_n) e da vazão calculada (Q_c) expostos para cada um dos eventos de vazão. No Quadro 3, estão expressos os valores para o primeiro evento de vazão (Q_1), os valores dos demais eventos não foram expressos, pois o estudo teve como enfoque a comparação entre os valores de vazão observada e vazão calculada, e como definido na metodologia esses valores foram expressos pela forma gráfica para melhorar o entendimento (Figura 2 a 10).

Quadro 3- valores de escoamento, infiltração, armazenamento e vazão.

P	Escoamentos				Infiltração			Armazenamentos			Qo	Qc
	y1 (t)	y2 (t)	y3 (t)	y4 (t)	z1 (t)	z2 (t)	z3 (t)	X1 (t)	X2 (t)	X3 (t)		
								10	10	100		
1,710	0,954	0,998	0,242	0,907	2,129	0,083	5,602	7,629	11,804	93,574	1,434	3,101
2,690	0,822	0,829	0,275	0,849	1,891	0,094	5,243	6,776	13,327	87,576	1,059	2,774
6,129	1,067	1,144	0,316	0,794	2,333	0,107	4,908	8,361	15,237	81,981	5,038	3,321
3,333	0,952	0,996	0,352	0,743	2,126	0,119	4,596	7,619	16,893	76,762	4,270	3,043
5,581	1,095	1,180	0,392	0,695	2,384	0,132	4,304	8,541	18,752	71,895	5,093	3,362
4,167	1,049	1,120	0,429	0,650	2,300	0,144	4,033	8,240	20,479	67,356	3,250	3,248
2,419	0,854	0,870	0,458	0,609	1,950	0,154	3,779	6,985	21,816	63,122	3,798	2,791
7,613	1,228	1,350	0,500	0,570	2,623	0,168	3,543	9,397	23,771	59,176	6,153	3,649
1,967	0,921	0,956	0,530	0,534	2,070	0,177	3,323	7,417	25,134	55,497	1,706	2,941
1,645	0,702	0,676	0,550	0,501	1,677	0,184	3,117	6,007	26,077	52,063	2,374	2,429
2,033	0,605	0,552	0,566	0,469	1,502	0,189	2,925	5,382	26,823	48,858	1,838	2,192
2,129	0,555	0,487	0,580	0,440	1,411	0,194	2,746	5,057	27,461	45,866	1,650	2,062
1,419	0,456	0,362	0,590	0,413	1,235	0,197	2,579	4,424	27,910	43,071	1,688	1,820
2,214	0,472	0,381	0,600	0,387	1,262	0,200	2,422	4,523	28,372	40,462	1,131	1,840
3,258	0,580	0,520	0,613	0,363	1,458	0,205	2,277	5,223	29,012	38,027	2,716	2,077
2,967	0,619	0,570	0,628	0,341	1,527	0,209	2,141	5,473	29,701	35,755	1,750	2,158
4,129	0,753	0,742	0,648	0,320	1,769	0,216	2,014	6,338	30,606	33,637	4,781	2,463
14,367	1,809	2,093	0,707	0,301	3,666	0,235	1,896	13,137	33,331	31,674	6,996	4,909
15,484	2,561	3,056	0,792	0,283	5,019	0,263	1,788	17,984	37,295	29,866	17,541	6,692
8,194	2,329	2,759	0,867	0,267	4,602	0,287	1,688	16,489	40,743	28,198	11,409	6,221
10,433	2,400	2,849	0,942	0,252	4,729	0,312	1,596	16,944	44,218	26,662	9,114	6,443
2,097	1,651	1,890	0,987	0,238	3,382	0,326	1,511	12,118	46,287	25,240	3,265	4,765
3,133	1,290	1,429	1,017	0,225	2,734	0,336	1,432	9,797	47,668	23,919	3,089	3,961
1,645	0,928	0,966	1,032	0,213	2,083	0,341	1,358	7,465	48,379	22,689	1,761	3,139

Fonte: Autora (2020)

Quanto aos valores dos parâmetros (an, bn, hn) estes estão expressos no Quadro 4.

Quadro 4- Valores dos Parâmetros.

Parâmetros									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
a1	0,155	0,106	0,101	0,097	0,105	0,105	0,106	0,098	0,100
a2	0,199	0,108	0,099	0,112	0,142	0,109	0,099	0,106	0,100
a3	0,022	0,110	0,103	0,063	0,091	0,102	0,131	0,080	0,100
a4	0,010	0,038	0,099	0,059	0,032	0,086	0,045	0,060	0,100
b1	0,279	0,248	0,247	0,359	0,214	0,215	0,217	0,186	0,248
b2	0,007	0,004	0,004	0,003	0,002	0,002	0,003	0,005	0,004

b3	0,060	0,065	0,066	0,057	0,07	0,065	0,062	0,052	0,065
h1	1,483	1,559	1,556	2,022	2,559	2,399	2,822	2,025	1,559
h2	2,604	3,252	3,277	2,597	2,264	2,371	3,219	2,626	3,252
h3	0,618	0,369	0,365	0,466	0,414	0,396	0,313	0,412	0,369
h4	0,972	1,320	1,329	0,908	0,735	0,758	0,965	1,278	1,320

Observando os valores dos parâmetros pode-se verificar que o método de iteração manteve os valores do parâmetro de escoamento (a_1 , a_2 , a_3 e a_4) bem próximo da estimativa inicial sendo a maior variação positiva de 0,099 (no parâmetro a_2 no evento Q1) e a negativa de -0,078 (no parâmetro a_3 no evento Q1). Ainda, no evento Q9 observada nenhuma variação na estimativa inicial dos parâmetros de escoamento (a_1 , a_2 , a_3 e a_4).

A medida que havia variação dos valores de escoamento, também haviam variações nos parâmetros de Infiltração e de Altura das saídas de escoamento. O Quadro 5 relaciona a média das variações dos parâmetros em cada evento de vazão, e a Figura 2 retrata a relação entre a variação dos valores de escoamento e dos demais parâmetros.

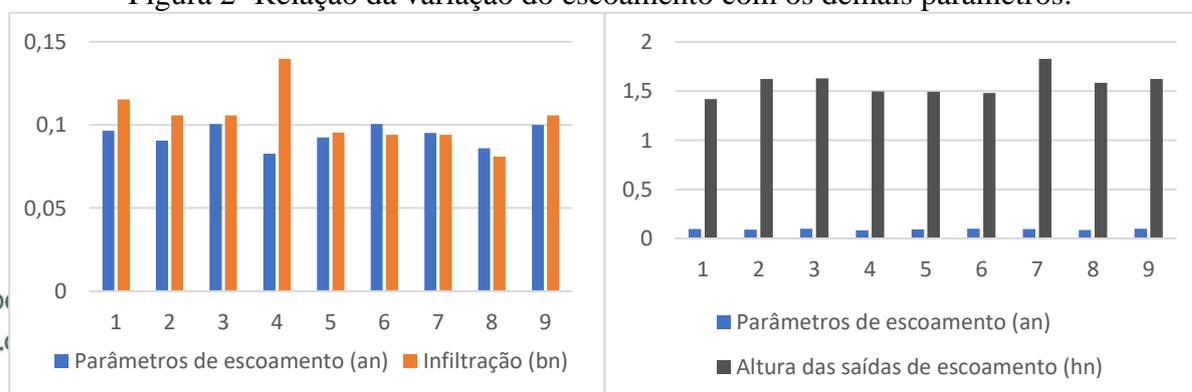
Quadro 5- Média dos parâmetros em cada evento.

Eventos	Médias dos Parâmetros		
	Escoamento (an)	Infiltração (bn)	Altura das saídas de escoamento (hn)
Q1	0,0965	0,115333	1,41925
Q2	0,0905	0,105667	1,625
Q3	0,1005	0,105667	1,63175
Q4	0,08275	0,139667	1,49825
Q5	0,0925	0,095333	1,493
Q6	0,1005	0,094	1,481
Q7	0,09525	0,094	1,82975
Q8	0,086	0,081	1,58525
Q9	0,1	0,105667	1,625

Fonte: Autora (2020)

Pela observação dos gráficos verifica-se que a variação da infiltração acompanhou a variação do escoamento, tendo o maior desvio no evento x, já a variação média da altura das saídas de escoamento foi bem maior em todos os eventos do que a variação média do escoamento.

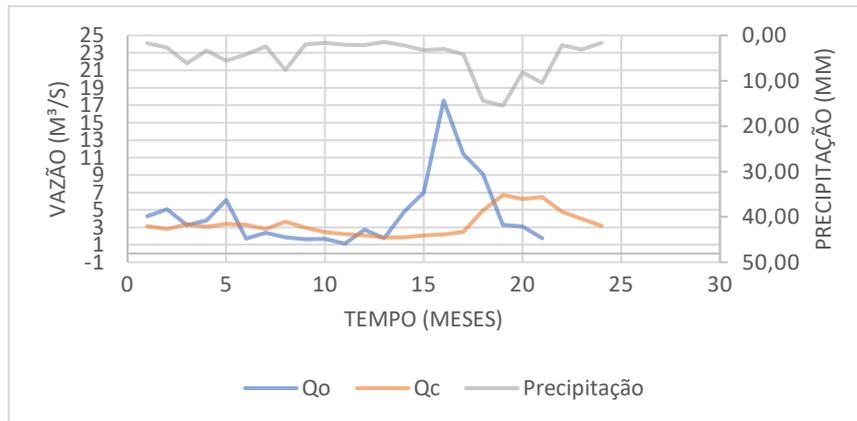
Figura 2- Relação da variação do escoamento com os demais parâmetros.



Fonte: Autora (2020)

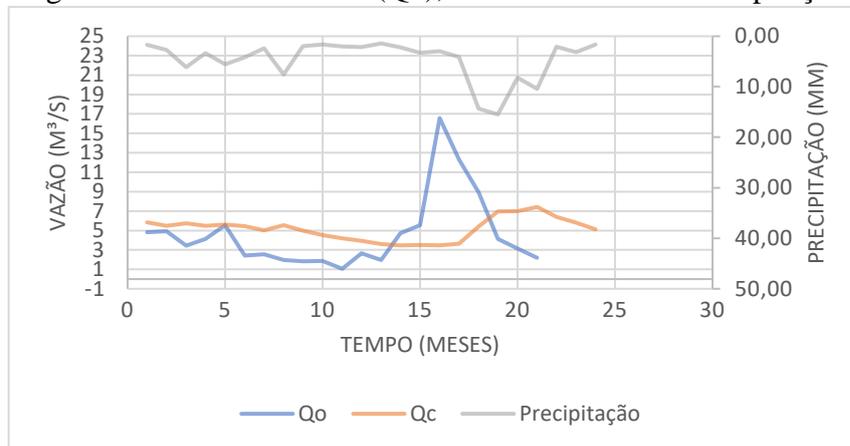
Os dados de vazão observada, vazão calculada e precipitação podem ser confrontados de forma gráfica para cada evento de vazão, a partir do expresso na Figura 3 á 11.

Figura 3- Vazão observada (Q1), vazão calculada e Precipitação.



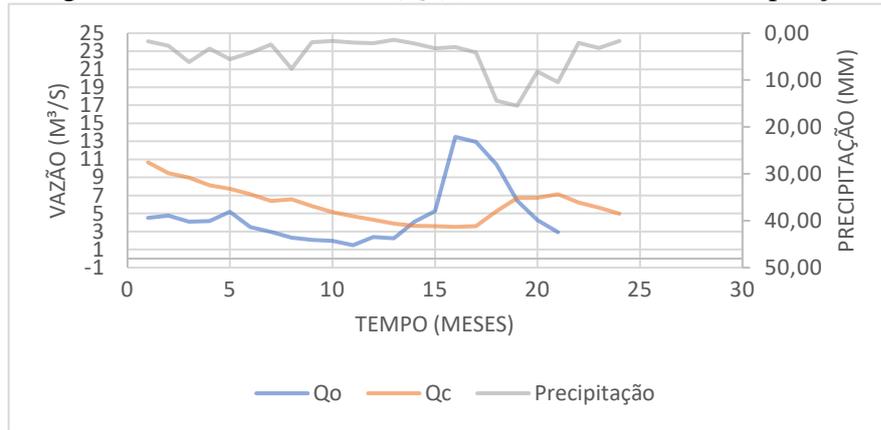
Fonte: Autora (2020)

Figura 4- Vazão observada (Q2), vazão calculada e Precipitação.



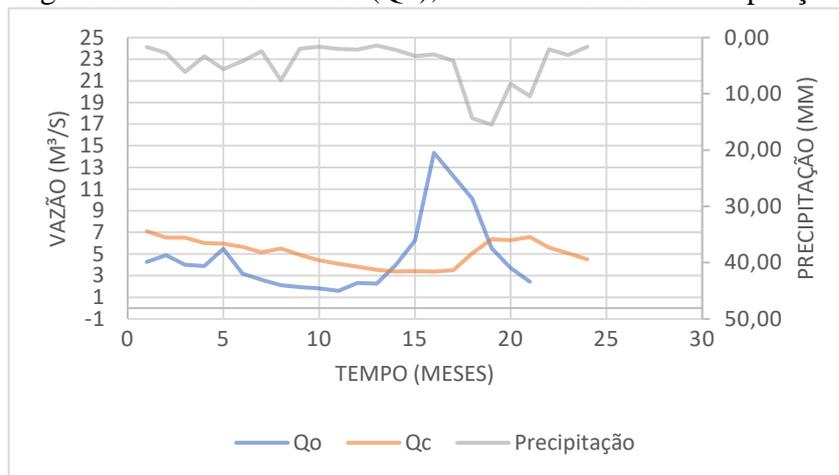
Fonte: Autora (2020)

Figura 5- Vazão observada (Q3), vazão calculada e Precipitação.



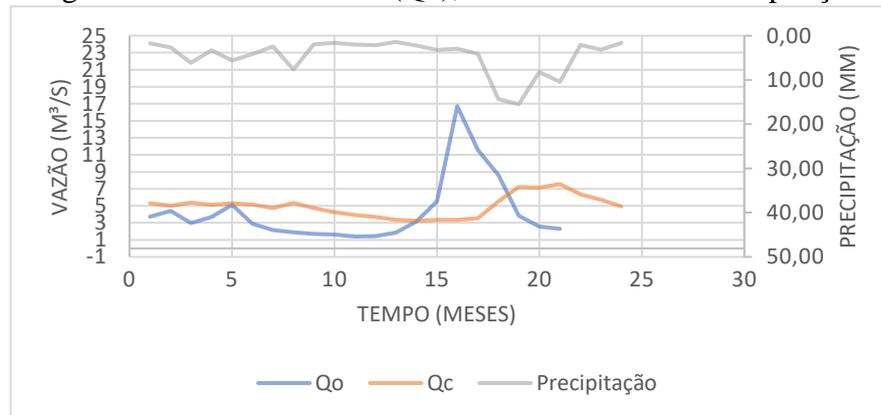
Fonte: Autora (2020)

Figura 6- Vazão observada (Q4), vazão calculada e Precipitação.



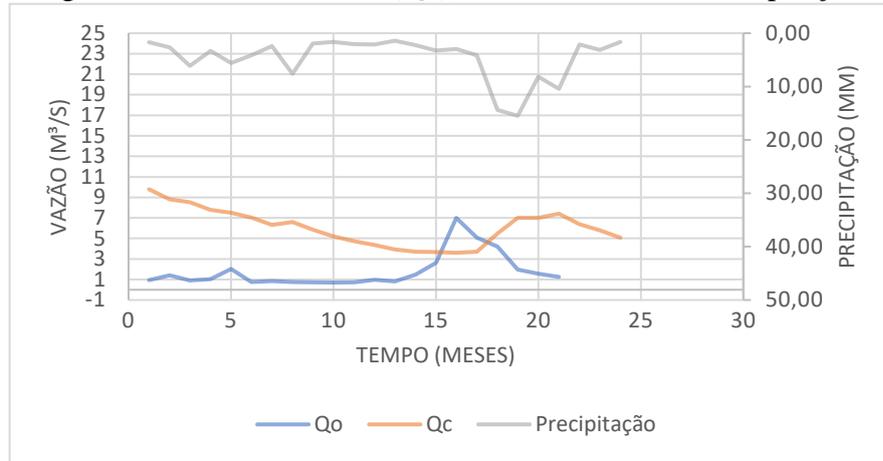
Fonte: Autora (2020)

Figura 7- Vazão observada (Q5), vazão calculada e Precipitação.



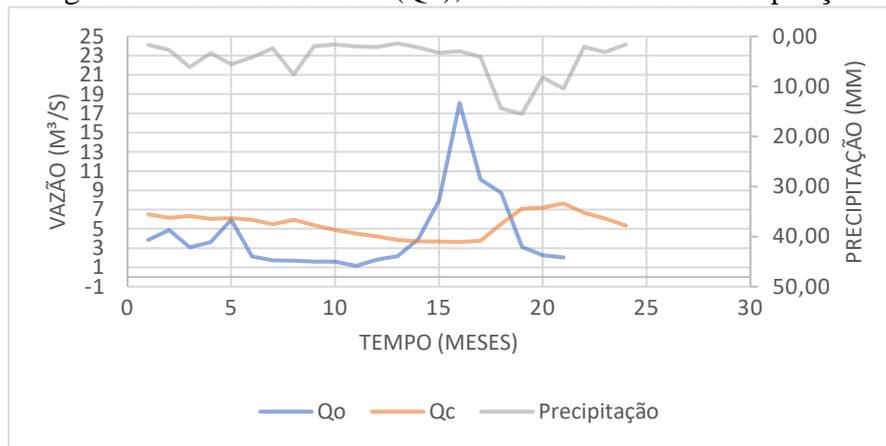
Fonte: Autora (2020)

Figura 8- Vazão observada (Q6), vazão calculada e Precipitação.



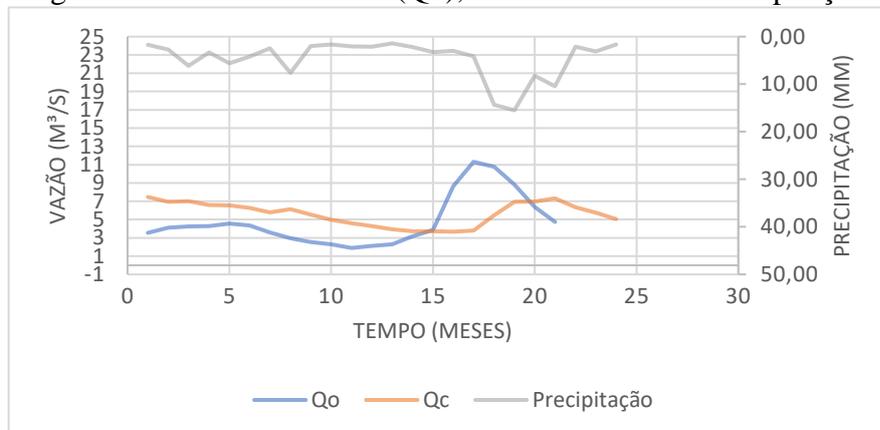
Fonte: Autora (2020)

Figura 9- Vazão observada (Q7), vazão calculada e Precipitação.



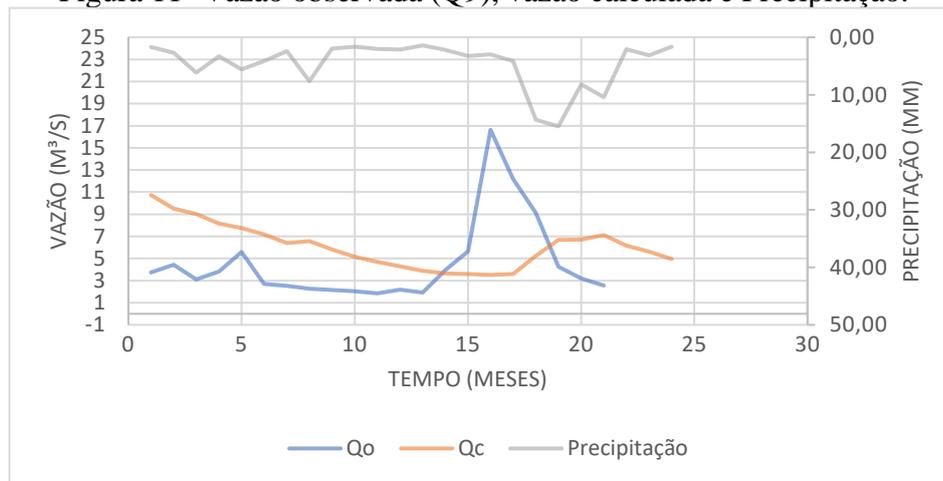
Fonte: Autora (2020)

Figura 10- Vazão observada (Q8), vazão calculada e Precipitação.



Fonte: Autora (2020)

Figura 11- Vazão observada (Q_o), vazão calculada e Precipitação.



Fonte: Autora (2020)

A partir da observação das figuras observa-se que o comportamento da vazão observada apresenta dois picos de variação do valor, um no tempo de cinco meses, próximo ao valor de 5 m³/s, e outro pico entre os 15-20 meses com o valor próximo aos 17 m³/s, fora esses dois picos a vazão se manteve nos outros meses em valores abaixo do 5 m³/s.

No entanto, a vazão calculada não conseguiu representar em nenhum dos casos os dois picos do comportamento da vazão observada, isso acontece devido os métodos de iteração automática apresentarem entre suas limitações a representação de picos máximos e mínimos. Ainda, pode-se observar que na maioria dos eventos o comportamento da vazão calculada se manteve acima do primeiro pico, tendo a maior variação acima do pico no sexto evento (Q₆) e a maior variação abaixo do pico no primeiro evento (Q₁). No segundo pico todos os eventos apresentaram a vazão calculada abaixo da observada.

Por fim foram calculados os Coeficientes de Eficiência de Nash e Sutcliffe (COE) para cada evento de vazão. Os valores estão expostos no quadro 6 e a análise dos valores mostra que para maioria dos casos o modelo apresentou um desempenho julgado como inaceitável (COE < 0,35), sendo apenas no primeiro evento (Q₁) o desempenho foi considerado aceitável (0,36 < COE < 0,75).

Quadro 6- Cálculo do COE

COE									
Evento	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈	Q ₉
COE	0,443	0,284	-0,351	0,19	0,314	-8,547	0,132	-0,009	-0,453

Fonte: Autora (2020)

4. CONCLUSÃO

Com a análise dos resultados pode-se concluir, que os valores de vazão calculados pelo modelo tiveram um comportamento distante dos valores da vazão observada, diferindo mais significativamente na região de maior pico da vazão observada.

Quanto a análise estatística do modelo, mostra que o desempenho do modelo, com base no valor de COE, é inaceitável na maioria dos casos e aceitável apenas para um caso. Esse comportamento pode ser atribuído ao fato de o método escolhido apresentar como limitação o fato de a estimativa inicial ter que ser próxima ao valor ótimo, como a estimativa inicial foi a mesma para todos os casos, essa se aproximou do valor ótimo em apenas um caso e se distanciou desse valor nos demais.

Assim para trabalhos futuros aconselha-se realizar algumas alterações manuais dos valores dos parâmetros para que a estimativa inicial se aproxime do valor ótimo de cada evento, de modo a melhorar os resultados. Esse teste foi feito no primeiro evento e o desempenho desse subiu para um valor de COE de 0,66, no entanto como o objetivo do trabalho era focado em analisar o desempenho automático do modelo, os testes manuais não prosseguiram.

Ainda podem ser utilizados outros métodos de iteração com algoritmos implementados no programa Excel tais como o LP simplex e Evolutionary, e assim realizar a comparação do desempenho desses com o método do Gradiente Reduzido Generalizado (GRG), empregado nesse trabalho.

No mais, a partir do estudo foi possível comprovar a importância da aplicação da modelagem hidrológica junto a métodos de análise estatística, pois como a modelagem busca gerar valores mais próximos aos reais, é importante poder medir e buscar melhor a proximidade entre os valores observados e calculados.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS- ANA. Evolução da rede hidrometeorológica nacional. Superintendência de Administração da Rede Hidrometeorológica. Brasília: ANA, v. 1, n. 1, abr. 2007, 15p.

BRAVO, J. M.; PICCILLI, D. G. A.; COLLISCHONN, W.; TASSI, R.; MELLER, A.; TUCCI, C. E. M. **Avaliação visual e numérica da calibração do modelo hidrológico IPH II com fins educacionais.** In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, ABRH, p. 1-20, 2007.

CELESTE, A. B.; MENEZES, T. L. A.; FONTES, V. A. Modelagem do processo chuva-vazão pelo Tank Model e por redes neurais artificiais na bacia do rio Japarutuba, Sergipe. **Scientia Plena**, v. 10, n° 07, p. 1–13, 2014.

COLLISCHONN, W.; TUCCI, C. E. M. (2003). Ajuste multiobjetivo dos parâmetros de um

modelo hidrológico. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 27-39.

FERNANDES, E. M. G. P. **Computação Numérica**. Braga: Universidade do Minho, p. 414, 2 ed., 1997

GALVÃO, C. D. O.; VALENÇA, M. J. S. **Sistemas inteligentes: aplicações a recursos hídricos e sistemas ambientais**. Porto Alegre, Brasil, Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1999.

GOMES, F. M.; PEREIRA, F. M.; MARINS, F. A. S.; SILVA, M. B. Estudo comparativo entre os métodos gradiente reduzido generalizado e algoritmo genético em otimização com múltiplas respostas. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v.17, n. 2, p. 592-619, 2017.

KÖKSOY, O.; YALCINOZ, T. Mean square error criteria to multiresponse process optimization by a new genetic algorithm. **Applied Mathematics and Computation**, v. 175, n. 2, p. 1657-1674, 2006.

MACHADO, R.E; VETTORAZZI, C.A. Simulação da produção de sedimentos para a microbacia hidrográfica do Ribeirão dos Marins, SP. **R. Bras. Ci. Solo**, V. 27, p. 735-741, 2003.

MENDES, T. A.; VIEIRA, M. E. A.; FRANCO, C.; FORMIGA, T. M.; BARBALHO, F. D. Aplicação Do Tank Model Na Modelagem Da Bacia. **XVIII Simposio brasileiro de recursos hídricos**, p. 1–15, 2007.

LARA, P. G. DE; KOBİYAMA, M. Proposta de Modelo Conceitual: PM *Tank Model*. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 2003, p. 149–161, 2012.

NUNES, F.; S. M.; FARIAS, C. A. S.; MARTINS, W. A.; ALMEIDA, R. N.; LEITE, J. C. A. Application of the Tank Model for estimating monthly stream flows in piacó river basin. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 1, p. 343–349, 2014

SANTOS, A.C.F.; NUNES, L.N. Utilizando analogias para a visualização de equipotenciais com uma planilha de dados. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, vol.35, no.2, São Paulo, 2013.

SANTOS, C. A. G.; FREIRE, P. K. M. M.; MISHRA, S. K.; SOARES, A. Application of a particle swarm optimization to the tank model. **IAHS-AISH Publication**, v. 347, p. 114–120, 2011.

SANTOS, L. L. Modelos hidráulicos-hidrológicos: Conceitos e Aplicações. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife-PE, Vol.2, n.03, p. 01-19, 2009.

SILVA, P.M.O.; MELLO, C.R.; SILVA, A.M. & COELHO, G. Modelagem da hidrografia de cheia em uma bacia hidrográfica da região Alto Rio Grande. **R. Bras. Eng. Agric. Amb.**, v. 12, p.258-265, 2008.

SINGH, V. P.; WOOLHISER, D. A. Mathematical Modeling of Watershed Hydrology.
Journal of Hydrologic Engineering, v. 7, n.4, p.270 – 292, 2002.

PEREIRA, T. S. R.; SANTOS, K. A.; SILVA, B. F.; FORMIGA, K. T. M.; SOARES, A. K.
Desenvolvimento De Um Modelo Chuva-Vazão Via Tank Model E Calibração Automática.
REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 11, n. 3, 2016.

TUCCI, C. E. M. **Modelos hidrológicos**. 1 Ed. Universidade /UFRGS/Associação Brasileira
de Recursos Hídricos, Porto Alegre, 668p, 1998.

BIORREATORES DE MEMBRANA APLICADOS AO TRATAMENTO DE EFLUENTES: CARACTERÍSTICAS E ASPECTOS IMPORTANTES

Thiago Santos de Almeida Lopes¹
Whelton Brito dos Santos²
George Antonio Belmino da Silva³
Weruska Brasileiro Ferreira⁴

RESUMO

Por sua capacidade de produzir um efluente com excelente qualidade, os biorreatores de membrana (MBR) têm se destacado como uma alternativa para o tratamento de esgotos domésticos e industriais visando o reúso. Contudo, ainda são considerados uma tecnologia emergente no Brasil, com poucos estudos e aplicações em escala real. Por este motivo, o presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico acerca das características gerais, configurações e aspectos importantes dos MBRs. As informações foram obtidas a partir de artigos científicos, livros, dissertações, teses, entre outros, selecionados de acordo com o tema abordado e com sua confiabilidade. Verificou-se que as características dos MBRs possibilitam uma redução substancial de microrganismos patogênicos e sólidos suspensos. Além disso, oferecem condições para a biodegradação de constituintes dissolvidos, como matéria orgânica e amônia, e apresentam vantagens como baixos requerimentos de área e robustez. No entanto, são necessários mais estudos com o intuito de minimizar suas limitações, como formação de incrustações e uso de reagentes químicos para limpeza das membranas, e conhecer seu potencial para a remoção de contaminantes emergentes, como fármacos e agrotóxicos, que ainda é inconclusivo.

Palavras-chave: MBR, Águas residuárias, Reúso, Biodegradação.

INTRODUÇÃO

Uma das medidas importantes que podem ser tomadas para garantir o uso sustentável dos recursos hídricos é a reutilização de efluentes tratados, que permite a redução do uso de água doce. Isto tem contribuído para o estudo e elaboração de técnicas de tratamento que possibilitem o reúso de águas residuárias, dentre as quais se podem destacar os biorreatores de membrana (MBR), atualmente reconhecidos como uma alternativa promissora para otimizar a biodegradação de poluentes (MOORE; ZYTNER; CHANG, 2016; SUBTIL et al., 2013).

Os MBRs podem ser compreendidos pela junção entre a tecnologia de lodos ativados convencional (LAC) e a separação por membranas de microfiltração ou ultrafiltração. Deste modo, minimizam as limitações inerentes aos LACs e promovem a geração de efluentes com excelente qualidade em relação à sólidos suspensos totais, nitrogênio total, carbono orgânico

¹ Doutorando em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais - UFCG, thiago.s.16@hotmail.com;

² Doutorando em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais - UFCG, wheltonbrt@gmail.com;

³ Doutorando em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais - UFCG, george_belmino@hotmail.com.

⁴ Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UEPB, weruska_brasileiro@yahoo.com.br.

dissolvido e microrganismos patogênicos, sendo considerados como sistemas inovadores e eficazes para o tratamento biológico de águas residuárias (PHAN et al., 2015; BOONNORAT et al., 2016; TRINH et al., 2016).

No tocante ao tratamento de efluentes por sistemas convencionais, os MBRs possuem vantagens como baixa área de ocupação, produção reduzida de lodo e resistência às variações de carga afluenta (CHANG et al., 2011; MONSALVO et al., 2014; GOMES et al., 2015). No entanto, esta tecnologia ainda é considerada emergente no Brasil, com poucos estudos sobre a mesma e reduzidas aplicações em escala real (MORAIS, 2018). Neste seguimento, o presente estudo tem como objetivo fazer uma revisão bibliográfica acerca dos MBRs, englobando suas características gerais, configurações e aspectos importantes.

METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado através de levantamento bibliográfico, que oferece recursos para auxiliar na definição, aprofundamento e resolução de problemas já conhecidos, além de permitir explorar novas áreas onde os mesmos não se consolidaram suficientemente. Também possibilita que um tema seja estudado sob nova ótica ou abordagem, resultando em novas conclusões. Deste modo, utilizou-se o seguinte roteiro de trabalho:

- i. Pesquisa de fontes bibliográficas: artigos de periódicos, livros, dissertações, teses, dentre outros, contendo não apenas informações sobre o tema estudado, como também indicações de outras fontes de investigação;
- ii. Leitura do material: realizada de modo seletivo acerca dos biorreatores de membrana, suas características, configurações e parâmetros operacionais;
- iii. Organização do conteúdo: separação dos segmentos relevantes do material estudado e elaboração de resumos, ordenando-os de acordo com seu assunto e conferindo a sua confiabilidade;
- iv. Conclusões: obtidas a partir das informações levantadas e apresentadas neste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

BIORREACTORES DE MEMBRANA: CARACTERÍSTICAS E CONFIGURAÇÕES

Os MBRs podem ser denominados como uma combinação da tecnologia de lodos ativados convencionais com a separação por membranas de microfiltração ou ultrafiltração.

produzem um efluente de excelente qualidade e substancialmente desinfetado (incluindo a remoção total da maioria das bactérias e parcialmente de vírus), se enquadrando em padrões de reúso (SANTOS et al., 2011; SUBTIL et al., 2013; ALKMIM et al., 2015).

A etapa de sedimentação presente no sistema de LAC é substituída por um estágio de filtração com membranas no MBR (Figura 1), o que resulta na concentração da biomassa e, com isso, reduz a área necessária do tanque biológico e aumenta a eficiência do tratamento. Desse modo, os MBRs tendem a gerar efluentes de maior pureza em relação aos constituintes dissolvidos, como matéria orgânica e amônia. Somado a isso, ao eliminar a necessidade de sedimentação da biomassa, a variação de fluxo através destes sistemas não afeta a qualidade do permeado, visto que não ocorre arraste de sólidos junto ao mesmo (SANTOS et al., 2011).

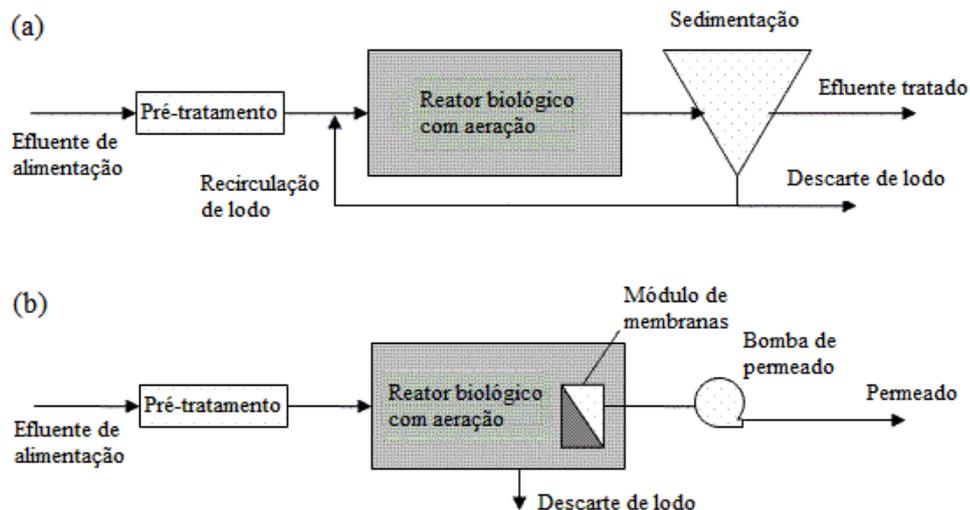


Figura 1. Representação esquemática dos sistemas de: (a) lodos ativados convencional e (b) biorreator de membrana. Fonte: Adaptado de Group (2007).

A elevada contenção de sólidos suspensos, mesmo em baixas temperaturas, e rejeição de compostos com alto peso molecular, promove a maior degradação destes no MBR e evita que sejam lançados junto ao efluente tratado. No tocante ao tratamento de águas residuárias por sistemas convencionais, os MBRs apresentam vantagens como baixa área de ocupação, produção reduzida de lodo e resistência às variações de carga afluente (CHANG et al., 2011; MONSALVO et al., 2014; GOMES et al., 2015).

Outra vantagem dos MBRs está relacionada aos fatores tempo de detenção hidráulica (TDH) e tempo de retenção de sólidos (TRS). Nos LACs, a separação de sólidos suspensos é realizada por sedimentação, que depende do crescimento de flocos de biomassa a um tamanho que possibilite sua remoção (geralmente > 50 mm). Isso exige um determinado TDH para o

desenvolvimento dos microrganismos. Já nos MBRs, as partículas só precisam ser maiores que os poros das membranas para serem removidas, o que torna os parâmetros TDH e TRS independentes (JUDD, 2008).

Contudo, apesar das inúmeras vantagens dos MBRs, os gastos associados à limpeza química das membranas, à reposição das mesmas e ao consumo de energia (para aeração do tanque biológico e bombeamento de permeado) surgem como fatores limitantes à utilização desta tecnologia, pois incidem em custos operacionais significativamente maiores que os dos LACs (JUDD, 2008; ALKMIM et al., 2015). Por esse motivo, a menos que um efluente de excelente qualidade seja requerido, as organizações geralmente não percebem a necessidade de realizar altos investimentos em um MBR (JUDD, 2006).

Não obstante as barreiras supracitadas, a utilização de MBRs cresceu nos últimos anos, sendo reportado um crescimento anual médio de mercado entre 11,6-12,7%, de 2000 a 2011, ligeiramente maior que o de tecnologias similares, como os sistemas de dessalinização (que apresentaram taxa anual entre 9-10%) (SANTOS et al., 2011).

O emprego dos MBRs tem sido impulsionado pela escassez de recursos hídricos e por legislações mais rigorosas, que tendem a promover a implementação de tecnologias que possibilitem a reutilização de água nas regiões mais secas do mundo ou tornem o reúso mais viável economicamente. Além disso, as recentes inovações tecnológicas têm ocasionado significativa redução dos custos das membranas, o que contribui para a consolidação destes sistemas (BARCO-BONILLA et al., 2010; SANTOS et al., 2011).

Os primeiros estudos envolvendo MBRs foram iniciados na década de 70, onde a configuração dos sistemas consistia no acoplamento externo de módulos de ultrafiltração ao reator (Figura 2). Durante a operação, o efluente presente no tanque biológico era bombeado para as membranas, que promoviam a separação em dois canais: o de permeado (produto), que era removido do sistema, e o de concentrado (resíduo), que era retornado ao biorreator (JUDD, 2008; GIACOBBO, 2010; SANTOS, 2015).

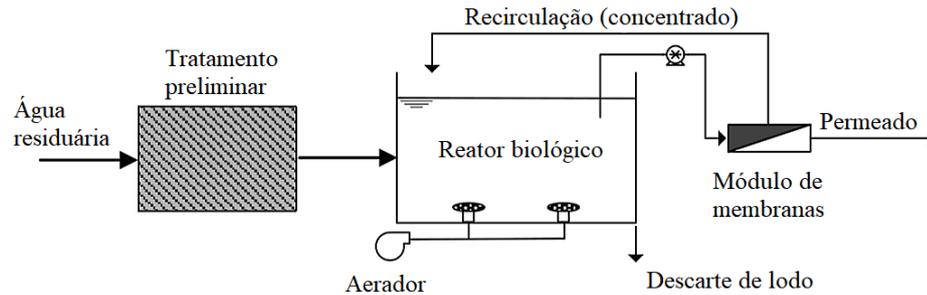


Figura 2. MBR com módulo de membranas externo ao biorreator. Fonte: Adaptado de Subtil et al. (2013).

Esta modalidade de MBRs demandava um alto consumo de energia (1 a 10 kWh por m³ de permeado) devido à necessidade de uma elevada velocidade tangencial. Isso restringiu a utilização deste modelo em instalações de pequena e média escala, onde o requisito energético era parcialmente compensado pela redução de área ou onde o reúso de água era economicamente viável (COTE e THOMPSON, 2000; SCHNEIDER E TSUTIYA, 2001).

No começo dos anos 90, outra configuração passou a ser utilizada para o tratamento de esgotos municipais, os reatores com membrana submersa (Figura 3), caracterizados pela imersão do módulo de membranas no tanque biológico ou em um compartimento separado dentro do próprio biorreator. Nesta modalidade, é estabelecido um vácuo no sentido do permeado, por meio de uma bomba, o que proporciona a permeação do efluente através da membrana que, por sua vez, retém os sólidos maiores que seus poros dentro do reator. O permeado também pode ser retirado por gravidade, mediante a pressão hidráulica provocada pela diferença de altura da coluna de líquido em relação ao módulo de membranas (TCHOBANOGLOUS et al., 2003; GIACOBBO, 2010; SANTOS, 2015).

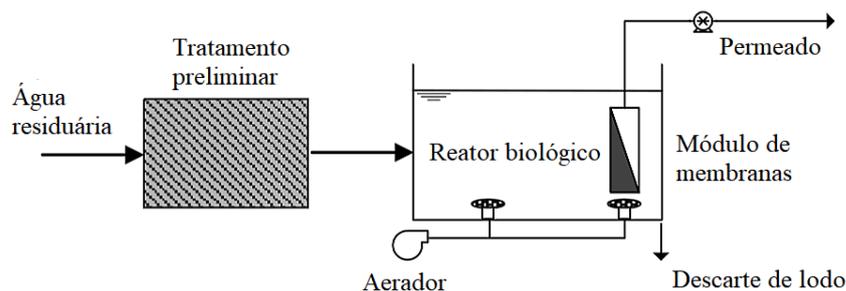


Figura 3. MBR com módulo de membranas submerso no biorreator. Fonte: Adaptado de Subtil et al. (2013).

Nos sistemas submersos, geralmente se opera com baixas diferenças de pressão, de modo que a pressão transmembrana (PTM) varie entre 0,2 e 0,8 bar. Estes modelos também demandam baixo consumo de energia, em torno de 0,2 a 0,4 kWh por m³ de permeado, quando comparados aos biorreatores com módulos externos (COTE e THOMPSON, 2000; GIACOBBO, 2010).

Com relação à fabricação das membranas, elas devem ser produzidas de modo que permitam a passagem de água e os tamanhos dos poros apresentem alto grau de seletividade, para que sejam retidos o máximo de resíduos possível. Os materiais empregados para este fim se dividem basicamente em dois grupos, polímeros e cerâmicas, e devem proporcionar integridade estrutural às membranas, além de resistência à produtos químicos e à variações de temperatura e pH, que normalmente emergem durante os processos de limpeza química (JUDD, 2006).

Embora, a princípio, qualquer polímero possa ser usado na fabricação de membranas, somente alguns são adequados para os processos de tratamento de efluentes. Os mais comuns são: polietilsulfona (PES), polipropileno (PP), polietileno (PE) e fluoreto de polivinilideno (PVDF). A cerâmica é outro tipo de material que pode ser utilizado e se destaca por ser mais resistente à incrustações, contudo, possui custo elevado. No que diz respeito à geometria das membranas e ao modo como são montadas em relação ao fluxo de água, geralmente são utilizados modelos tubulares, para biorreatores com módulos externos, e de placa plana ou fibra oca, para a configuração submersa (Figura 4) (JUDD, 2006; JUDD, 2008).

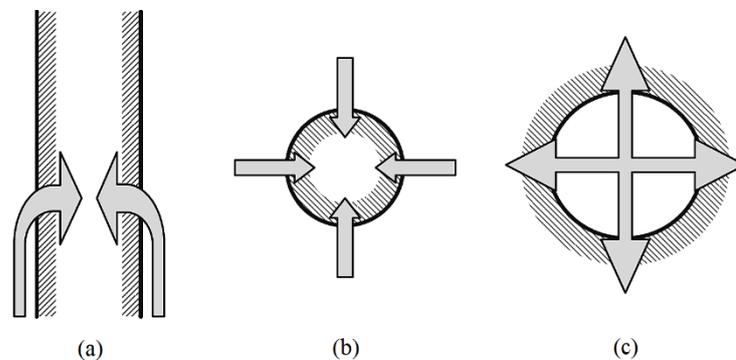


Figura 4. Representação esquemática do fluxo de água através da membrana: (a) placa plana, (b) tubular e (c) fibra oca. Fonte: Adaptado de Judd (2006).

OPERAÇÃO E ASPECTOS IMPORTANTES EM BIORREATORES DE MEMBRANA

A biodegradação em MBRs está sujeita a uma série de determinantes como aeração, tempo de retenção de sólidos (TRS), tempo de detenção hidráulica (TDH), concentração de biomassa, concentração de oxigênio dissolvido (OD), temperatura, pH e propriedades dos compostos a serem removidos (estrutura molecular, hidrofobicidade, tamanho e carga, dentre outros) (MONSALVO et al., 2014; BOONNORAT et al., 2016). Alguns destes aspectos estão descritos a seguir.

Aeração

Nos tratamentos biológicos aeróbios de águas residuárias, o sistema de aeração tem como principal objetivo fornecer oxigênio aos microrganismos, que é indispensável para a realização das reações biológicas. Além disso, a injeção de ar nos biorreatores também pode ser utilizada para manter a biomassa em suspensão. A quantidade necessária de OD varia em função da idade do lodo e da carga de alimentação, no entanto, para a degradação da matéria orgânica, a concentração mínima usualmente reportada é de 2 mg.L^{-1} (GIACOBBO, 2010; KELLNER, 2014).

A aeração contínua dificulta a desnitrificação dos microrganismos, o que resulta em uma baixa eficiência de remoção de nitrogênio total (NT). A aeração intermitente, no MBR, permite combinar as vantagens de um reator sequencial em batelada (RSB) com a separação por membranas, possibilitando que condições aeróbicas e anóxicas sejam alcançadas. Desse modo, nitrificação e desnitrificação podem ocorrer no mesmo reator e elevadas taxas de remoção podem ser obtidas simultaneamente para matéria orgânica e NT (CHANG et al., 2011).

Chang et al. (2011) avaliaram os efeitos da aeração na remoção de NT em um biorreator de membrana submersa e observaram que a injeção de ar 60 min ligada/75 min desligada elevou a eficiência de remoção de NT de 26,2% para 70,7%, quando comparada à introdução de ar contínua, indicando que a aeração intermitente pode ser usada para melhorar o desempenho de MBRs. Além disso, Silva et al. (2015) apontam que esse modo de operação possibilita a obtenção de um efluente com elevada qualidade e menor custo, quando comparado à configuração convencional, devido à menor necessidade de injeção de ar.

Em MBRs de configuração submersa, a aeração também desempenha importante função para redução de incrustações. Os aeradores geralmente produzem grandes bolhas de ar (diâmetro $> 3 \text{ mm}$) e quando eles são colocados abaixo do módulo de membranas, o fluxo de ar promove a limpeza destas. Isso faz com que a permeabilidade do sistema varie de acordo com a taxa de aeração (JUDD, 2008).

Concentração de sólidos

O teor de sólidos suspensos voláteis (SSV) nos MBRs pode ser usado como indicador da concentração de microrganismos presentes no lodo (KELLNER, 2014). Uma das grandes

vantagens da tecnologia supracitada, é a possibilidade de operar com elevadas concentrações deste parâmetro, geralmente entre 15-25 g.L⁻¹, enquanto que os sistemas de lodos ativados, conforme modalidade, operam com 1,5-4,5 g.L⁻¹ (VON SPERLING, 1997; SCHNEIDER e TSUTIYA, 2001).

Altas concentrações de biomassa permitem a redução de volume dos biorreatores e da geração de lodo residual e são benéficas para a remoção de contaminantes emergentes (CEs) que tendem a se acumular no lodo, devido sua intrínseca hidrofobicidade ou por interações eletrostáticas com os microrganismos. Este último mecanismo implica na necessidade de um tratamento posterior do lodo descartado, geralmente incineração, para evitar que os CEs retornem aos mananciais, o que é provável de acontecer quando este material é direcionado para fins agrícolas (JUDD, 2008; SIPMA et al., 2010).

Apesar dos benefícios mencionados, elevadas concentrações de biomassa em MBRs aumentam a demanda de energia e a probabilidade de entupimento das membranas, devido ao impacto deletério na eficiência da aeração (JUDD, 2008). Nesse sentido, Germain et al. (2007) apontam que a concentração de SSV em MBRs deve ser mantida abaixo de 15 g.L⁻¹, para melhorar a capacidade da transferência de oxigênio, e recomendam que esteja situada entre 10-15 g.L⁻¹.

Tempo de detenção hidráulica

O tempo de detenção hidráulica é conceitualmente definido como o tempo médio em que um determinado volume de líquido permanece na unidade de tratamento e pode ser calculado através da razão entre o volume do tanque biológico (V) e a vazão de alimentação (Q_a), como mostra a Equação 1, sendo geralmente expresso em horas (GIACOBBO, 2010).

Equação 1:

$$TDH = \frac{V}{Q_a}$$

Kellner (2014) aponta que a remoção dos parâmetros mais comuns no tratamento de esgotos sanitários pode ser obtida por meio de diferentes TDHs em um MBR. No entanto, como explicado no estudo de Giacobbo (2010), baixos valores deste parâmetro promovem o crescimento excessivo de bactérias filamentosas e resultam em elevadas concentrações de

polímeros extracelulares no lodo em suspensão, que atuam de modo negativo sobre o *fouling* das membranas e reduzem o fluxo permeado.

Tempo de retenção de sólidos

A idade do lodo, ou tempo de retenção de sólidos, consiste no tempo médio em que os microrganismos permanecem no biorreator. Este parâmetro é facilmente controlável nos MBRs, em virtude da retenção completa de sólidos suspensos por meio das membranas. Em um sistema operando adequadamente, onde o excesso de lodo é removido diretamente do tanque biológico, o TRS pode ser calculado através da razão entre o volume do biorreator (V) e a vazão de lodo descartado (Q_{ld}), conforme Equação 2, sendo usualmente representado em dias (GIACOBBO, 2010; KELLNER, 2014).

Equação 2:

$$TRS = \frac{V}{Q_{ld}}$$

Do ponto de vista bioquímico, geralmente se deseja trabalhar com altos valores de TRS, pois isso possibilita o desenvolvimento de microrganismos de crescimento mais lento e promove uma menor geração de lodo, devido à redução da atividade anabólica. Por outro lado, valores mais baixos deste parâmetro, além de aumentarem a produção de lodo residual, reduzem a permeabilidade das membranas, visto que elevam as concentrações de materiais responsáveis pelo *fouling*, como produtos microbianos solúveis (JUDD, 2008).

De acordo com Sipma et al. (2010), as elevadas idades de lodo alcançadas em MBRs, aliadas à uma baixa disponibilidade de matéria orgânica, podem contribuir para o aumento da biodiversidade e consequente biodegradação de CEs. Além disso, também influenciam positivamente a nitrificação e a eliminação de poluentes refratários. Todavia, este parâmetro é limitado pelos eventuais descartes de lodo, necessários para manter a concentração de SSV aproximadamente constante no biorreator.

Pressão transmembrana

A pressão transmembrana é definida como a diferença entre a pressão negativa no interior da membrana (lado do permeado) exercida por uma bomba e a pressão da coluna de água sobre o módulo, sendo usualmente representada em bar ou Pascal (Pa) (VIANA, 2004).

Conforme Giacobbo (2010), quanto maior for a PTM aplicada, maior será o fluxo permeado obtido. Contudo, elevados valores de pressão favorecem o desenvolvimento de *fouling*, que acarreta em redução do fluxo permeado ao longo do tempo e aumento do consumo energético e dos custos operacionais. Por outro lado, a aplicação de baixas pressões tende a manter a permeação mais estável, resultando em menores perdas de fluxo.

Fluxo e permeabilidade

O fluxo permeado (J_p) é definido como o volume que permeia através da membrana por unidade de área e de tempo, ou seja, vazão (Q_p) por área (A), conforme apresentado na Equação 3, sendo geralmente representado por $L/m^2.h$ (GIACOBBO, 2010).

Equação 3:

$$J_p = \frac{Q_p}{A}$$

Considerando a membrana como inerte ao solvente e incompressível pela ação da pressão, o fluxo permeado de um solvente puro é diretamente proporcional à PTM, para os sistemas cujo gradiente de pressão é a força motriz. Deste modo, a permeabilidade da membrana (L_p) é determinada a partir da Equação 4, sendo usualmente expressa em termos de $L/m^2.h.bar$ (GIACOBBO, 2010).

Equação 4:

$$J_p = L_p \cdot PTM$$

Fluxo crítico

Field et al. (1995) introduziram o conceito de fluxo crítico, definindo-o como o fluxo máximo abaixo do qual o fluxo não decai no decorrer do tempo e a formação de incrustações é desprezível. Valores acima deste parâmetro concorrem para o desenvolvimento de *fouling* irreversível, pois aumentam a tendência de arraste e deposição de partículas durante o regime de operação. De acordo com Miller et al. (2014), o valor exato do fluxo crítico depende de propriedades incrustantes das partículas (como dimensão e concentração), de características das membranas (como tipo de material e tamanhos dos poros) e da velocidade tangencial.

Devido às dificuldades de obtenção de dados, não existe um método padrão para a determinação do fluxo crítico. Uma metodologia baseada na estabilidade da PTM (Figura 5) tem sido utilizada. Nesta prática, a pressão é monitorada enquanto o fluxo de operação é aumentado gradualmente (a cada 15 minutos). O fluxo crítico será definido no ponto onde, a partir dele, poderá ser observado um rápido incremento da PTM, relacionado à maiores tendências de incrustação das membranas (MUTAMIM et al., 2012).

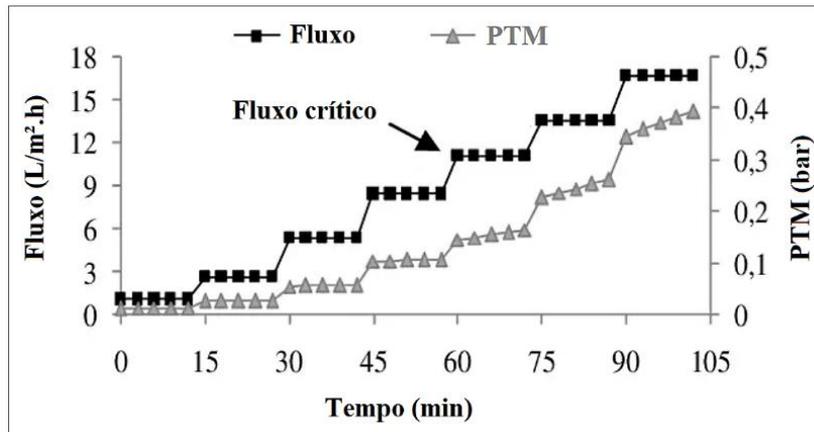


Figura 5. Determinação do fluxo crítico através do monitoramento da PTM em fluxos de operação pré-definidos. Fonte: Adaptado de Belli et al. (2014).

pH e temperatura

O pH é um parâmetro de considerável importância no tratamento biológico de águas residuárias, visto que a maioria dos microrganismos não tolera níveis fora da faixa 4,0-9,5, estando o pH ótimo entre 6,5-7,5. Este parâmetro também está relacionado à formação de incrustações, pois influencia na solubilidade de sais e proteínas (GIACOBBO, 2010).

A temperatura é outro fator importante para a biodegradação de contaminantes, visto que influencia na solubilidade do oxigênio em água (são inversamente proporcionais) e na atividade microbiana, afetando a eficiência global dos processos biológicos (PINTO et al., 2010). Viana (2004) ressalta que, apesar das elevações de temperatura aumentarem as taxas das reações químicas e bioquímicas, deve-se operar na faixa térmica usual de sobrevivência dos microrganismos. Além disso, variações deste parâmetro podem alterar as características de digestão do sistema, pois favorecem espécies distintas na biomassa (GIACOBBO, 2010).

No estudo de Trinh et al. (2016) foi investigada a influência das mudanças sazonais na remoção de CEs em um MBR de escala real. Os autores reportaram que a biodegradação foi predominante para alguns contaminantes durante o verão, sendo seguida por uma menor

adsorção na biomassa. O oposto foi observado no inverno, onde a biotransformação destes compostos diminuiu, mas foi compensada por um incremento na adsorção. Os mecanismos exatos responsáveis por essa mudança ainda são desconhecidos, mas o estudo aponta que provavelmente estão relacionados à temperatura.

Incrustações e polarização por concentração

A incrustação nas membranas, também conhecida por *fouling*, ocorre principalmente por adsorção de moléculas de soluto na superfície da membrana, depósito de material na face exterior da mesma e obstrução de poros por sólidos em suspensão, formando uma torta (Figura 6), e é influenciada por fatores associados ao efluente de alimentação, às condições operacionais e à membrana em si. Como consequências, destacam-se a redução do fluxo permeado (para operação com PTM constante), o aumento da pressão no sistema (quando o fluxo é constante), a necessidade de limpeza das membranas, a redução da vida útil destas e, conseqüentemente, maior custo de operação (ALKMIM et al., 2015).

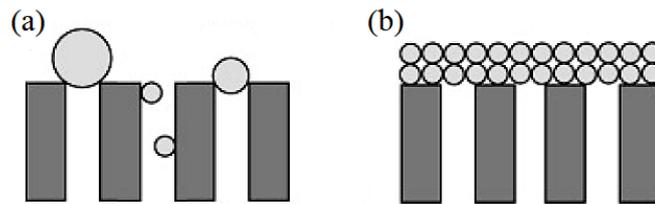


Figura 6. Incrustações em membranas: (a) obstrução dos poros e (b) formação da torta. Fonte: Adaptado de Kellner (2014).

Com relação aos mecanismos de limpeza das membranas, as incrustações podem ser classificadas em: (i) reversíveis ou temporárias, que são removidas através de limpeza física; (ii) irreversíveis ou permanentes, eliminadas somente por meio de limpeza química e (iii) irrecuperáveis ou absolutas, as quais nenhum procedimento de limpeza é capaz de remover. Quanto à composição química, podem ser orgânicas ou inorgânicas (JUDD, 2008).

Nos MBRs, o *fouling* causado por compostos inorgânicos não é dominante, uma vez que estes estão presentes em baixas concentrações e são pequenos o suficiente para permear através dos poros das membranas. Por outro lado, a presença majoritária de polissacarídeos e proteínas, a formação de biofilme e a deposição de metabólitos da biomassa na superfície das membranas, contribuem para a predominância do *fouling* orgânico, comumente chamado de *biofouling* (LOPES, 2017).

Outro fator que contribui para o desenvolvimento de incrustações é o fenômeno da polarização por concentração, que é definida como a tendência do soluto se acumular na superfície da membrana dentro de uma camada limite de concentração, ou filme líquido, durante o fluxo de operação. Nesta película, o único modo de transporte possível é a difusão, que é duas vezes mais lenta que a convecção, o que reduz a taxa de transferência através das membranas (JUDD, 2006).

Limpezas físicas e químicas

A limpeza física é normalmente realizada por meio da retrolavagem, isto é, reversão do fluxo, ou pelo relaxamento, que corresponde à interrupção da permeação enquanto bolhas de ar continuam a passar pelas membranas. Estes dois mecanismos podem ser usados em combinação. Por outro lado, a limpeza química é realizada com ácidos minerais ou orgânicos e soda cáustica ou hipoclorito de sódio (mais utilizado em MBRs). Baixas concentrações de agentes químicos também podem ser empregadas nas águas de retrolavagem, com o intuito de otimizar este procedimento (JUDD, 2006). A Figura 7 apresenta os métodos de limpeza física e química das membranas.

A limpeza física é menos onerosa e menos demorada do que a química, apresentando duração geralmente inferior a 2 minutos. Não exige produtos químicos e, conseqüentemente, não produz resíduos relacionados a eles, além de oferecer menor risco de degradação às membranas. No entanto, remove apenas as incrustações reversíveis, sendo menos eficaz que a limpeza química, que consegue remover materiais mais difíceis, geralmente denominados de irreversíveis ou permanentes, o que pode ser considerado um equívoco, visto que, após um efluente permear por uma membrana virgem, sua permeabilidade original jamais é recuperada. Isso ocorre em virtude de uma resistência residual que pode ser definida como “*fouling* irrecuperável”, que se acumula ao longo dos anos e é a responsável por determinar a vida útil das membranas (JUDD, 2006).

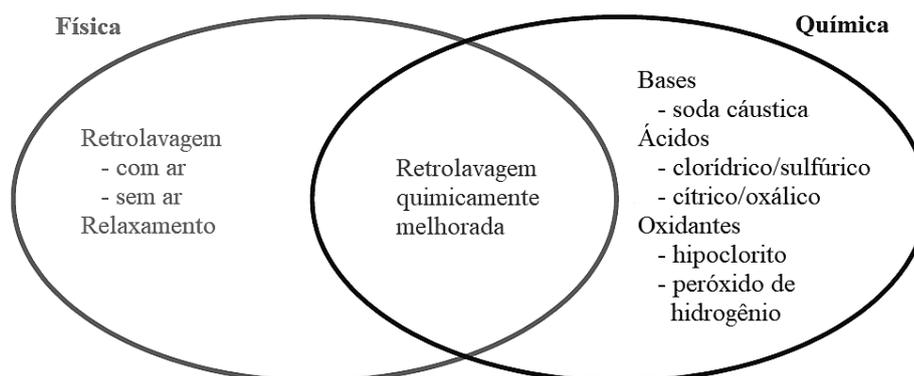


Figura 7. Métodos de limpeza das membranas e principais agentes químicos utilizados. Fonte: Adaptado de Judd (2006).

A vida útil de uma membrana é definida pelos fornecedores como o tempo de operação após o qual não há possibilidade de se manter o fluxo original de projeto. Este também pode ser considerado como o momento em que as limpezas químicas já não conseguem mais recuperar a permeabilidade da mesma. Um importante fator para a redução da vida útil das membranas é a realização de constantes limpezas com reagentes químicos, que podem modificar a estrutura da membrana ao longo do tempo e reduzir a sua capacidade de transmitir fluidos (ALKMIM et al., 2015; DA COSTA et al., 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do levantamento bibliográfico realizado neste trabalho foi possível conhecer as características gerais, configurações e aspectos operacionais dos biorreatores de membrana, que os tornam uma alternativa promissora para o tratamento de efluentes industriais visando o reúso. Além da remoção substancial de sólidos suspensos e microrganismos patogênicos, esta tecnologia oferece condições para a biodegradação de constituintes dissolvidos, como matéria orgânica e amônia, e apresenta vantagens como baixos requerimentos de área e robustez.

No entanto, são necessários mais estudos com o intuito de minimizar suas limitações, como a formação de incrustações e o uso de reagentes químicos para limpeza das membranas, bem como avaliar seu potencial para a remoção de contaminantes emergentes, como fármacos e agrotóxicos, que ainda é inconclusivo.

REFERÊNCIAS

ALKMIM, A. R.; MOSER, P. B.; TORRES, A. P.; NETA, L. S. F.; AMARAL, M. C. S. Tratamento de efluente de refinaria empregando biorreator com membranas: desempenho na

remoção de poluentes, incrustação e vida útil da membrana. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28. **Anais**. Rio de Janeiro: RioCentro, 2015.

BARCO-BONILLA, N.; ROMERO-GONZÁLEZ, R.; PLAZA-BOLAÑOS, P.; FRENICH, A. G.; VIDAL, J. L. M. Analysis and study of the distribution of polar and non-polar pesticides in wastewater effluents from modern and conventional treatments. **Journal of Chromatography A**, v. 1217, n. 50, p. 7817-7825, 2010.

BELLI, T. J.; CORAL, L. A.; RECIO, M. A. L.; VIDAL, C. M. S.; LAPOLLI, F. R. Total nitrogen removal in membrane sequencing batch bioreactor treating domestic wastewater. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 36, n. 2, 2014.

BOONNORAT, J.; TECHKARNJANARUK, S.; HONDA, R.; PRACHANURAK, P. Effects of hydraulic retention time and carbon to nitrogen ratio on micro-pollutant biodegradation in membrane bioreactor for leachate treatment. **Bioresource technology**, v. 219, p. 53-63, 2016.

CHANG, J. J.; LIANG, W.; XIAO, E. R.; WU, Z. B. Effect of intermittent aeration on the microbial community structure of activated sludge in a submerged membrane bioreactor. **Water and Environment Journal**, v. 25, n. 2, p. 214-218, 2011.

COTE, P.; THOMPSON, D. Wastewater treatment using membranes: the North American experience. **Water science and technology**, v. 41, n. 10-11, p. 209-215, 2000.

DA COSTA, P. R.; ALKMIN, A. R.; AMARAL, M. C. S.; DE FRANÇA NETA, L. S.; CERQUEIRA, A. C.; SANTIAGO, V. M. J. Ageing effect on chlorinated polyethylene membrane of an MBR caused by chemical cleaning procedures. **Desalination and Water Treatment**, v. 53, n. 6, p. 1460-1470, 2015.

FIELD, R. W.; WU, D.; HOWELL, J. A.; GUPTA, B. B. Critical Flux Concept for Microfiltration Fouling. **Journal of Membrane Science**, v. 100, n. 3, p. 259-272, 1995.

GERMAIN, E.; NELLES, F.; DREWS, A.; PEARCE, P.; KRAUME, M.; REID, E.; ...; STEPHENSON, T. Biomass effects on oxygen transfer in membrane bioreactors. **Water research**, v. 41, n. 5, p. 1038-1044, 2007.

GIACOBBO, A. **Biorreator à membrana aplicado ao tratamento de efluentes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia da UFRGS, Porto Alegre, 2010.

GOMES, R. F.; FURTADO, T. P. B.; COSTA, P. R.; OLIVEIRA, S. M. A. C.; AMARAL, M. C. S. Tratamento de efluente de refinaria empregando biorreator com membranas inoculado com biomassa leveduriforme para remoção de matéria orgânica carbonácea e nitrogenada. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28. **Anais**. Rio de Janeiro: RioCentro, 2015.

GROUP, W. E. **MBR – Membrane Bioreactors for Wastewater Treatment**. 2007. Disponível em: <http://wastewaterengineering.com/mbr_membrane_bioreactors.htm>. Acesso em: 24 out. 2018.

JUDD, S. **The MBR Book – Principles and applications of membrane bioreactors in water and wastewater treatment**. 1 ed. Oxford: Elsevier, 2006.

JUDD, S. **The status of membrane bioreactor technology.** *Trends in biotechnology*, v. 26, n. 2, p. 109-116, 2008.

KELLNER, R. L. **Biorreator à membrana de leito móvel em bateladas sequenciais para a remoção de nutrientes e matéria orgânica de efluentes sanitários.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

LOPES, J. D. A. **Remoção de compostos persistentes com biorreator de membrana e adsorção em carvão ativado.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

MILLER, D. J.; KASEMSET, S.; PAUL, D. R.; FREEMAN, B. D. Comparison of membrane fouling at constant flux and constant transmembrane pressure conditions. *Journal of Membrane Science*, v. 454, p. 505-515, 2014.

MONSALVO, V. M.; MCDONALD, J. A.; KHAN, S. J.; LE-CLECH, P. Removal of trace organics by anaerobic membrane bioreactors. *Water research*, v. 49, p. 103-112, 2014.

MOORE, A. W.; ZYTNER, R. G.; CHANG, S. Potential water reuse for high strength fruit and vegetable processor wastewater with an MBR. *Water Environment Research*, v. 88, n. 9, p. 852-870, 2016.

MUTAMIM, N. S. A.; NOOR, Z. Z.; HASSAN, M. A. A.; OLSSON, G. Application of membrane bioreactor technology in treating high strength industrial wastewater: a performance review. *Desalination*, v. 305, p. 1-11, 2012.

PHAN, H. V.; HAI, F. I.; MCDONALD, J. A.; KHAN, S. J.; ZHANG, R.; PRICE, W. E.; ...; NGHIEM, L. D. Nutrient and trace organic contaminant removal from wastewater of a resort town: Comparison between a pilot and a full scale membrane bioreactor. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v. 102, p. 40-48, 2015.

PINTO, A. L.; OLIVEIRA, G. H.; PEREIRA, G. A. Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. *Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino*, v. 1, n. 1, p. 69-82, 2010.

SANTOS, A.; MA, W.; JUDD, S. J. Membrane bioreactors: two decades of research and implementation. *Desalination*, v. 273, n. 1, p. 148-154, 2011.

SANTOS, F. **Processos de nanofiltração e osmose inversa para pós-tratamento de efluente de biorreator à membrana.** Monografia (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SCHNEIDER, R. P.; TSUTIYA, M. T. **Membranas Filtrantes para o tratamento de água, esgoto e água de reúso.** 1 ed. São Paulo: ABES, 2001.

SILVA, M. V.; SUBTIL, E. L.; MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I.; BARBOSA, I. M. Remoção de nitrogênio via nitrificação e desnitrificação simultânea (NDS) em biorreatores

com membranas submersas (BRMS). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28. **Anais**. Rio de Janeiro: Riocentro, 2015.

SIPMA, J.; OSUNA, B.; COLLADO, N.; MONCLÚS, H.; FERRERO, G.; COMAS, J.; RODRIGUEZ-RODA, I. Comparison of removal of pharmaceuticals in MBR and activated sludge systems. **Desalination**, v. 250, n. 2, p. 653-659, 2010.

SUBTIL, E. L.; HESPANHOL, I.; MIERZWA, J. C. Biorreatores com membranas submersas (BRMs): alternativa promissora para o tratamento de esgotos sanitários para reúso. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n. 3, p. 129-142, 2013.

TCHOBANOGLIOUS, G.; BURTON, F. L.; STENSEL, H. D. **Wastewater engineering: treatment and reuse**. 4 ed. Boston: McGraw-Hill Higher Education, 2003.

TRINH, T.; VAN DEN AKKER, B.; COLEMAN, H. M.; STUETZ, R. M.; DREWES, J. E.; LE-CLECH, P.; KHAN, S. J. Seasonal variations in fate and removal of trace organic chemical contaminants while operating a full-scale membrane bioreactor. **Science of The Total Environment**, v. 550, p. 176-183, 2016.

VIANA, P. Z. **Biorreator com membrana aplicado ao tratamento de esgotos domésticos: avaliação do desempenho de módulos de membranas com circulação externa**. 2004. 175f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Lodos Ativado**. v. 4. Belo Horizonte: UFMG, 1997.

CONFEÇÃO DE PAPÉIS DE FILTRO SUSTENTÁVEIS A PARTIR DE RESÍDUOS VEGETAIS PARA REUSO DE ÁGUAS CINZAS COM ESTUDANTES DA ESCOLA TIMBI EM CAMARAGIBE - PE

Gemima Manço de Melo¹
Lindomar Maria de Souza²

RESUMO

A escassez hídrica no mundo ganha a cada dia mais destaque e importância, ao passo que tem sido crescente a necessidade de economizar água. Objetivou-se despertar o senso crítico dos estudantes para o reuso de águas cinzas a partir da confecção de papéis de filtro utilizando como matéria prima principal o bagaço da cana-de-açúcar. Foram testados quatro tratamentos: T1 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar e 1000 mL de água; T2 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 18 g de babosa e 1000 mL de água; T3 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 18 g de babosa + 20 g de papel e 1000 mL de água; T4 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 20 g de papel e 1000 mL de água. Após a confecção dos filtros foram realizados testes de filtração, utilizando água barrenta e água contendo anil e sabão (água de lavagem de roupa). Após o início da filtração, os estudantes fizeram as observações e questionamentos em relação à coloração e limpidez da água após a passagem pelos filtros. Os resultados observados indicam que o papel que melhor filtrou a água barrenta e a água de lavagem foi o papel de filtro referente ao tratamento T4 (22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 20 g de papel e 1000 mL de água). O uso de filtros confeccionados a partir do bagaço da cana-de-açúcar pode ser considerado uma alternativa viável em estudos futuros para aumentar o reuso de águas cinzas.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar, bagaço, intervenção escolar, água barrenta, conscientização.

INTRODUÇÃO

O aumento no crescimento populacional e as alterações climáticas têm acelerado a diminuição da disponibilidade de água em várias regiões do mundo (SILVA & SANTANA, 2014). No panorama de escassez dos recursos naturais, o tema escassez hídrica a cada dia ganha mais destaque e importância no mundo, ao mesmo tempo em que tem sido crescente a necessidade de economizar água (TORRETTA et al. 2020; CORDEIRO & ROBLES JUNIOR, 2009). Diversas regiões do Brasil enfrentam problemas com a qualidade da água fornecida pelas companhias responsáveis (OLIVEIRA et al. 2017). Justamente este, que é o principal recurso natural existente no planeta. A vida depende da água e dela dependem também todas as

¹ Professora na Escola Timbi. Doutora em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE, gemimamelo@hotmail.com;

² Doutora em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE,

atividades humanas, entre as quais estão a produção agrícola, industrial, energética e o abastecimento urbano (PEREIRA, 2017).

Segundo o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) cerca de 2,2 bilhões de pessoas em todo o mundo não têm acesso à água tratada e 4,2 bilhões de pessoas em todo o mundo não possuem saneamento adequado (UNICEF, 2019). Pesquisas mostram que 48% da população brasileira admite gastar água em suas residências com pouco controle, onde 30% delas demoram mais de dez minutos no banho, enquanto que 29% dos domicílios no Nordeste sofrem com a constante falta de água (Agência Nacional de Águas, 2019). Um banho de ducha de 15 minutos chega a consumir cerca de 135 litros de água. Com o registro fechado é possível reduzir o tempo para 5 minutos e o consumo cai para 45 litros. São cerca de 90 litros de água desperdiçados por uma pessoa a cada banho. Ao se utilizar um copo de água, são necessários pelo menos outros 2 copos de água potável para lavá-lo. Por isso, é necessário combater o desperdício em qualquer circunstância (DEMAE, 2020). Se esse cálculo for estimado para a população do país, os dados revelarão um retrocesso bastante preocupante.

A demanda por tecnologias sustentáveis e a crescente preocupação com a conservação dos recursos hídricos, tem levado os pesquisadores à elaboração de propostas que favoreçam o uso consciente e sustentável desses recursos, através de soluções viáveis e de baixo custo para otimizar o uso e reduzir o impacto no meio ambiente (MAIOLO & PANTUSA, 2017).

Com o avanço das pesquisas científicas, o reuso de águas vem sendo uma alternativa para reduzir o desperdício, utilizando técnicas e equipamentos para que as águas residuárias cheguem num padrão de qualidade para o reaproveitamento de acordo com a finalidade do uso (FERNANDES et al. 2018). Denomina-se reuso de água, todo recurso hídrico que, após passar por um tratamento adequado, é destinada a diferentes propósitos, com o objetivo de se preservar os recursos hídricos existentes e garantir a sustentabilidade (FIORI et al. 2006).

Nesse contexto, as águas cinzas apresentam um foco maior para o reuso visto que, das águas residuais, esta é a menos poluída devido aos baixos níveis de matéria orgânica e de nutrientes em comparação com as águas residuais comuns, pela ausência de fezes, urina e papel higiênico (POONIA & SHARMA, 2019; ERIKSSON et al. 2002).

Apesar de se tratar de uma água residuária que apresenta teoricamente menor percentual de contaminantes, no reuso de águas cinzas é importante considerar o tipo de imóvel onde essa água é gerada, pois determinará a sua composição e o sistema de “recuperação ou limpeza” dessas águas. Por exemplo, as águas cinzas de uma residência apresentam menor índice de poluentes em comparação com um estabelecimento comercial do ramo de alimentação, onde

este, pode conter maior percentual de gordura ou de outros componentes químicos, o que necessitaria de um sistema diferenciado de tratamento da água impedindo possíveis impactos negativos no solo, caso o uso da água seja para irrigação, por exemplo (SHAIKH & AHAMMED, 2020; POONIA & SHARMA, 2019; JAMES & IFELEBUEGU, 2018).

Portanto, uma das principais soluções para amenizar o consumo das águas dos mananciais é começando a fazer o reuso das águas cinzas residenciais, que são aquelas que não possuem contribuição das águas vindas de vasos sanitários. Elas são provenientes do chuveiro, torneiras e máquinas de lavar, além da coleta de águas das chuvas, e que após o devido tratamento, podem ser utilizadas para fins onde não se exige a potabilidade da água, como por exemplo, bacias sanitárias, lavagem de pisos e calçadas e rega de plantas (MEIRELES et al. 2018).

Rebouças (2003) chama a atenção para a questão de que o Brasil é um dos países mais ricos em água doce do planeta, entretanto, as cidades enfrentam crises de abastecimento, das quais não escapam nem mesmo as localizadas na Região Norte, onde estão perto de 80% das descargas de água dos rios no país.

Dessa forma, como práticas sustentáveis para evitar o desperdício dos recursos hídricos, pode ser realizado o reuso da água em vez de descartá-la de forma desenfreada e na maioria das vezes contaminada no meio ambiente (SILVA & SANTANA, 2014). Nesse sentido, vale destacar o papel transformador da educação ambiental, na qual a corresponsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial na promoção do desenvolvimento sustentável e na modificação do crescente quadro de degradação socioambiental (JACOBI, 2003).

Embora as águas provenientes do banho, da lavagem de pratos e roupas possam ser reaproveitadas para outros usos, a reutilização dessas águas sem tratamento tem sido relacionada a vários problemas de saúde pública e ambientais (MANFRIN et al. 2019). Mas, quando realizado de maneira correta, o reuso de águas cinzas permite minimizar os custos com consumo e com o uso de água potável, beneficiando o meio ambiente e gerando menos resíduos (CARRASQUEIRA et al. 2019).

Por isso, algumas pesquisas voltadas para este tema já vêm sendo desenvolvidas, a exemplo do trabalho de Pereira et al. (2019) utilizando filtros de carvão ativado no tratamento de águas cinzas para reuso em atividades agrícolas. Já Manfrin et al. (2019) avaliaram a tecnologia de filtros a base de areia e plantas a fim de avaliar a qualidade de filtração desse sistema bem como a possibilidade de reuso da água na irrigação de jardins. O que possibilitaria o aumento no reuso de águas cinzas em primeira escala na agricultura familiar, já que Segundo

Rebouças (2003) o Brasil, a exemplo de outros países, apresenta uma maior demanda por água na agricultura, especialmente a irrigada, com quase 63% de toda a demanda.

A criação de filtros sustentáveis pode auxiliar as pessoas a terem uma forma de filtrar a água e reutilizá-la para outras finalidades com baixo custo. Filtros sustentáveis podem ser utilizados para filtrar a água da máquina de lavar, água proveniente da lavagem dos pratos, do banho, entre outras, exceto a água do vaso sanitário.

Nessas situações, o tratamento da água pode ser feito através de uma série de filtros, garantindo a limpeza da água, e posterior cloração no reservatório de reuso, para se evitar a proliferação de algas (MEIRELES et al. 2018). A economia nos custos com o consumo de água é uma das maneiras para conscientizarmos as pessoas a desperdiçar menos e assim projetarmos um futuro mais limpo e sustentável com a redução no desperdício dos recursos naturais. Diante disso, muitos pesquisadores buscam alternativas para o reaproveitamento de água, como o uso de filtros.

Geralmente os projetos que buscam essa via alternativa de reuso de água apresentam uma característica em comum, que é a adequação do uso de materiais baratos ou que seriam descartados no lixo sem qualquer exploração de outros usos que esse material poderia vir a ter. Nesse ponto, chama a atenção a quantidade de matéria prima que é desperdiçada todos os dias por vendedores de caldo de cana nos grandes centros urbanos.

É sabido que a cana-de-açúcar é amplamente utilizada pela indústria na produção de produtos que vão desde a produção de açúcar (principal produto), produção de papel, álcool de uso doméstico, bioetanol, produção de energia, dentre outros. Para cada três toneladas de cana, é gerada uma tonelada de bagaço, quantidade mais do que suficiente para que este possa ser utilizado como matéria-prima na obtenção de outros produtos, como furfural, carvão ativado e outros produtos moldados (CRUZ, 2008). Além disso, o bagaço da cana pode ser reaproveitado na fabricação de cimento, fibras, ração animal, adubo e produção de filtro de água (OLIVEIRA et al. 2017).

De acordo com Santos et al. (2012), o bagaço da cana-de-açúcar apresenta composição química de biomassa lignocelulósica superior a outros materiais vegetais, apresentando cerca de 32-48% de celulose, 19-24% de hemicelulose e 23-32% de lignina, mostrando potencial comercial para exploração na fabricação de novos produtos a partir do bagaço.

Entretanto, nos grandes centros urbanos após moagem para obtenção do caldo de cana, o bagaço é descartado no lixo e não é reaproveitado por nenhuma empresa do setor público ou privado, acarretando em desperdício e acúmulo de mais lixo nas grandes metrópoles. Também

não existe uma estimativa da quantidade de bagaço de cana-de-açúcar que é gerado nessas atividades e que tem por destino final, o lixo.

Diante do exposto, vê-se que são necessárias alternativas baratas e sustentáveis para tornar a implementação de um projeto de reuso hídrico viável e eficiente, de forma a evitar o desperdício desse bem comum que é a água.

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi despertar o senso crítico dos estudantes para o reuso de águas cinzas, auxiliando-os na criação de um papel de filtro de água utilizando como matéria prima principal o bagaço de cana-de-açúcar.

Com base nisso, a presente pesquisa se baseou nas seguintes hipóteses:

- 1) O bagaço da cana-de-açúcar é um componente com características físicas importantes que possibilitam a confecção de papéis de filtro mais resistentes;
- 2) O uso da *Aloe vera* (babosa) na confecção dos papéis de filtro desempenha uma função similar ao da cola nos métodos convencionais de reciclagem;
- 3) A incorporação de papel na confecção de filtros utilizando o bagaço da cana-de-açúcar resultará em um papel de filtro mais maleável.

METODOLOGIA

Local do estudo

Este trabalho foi desenvolvido na Escola Timbi, no município de Camaragibe em Pernambuco, no período de março a agosto de 2018 a partir do desenvolvimento do plano de voo proposto aos estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental para constituir o Trabalho de Conclusão do Fundamental (TCF) da equipe. Participaram da pesquisa oito estudantes entre 13 e 14 anos.

Plano de voo

Inicialmente, no mês de março foi realizada a primeira reunião do projeto, onde as propostas de trabalho foram apresentadas e discutidas pela professora Gemima Melo e os estudantes.

Após decidir na primeira reunião a proposta que melhor se adequava a tentativa de resolução de um problema socioambiental, no mês de abril foi realizado o primeiro ensaio com o filtro sustentável.

Após a execução do experimento, foi dada a continuidade na pesquisa bibliográfica no mês de maio, a fim de conhecer e discutir melhor outras pesquisas alternativas que possibilitam o reuso de águas cinzas domésticas.

A partir das observações feitas no primeiro teste, no mês de junho foi realizada a confecção de novos filtros para novos testes.

Após a observação e constatação do filtro que melhor desempenhou a filtragem das águas cinzas testadas, e após a finalização da escrita do plano com o embasamento teórico-referencial e justificativa da proposta, no mês de agosto foi entregue o plano de voo.

Após a finalização da experimentação e da escrita, em agosto foi realizada a apresentação do Trabalho de Conclusão do Fundamental (TCF) na Escola Timbi.

Coleta do material e confecção de filtros sustentáveis

A coleta do bagaço de cana-de-açúcar foi realizada no entorno da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), junto à vendedores de caldo de cana do local. Após a coleta, o bagaço de cana-de-açúcar foi lavado em água corrente e posteriormente foi mantido imerso em uma solução de hipoclorito de sódio a 0,6%, durante quatro dias. Após esse período, o material foi enxaguado em água corrente e deixado secar ao sol por um dia para remoção do excesso de água. Posteriormente, o bagaço foi submetido à secagem em forno doméstico durante 25 minutos. Em seguida, o material foi triturado em um moinho de facas tipo Willey (Tecnal, modelo R-TE-648) no Laboratório de Anatomia e Bioquímica de Planta - LAB Planta do Departamento de Biologia da UFRPE.

Com o bagaço triturado foram estabelecidos quatro tratamentos: T1 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar e 1000 mL de água; T2 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 18 g de babosa e 1000 mL de água; T3 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 18 g de babosa + 20 g de papel e 1000 mL de água e T4 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 20 g de papel e 1000 mL de água. Após a pesagem do material correspondente a cada tratamento em balança de precisão, seguiu-se com a trituração em liquidificador e em seguida a pesca do resíduo com o auxílio de uma tela de nylon (20x30cm) (Fig. 1).

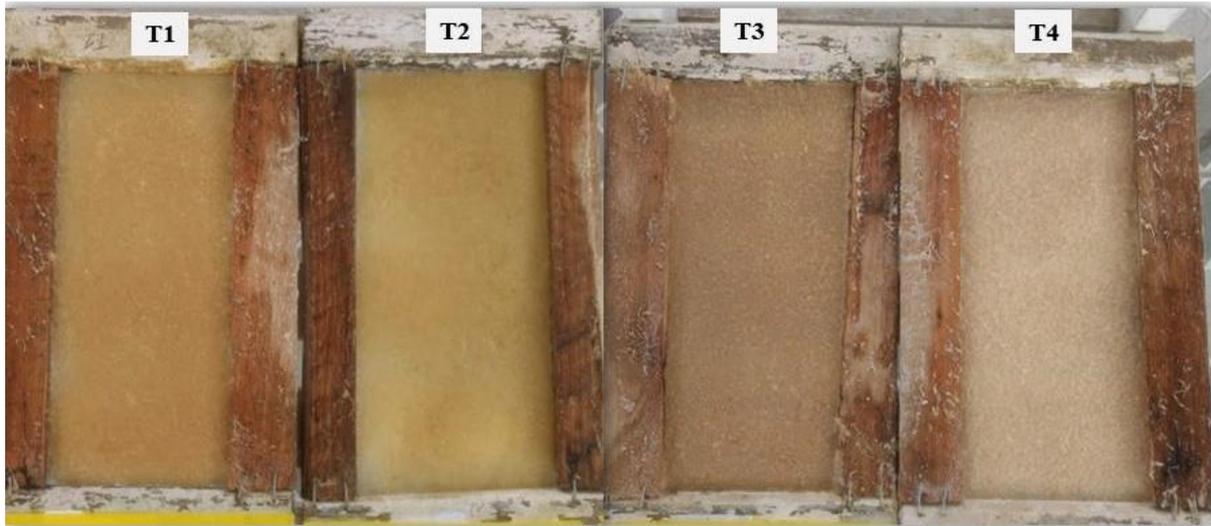


Figura 1. Filtros sustentáveis confeccionados a partir de mistura utilizando como matéria prima principal o bagaço da cana-de-açúcar.

Em seguida, as telas contendo o resíduo utilizado para a fabricação dos papéis de filtro foram postas para secagem ao ar livre durante 24h. Após a secagem, os filtros foram cortados e acomodados em funil de filtração. Para o teste de filtração foi utilizado a água barrenta e também uma mistura composta por água, anil e sabão (água de lavagem de roupas).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa bibliográfica realizada no início e durante a fase de experimentação possibilitou conhecer informações básicas acerca da composição e do tempo de decomposição do bagaço da cana-de-açúcar bem como informações acerca do andamento de trabalhos de outros pesquisadores, permitindo fundamentar teoricamente o objetivo proposto. Além disso, buscou-se de maneira prática e sustentável responder à hipótese inicial, bem como analisar a prospecção feita sobre a produção de filtros sustentáveis obtidos a partir do bagaço da cana, sempre avaliando de forma crítica e positiva os resultados obtidos.

A pesquisa proposta mostrou potencial no bagaço da cana-de-açúcar para a produção de produtos biodegradáveis de boa qualidade tendo em vista a durabilidade e resistência apresentados na composição natural do bagaço.

O conhecimento acerca do tempo de decomposição dos materiais é de grande importância para decidir a melhor forma de destinação final de um resíduo. A decomposição irá variar de acordo com as características físicas e químicas do componente, além das condições ambientais em que o material foi armazenado (ALMEIDA, 2019).

Produtos feitos a partir do bagaço da cana-de-açúcar podem durar em média de 45 a 60 dias após o descarte (QUALIFEST, 2020).

Santos et al. (2012) estudando a composição e a decomposição do bagaço da cana relatam que há uma perda de cerca de 30% no poder calorífico do bagaço de cana, em períodos de estocagem de até 150 dias, período correspondente à entressafra. O bagaço sempre sofre degradação, sendo que esta é acentuada na presença de alta umidade e provavelmente, pela ação de fungos decompositores. Os autores ainda ressaltam a problemática do alto volume de bagaço produzido e das dificuldades na manutenção, enfardamento e transporte, por este ocupar áreas muito grandes para estocagem.

Uma das dificuldades encontradas foi o tamanho dos grânulos obtidos a partir da moagem em moinho de facas (Fig. 2), que pode ter sido afetado pelo teor de umidade ainda presente no material no momento da moagem. Essa característica também pode ter sido responsável pela espessura do filtro confeccionado, que apresentou espessuras entre 2,0 e 3,5 mm.



Figura 2. Bagaço de cana-de-açúcar após moagem em moinho de facas tipo Willey.

Embora o foco principal da presente pesquisa seja a reutilização de águas cinzas através da utilização de filtros sustentáveis, é importante também ressaltar a importância e o impacto socioambiental que o processo de fabricação desses filtros resultaria em grandes centros urbanos, como é o caso de Recife.

A exemplo disso, a pesquisa de Teixeira et al. (2016) possibilitou a produção de celulose a partir do uso de bitucas de cigarro descartadas. Já Assis (2006) fez uma prospecção na confecção de uma membrana para microfiltração a partir da utilização de vidro macerado.

Feitosa et al. (2011) obtiveram resultados promissores com o uso de uma mini-estação formada por um sistema contendo filtro construído a partir de fibra de vidro. Segundo os autores, o sistema proporcionou reduções significativas nas características de turbidez, coliformes termotolerantes, demanda química de oxigênio, sólidos totais, sólidos suspensos, fósforo, óleos e graxas. Em outro estudo, um sistema simplificado de filtragem de águas utilizando sementes de *Moringa oleifera* aponta resultados promissores por reduzir drasticamente o número de partículas suspensas e a quantidade de microrganismos (PINTO & HERMES, 2006). Estudos com propósitos semelhantes a estes, podem apresentar tecnologias novas e mais acessíveis no planejamento de ações voltadas à economia e no reuso dos recursos hídricos.

O consumo diário de água é muito variável, pois além da disponibilidade, o consumo médio de água está muito relacionado com o nível de desenvolvimento do país e com o nível de renda das pessoas (MMA, 2020). E nesse contexto, o reuso de água tem sido um dos grandes desafios encarados pela sociedade, pelos governos e pela ciência. Muitas ações têm sido feitas desde o início do século 21, em regiões que apresentam histórico de escassez hídrica para ajudar no enfrentamento ao déficit no abastecimento hídrico. Apesar disso, ainda são poucos os avanços no que concerne a processos educativos sobre o uso consciente dos recursos hídricos (SANTIAGO & JALFIM, 2018).

Em média, uma pessoa necessita de, pelo menos, 40 litros de água por dia para beber, tomar banho, escovar os dentes, lavar as mãos e cozinhar, por exemplo (MMA, 2020).

O reuso de águas cinzas é uma alternativa viável para a conservação dos recursos hídricos e integra parte da gestão na demanda de água, possibilitando a preservação da água doce de alta qualidade e a diminuição da poluição ambiental, bem como a redução dos custos gerais no fornecimento de água. Dentre as diversas aplicações, o reuso de água cinza pode ser utilizado tanto na descarga de banheiros urbanos, como na irrigação de jardins em áreas verdes, escolas, na lavagem de carros, como corta fogo, dentre outras (AL-HAMAIEDEH & BINO 2010; NOLDE, 1999).

Bilhões de dólares são gastos nos EUA no tratamento para obtenção de água potável, onde apenas 10% dela é usada para beber e cozinhar e o restante é utilizada no vaso sanitário ou no ralo. Por isso, o aumento no uso de águas residuais recicladas para irrigação, paisagismo, indústria e descarga de vasos sanitários é uma excelente alternativa de conservar os recursos de água doce (GHERNAOUT, 2018).

Dependendo do uso ao qual a água recuperada será destinada, é necessário considerar alguns aspectos para que um sistema de recuperação seja considerada viável, por exemplo, pH, nutrientes, elementos tóxicos, condutividade elétrica, sólidos, oxigenação, presença de

gorduras, nitratos e microorganismos (RAKESH et al. 2020; MAIOLO & PANTUSA, 2017; HERMANOWICZ et al. 2001).

De acordo com os resultados obtidos durante a filtração das águas cinzas utilizadas (barrenta e água de lavagem de roupa), o papel de filtro que melhor desempenhou a função de filtragem foi do tratamento 4, confeccionado com 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 20 g de papel e 1000 mL de água. Além disso, a coloração dos filtros variou em função da concentração do bagaço de cana-de-açúcar utilizado na composição dos papéis de filtro (Fig. 3).

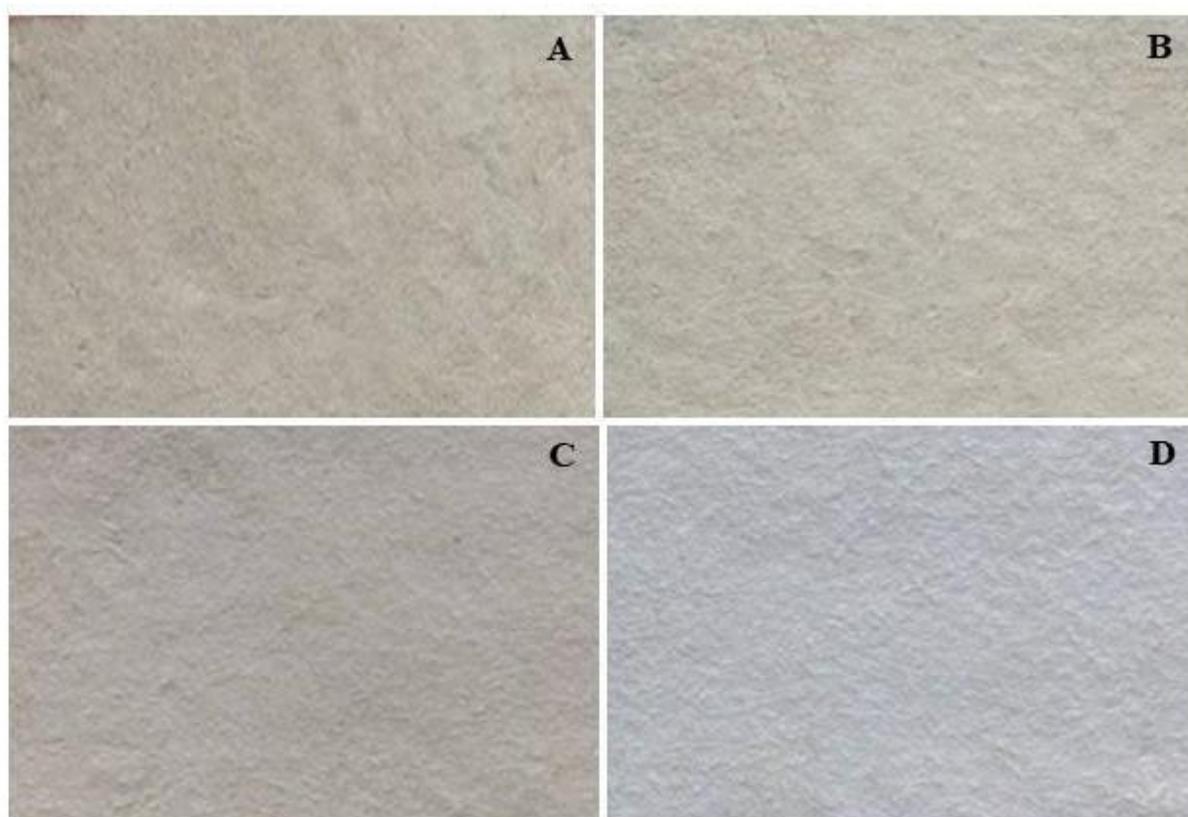


Figura 3. Papéis de filtro após a secagem ao sol: (A) T1 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar e 1000 mL de água; (B) T2 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 18 g de babosa e 1000 mL de água; (C) T3 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 18 g de babosa + 20 g de papel e 1000 mL de água; (D) T4 = 22 g de bagaço de cana-de-açúcar + 20 g de papel e 1000 mL de água.

Neste resultado foi observado que tanto a água barrenta quanto a água de lavagem de roupa tiveram uma aparência mais límpida e com menos resíduos após passarem no papel de filtro sustentável do tratamento 4 (Fig. 4).

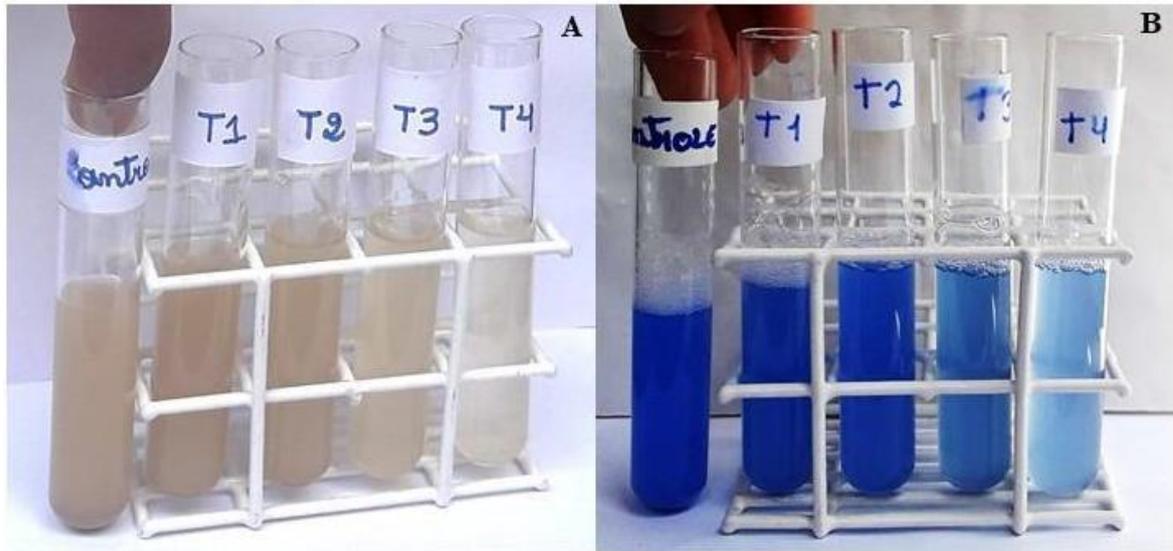


Figura 4. Resultado da filtração nos papéis de filtro confeccionados a partir de mistura utilizando como matéria prima principal o bagaço da cana-de-açúcar: (A) Filtração da água barrenta; (B) Filtração da água de lavagem de roupa.

É possível observar na literatura que a utilização de filtro orgânico a partir do bagaço de cana-de-açúcar mostrou potencial de utilização no tratamento de água residuária da suinocultura (OLIVEIRA et al. 2017). Em outra pesquisa, a confecção de biofiltros a partir de lixo compostado, bagaço de cana-de-açúcar e serragem de madeira, proporcionou a remoção de materiais sólidos suspensos e totais de até 82 e 46%, respectivamente no esgoto doméstico, após 153 dias de utilização do sistema (BATISTA et al. 2013). Segundo esses autores, o biofiltro retém a maior parte dos sólidos, diminuindo a turbidez, favorecendo a penetração de radiação ultravioleta (UVA e UVB), o que pode favorecer o processo de inativação de microrganismos patogênicos presentes na água. O uso de filtros contendo bagaço de cana-de-açúcar em sua composição é uma alternativa eficaz no tratamento do esgoto doméstico, pois além de possuir baixo custo, ser de fácil uso, também possui excelente capacidade de retirar compostos químicos poluentes (BATISTA et al. 2011).

A criação de um filtro a partir do bagaço de cana-de-açúcar apresentou boa eficiência em um sistema de filtração direta da água proveniente do sistema de abastecimento e destacou que o uso do bagaço de cana-de-açúcar como meio filtrante pode apresentar potencial de ser aplicado em filtros residenciais (OLIVEIRA et al. 2017). Sun et al. (2018) verificaram que o aumento do percentual de fibras de *Ceiba pentandra* na fabricação de papel de filtro aumentou a espessura, a permeabilidade ao ar, a resistência à tração e vida útil dos papéis de filtro.

Como foi visto, a filtragem da água barrenta e da água de lavagem de roupa com o papel de filtro produzido a partir de resíduos da cana-de-açúcar mostrou-se eficiente, isto se deve ao fato de que a cana-de-açúcar pode ter agido como um agente de adsorção, retendo a matéria sólida em suspensão.

A responsabilidade com o desenvolvimento sustentável constitui uma importante possibilidade de garantir mudanças sociopolíticas para não sobrecarregar os sistemas ecológicos e sociais que sustentam as comunidades (JACOBI, 2003). O processo para que a sociedade compreenda e tenha ações voltadas para a preservação dos recursos hídricos nos níveis ideais para o atendimento das necessidades humanas futuras ainda está longe do ideal, com perspectivas de percorrer um longo caminho. O primeiro e essencial passo para o uso de maneira adequada da água é a conscientização de crianças, jovens e adultos, para que assim, as pessoas se deem conta de seu papel nas questões socioambientais (ANA, 2019). E essa conscientização se inicia, em grande parte, com o envolvimento de professores e alunos no desenvolvimento de ações que busquem soluções para os problemas socioambientais e que possibilitem o envolvimento das comunidades com ações coletivas e práticas individuais (CUNHA & AURNHEIMER, 2013).

A escola, como instituição social, tem dentre outras, a função de promover ações educativas voltadas para as questões ambientais, tais como proteção, recuperação e/ou melhoria das condições ambientais, além de promover a formação do pensamento crítico dos estudantes a respeito do mundo que os cercam (CUNHA & AURNHEIMER, 2013).

A sapiência, os princípios morais e as competências construídas ao longo da intervenção pedagógica são referenciais importantes para conhecer e valorizar o conhecimento científico veiculado em sala de aula (FONSECA, 2007). A construção dos saberes acerca do uso e do comportamento do bagaço de cana-de-açúcar na confecção de papéis de filtro sustentáveis possibilitou trabalhar o senso crítico dos estudantes acerca das duas questões: o reuso de águas cinzas e a problemática do bagaço de cana gerado em grandes centros urbanos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos na presente pesquisa foram importantes para confrontar as hipóteses inicialmente propostas. Com base nisso, conclui-se que:

- 1) Filtros sustentáveis utilizando como matéria prima o bagaço da cana-de-açúcar são viáveis, embora sejam necessários outros estudos para a digestão das fibras e melhor

adequação da granulometria do material na confecção de um filtro mais fino e resistente.

- 2) O uso de babosa na mistura utilizada na confecção dos filtros sustentáveis atua como “ligante” como ocorre com a cola na reciclagem de papel convencional.
- 3) A adição de papel na confecção do papel de filtro não resultou em aumento de sua maleabilidade.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (ANA). 2019. Disponível em <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/quase-metade-dos-brasileiros-napso-controla-uso-de.2019-03-15.7205831674>>. Acesso em 25 de abril de 2020.

Agência Nacional de Águas (ANA). 2019. Disponível em <<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/preservaassapso-da-a-gua-um-desafio-para-a.2019-03-15.4955376770>>. Acesso em 04 de maio de 2020.

AL-HAMAIEDEH, H.; BINO, M. Effect of treated grey water reuse in irrigation on soil and plants. **Desalination**, 256, 115–119. doi:10.1016/j.desal.2010.02.004. 2010.

ALMEIDA, J. M. Técnicas para reciclagem de bitucas de cigarro: Uma revisão bibliográfica. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade federal do Pampa. 48p. 2019.

ASSIS, O. B. G. O uso de vidro reciclado na confecção de membranas para microfiltração. **Cerâmica**, 52, 105-113. 2006.

BATISTA, R. O.; SARTORI, M. A.; SOARES, A. A.; MOURA, F. N.; COSTA PAIVA, M. R. Potencial da remoção de poluentes bioquímicos em biofiltros operando com esgoto doméstico. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, 6:152-164. 2011.

BATISTA, R. O.; SOARES, A. A.; SANTOS, D. F.; BEZERRA, J. M.; OLIVEIRA, A. F. M. Remoção de sólidos suspensos e totais em biofiltros operando com esgoto doméstico primário para reuso na agricultura. **Rev. Ceres**, v. 60, n.1, p. 007-015. 2013

CARRASQUEIRA, L. S.; LIMA, A. C. T. O.; ANDRADE, M. L.; FREITAS, P. C.; FERREIRA, L. C. S.; NOBRE, F. J. V.; FERREIRA, B. C. S. Reuso de águas cinzas em empreendimentos comerciais: um estudo de caso em edifício hoteleiro de Belo Horizonte. **Braz. J. of Develop.**, v. 5, n. 7, p. 10028-10035. 2019.

CORDEIRO, R. B.; ROBLES, JUNIOR, A. Custos e benefícios com o reuso da água em condomínios residenciais: um desenvolvimento sustentável. 2009. Disponível em <<https://tede2.pucsp.br/handle/handle/1755>>. Acesso em 26 de abril de 2020.

CRUZ, S. H. Bagaço e palha da cana são fontes de celulose para gerar álcool. **Visão Agrícola**, n. 8, 2008.

CUNHA, S. S.; AURNHEIMER, R. C. M. A Gestão de resíduos sólidos a partir de práticas ecopedagógicas no cotidiano escolar. In: Anais do Congresso Nacional de Educação Ambiental e do Encontro Nordeste de Biogeografia: Educação e cooperação pela água para a conservação da biodiversidade [recurso eletrônico] / Giovanni Seabra (Organizador). João Pessoa: Editora da UFPB, 2013. v. 4 ISBN 978-85-237-0753-8

DEMAE – Centro de Abastecimento de Águas e Esgotos de Caldas Novas. Disponível em <<https://www.demae.go.gov.br/projetos/consumo-de-agua/>>. Acesso em 25 de abril de 2020.

ERIKSSON, E.; AUFFARTH, K.; HENZE, M.; LEDIN, A. Characteristics of grey wastewater. **Urban Water**, v. 4, n. 1, p. 85–104, 2002.

FEITOSA, A. P.; LOPES, H. S. S.; BATISTA, R. O.; COSTA, M. S.; MOURA, F. N. Avaliação do desempenho de sistema para tratamento e aproveitamento de água cinza em áreas rurais do semiárido brasileiro. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 3, p. 196-206, 2011.

FERNANDES, J. W. A.; ARAUJO NETO, R. A.; FARIAS, J. J. A.; AMORIM, R. C. F. Quantitativo de águas cinzas e negras em banheiros de um centro universitário em Maceió-Alagoas. **Revista Engenharia e Tecnologia Aplicada**. v.2, n.1, doi: 10.33947/2595-6264-V2N1-3437. 2018

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C.; PIZZO, H. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. **Ambiente Construído**, v. 6, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2006.

FONSECA, M. J. C. F. A biodiversidade e o desenvolvimento sustentável nas escolas do ensino médio de Belém (PA), Brasil. **Educação e Pesquisa**, v.33, n.1, p. 63-79, 2007.

GHERNAOUT, D. Increasing Trends Towards Drinking Water Reclamation from Treated Wastewater. **World Journal of Applied Chemistry**, 3 (1): 1-9. doi: 10.11648/j.wjac.20180301.11. 2018.

HERMANOWICZ, S. W.; SANCHEZ DIAZ, E.; COE, J. Prospects, problems and pitfalls of urban water reuse: a case study. **Water Science and Technology**, 43(10), 9–16. doi:10.2166/wst.2001.0567. 2001.

JACOBI, P. Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189-205. 2003.

JACOBI, P. R.; EMPINOTTI, V. L.; SCHMIDT, L. Escassez Hídrica e Direitos Humanos. **Ambient. Soc.** v.19, n.1, São Paulo. <<https://doi.org/10.1590/1809-4422asoceditorialv19i2016>>. 2016>.

JAMES, D. T. K.; IFELEBUEGU, A. O. Low Cost Sustainable Materials for Grey Water Reclamation. **Water Science and Technology**, wst2018225. doi:10.2166/wst.2018.225. 2018.

MAIOLO, M.; PANTUSA, D. A proposal for multiple reuse of urban wastewater. **Journal of Water Reuse and Desalination**, jwr2017144. doi:10.2166/wrd.2017.144. 2017.

MANFRIN, J.; FERREIRA, I. J. M.; QUARESMA, L. S.; MCCREANOR, P. T.; GONÇALVES JR, A. C. Remediação de água cinza por meio de fitorremediação e tecnologias intermitentes de filtro de areia visando o reuso na irrigação de jardins. **Acta Iguazu**, v.8, n.2, p. 59-68. 2019.

MEIRELES, J.; MEDEIROS, C.; SOUZA, L.; MANOEL, F.; MELO, M. A. R. Reutilização residencial de águas cinzas. **Revista Campo do Saber**, v. 4, n. 3. 2018.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). Água, um recurso cada vez mais ameaçado. Disponível em <https://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/3%20-%20mcs_agua.pdf>. Acesso em 25 de abril de 2020.

NOLDE, E. Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-storey buildings – over ten years experience in Berlin. **Urban Water**, 1(4), 275–284. doi:10.1016/s1462-0758(00)00023-6. 1999.

OLIVEIRA, B. F.; SOARES, M. S.; SHIMANO, M. M.; ALVES, E. R.; SILVA, P. P. Avaliação do uso de bagaço de cana-de-açúcar em filtro residencial externo. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**, 12, São Paulo. Anais. São Paulo: UFSCar, 2017.

PEREIRA, C. L. Avaliação da escassez de água e sua utilização para a modelação da taxa de recursos hídricos. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Faculdade de Ciências e Tecnologia. 119f. 2017.

PEREIRA, W. S.; SILVA, C. M. S.; GOMES, A. C. C.; SOUSA, J. N.; MELO, R. F.; BIANCHINI, P. C.; SILVA, A. F.; SILVA, P. T. S. Tratamento de águas cinzas empregando filtro de carvão e esterco: escala de laboratório. **Publicações EMBRAPA**. 2019. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1116462/tratamento-de-aguas-cinzas-empregando-filtro-de-carvao-e-esterco-escala-de-laboratorio>>. Acesso em 16 de março de 2020.

PINTO, N.O.; HERMES, L.C. Sistema simplificado para melhoria da qualidade da água consumida nas comunidades rurais do semiárido do Brasil. Embrapa. **Documentos**, Jaguariúna, São Paulo. p.53. 2006.

POONIA, N.; SHARMA, B. Grey Water Reuse and Recycling: Need of Hour. **Journal of the Gujarat Research Society**. v. 21 (15), 488-494. 2019.

QUALIFEST. Disponível em <<https://www.qualifest.com.br/bagaco-de-cana/>>. Acesso em 25 de março de 2020.

RAKESH, S. S.; RAMESH, P. T.; MURUGARAGAVAN, R.; AVUDAINAYAGAM, S.; KARTHIKEYAN, S. Characterization and treatment of grey water: A review. **International Journal of Chemical Studies**. v.8(1): 34-40. DOI: 10.22271/chemi.2020.v8.i1a.8316. 2020.

REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia Análise & Dados**, v. 13, n. Especial, p. 341-345, 2003.

SANTIAGO, F.; JALFIM, F. O sistema bioágua familiar: Reuso de água cinza doméstica para produção de alimentos no semiárido brasileiro. In: CAPITALIZAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS Lições para o desenvolvimento em Moçambique e no Brasil – FIDA, v. 2, 2018.

SANTOS, F. A.; QUEIRÓZ, J. H.; COLODETTE, J. L.; FERNANDES, S. A.; GUIMARÃES, V. M.; REZENDE, S. T. Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol. **Quim. Nova**, v. 35, n. 5, p. 1004-1010. 2012

SHAIKH, I. N.; AHAMMED, M. M. Quantity and quality characteristics of greywater: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 261, 1-15. doi:10.1016/j.jenvman.2020.110266. 2020.

SILVA, M. A; SANTANA, C. G. Reuso de água: Possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas. **Revista do CEDS**. Periódico do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB n. 1, Disponível em: <<http://www.undb.edu.br/ceds/revistadoceds>>. 2014.

SUN, Z.; TANG, M.; SONG, Q.; YU, J.; LIANG, Y.; HU, J.; WANG, J. Filtration performance of air filter paper containing kapok fibers against oil aerosols. **Cellulose**. doi:10.1007/s10570-018-1989-7. 2018.

TEIXEIRA, D. H.; DUARTE, M. B.; GARCEZ, L. R.; RUBIM, J. C.; GATTI, T. H.; SUZAREZ, P. A. Z. Process development for cigarette butts recycling into cellulose pulp. **Waste Management**, 60, 140–150. doi:10.1016/j.wasman.2016.10.013. 2016.

TORRETTA, V.; KATSOYIANNIS, I.; COLLIVIGNARELLI, M. C.; BERTANZA, G.; XANTHOPOULOU, M. Water reuse as a secure pathway to deal with water scarcity. **MATEC Web of Conferences**, 305, 00090. doi:10.1051/mateconf/202030500090. 2020.

UNICEF. 1 em cada 3 pessoas no mundo não tem acesso a água potável. 18 jun. 2019. Disponível em: <<https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-agua-potavel-dizem-unicef-oms>>. Acesso em: 17 abr. 2020.

CONTRIBUIÇÃO DO TESTE DO pH DO EXSUDATO DE SEMENTES PARA A CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SEMENTES

Elaine Gonçalves Rech ¹

RESUMO

Com o objetivo de identificar a contribuição do teste do pH do exsudato para a Tecnologia de Sementes, procedeu-se uma revisão de literatura, pesquisando-se nas bases de dados Scientific Eletronic Library Online (SCIELO), Google Acadêmico e portal periódicos Capes, trabalhos científicos utilizando o teste do pH do exsudato de sementes e as metodologias utilizadas para a determinação do potencial fisiológico destas. A coleta de dados ocorreu entre março e dezembro de 2019, selecionou-se publicações entre 1984 e 2019, disponíveis online e/ou impressas, escritas em português, espanhol ou inglês que continham as palavras: pH do exsudato de sementes utilizando-se como critério de inclusão trabalhos com metodologias para determinar a qualidade e o potencial fisiológico de sementes, com foco em testes rápidos para determinação destes parâmetros, utilizando-se uma abordagem qualitativa. Tomou-se como critérios de exclusão: Trabalhos que não apresentavam metodologia clara e sem embasamento no tema pesquisado. Encontrou-se 55 trabalhos científicos abordando o teste do pH do exsudato, os anos de 2014 e 2018 se destacaram em termos de números de publicações, foram estudadas 52 espécies, a soja foi a semente mais estudada (seis trabalhos), seguida de milho (cinco), ervilha (três) além de café, angico do cerrado, tamboril, ipê amarelo e guatambu (dois estudos cada). As espécies florestais concentraram 58% das publicações, a grande maioria das pesquisas, apresentaram resultados positivos em relação a sua utilização para avaliação da qualidade fisiológica de sementes, considerando o teste como promissor para a Ciência e Tecnologia de Sementes, com potencial de exploração para outras espécies.

Palavras-chave: qualidade de sementes, determinação rápida, teste de viabilidade.

INTRODUÇÃO

Para o êxito dos cultivos das mais diversas espécies vegetais a qualidade das sementes é fundamental, considerando que as sementes são o principal insumo para a produção agrícola.

A disponibilização rápida e precisa de informações sobre a qualidade das sementes é primordial para garantir o sucesso do estabelecimento das áreas de produção agrícola.

A qualidade envolve atributos: genéticos, físico, fisiológicos e sanitários e a utilização de sementes de qualidade garantem germinação rápida, uniforme e o estabelecimento com plântulas vigorosas (STEFANELLO, 2014, p.1-16).

Routineiramente a qualidade fisiológica da semente é avaliada pelo teste de germinação, conduzido sob condições ambientais ótimas, fornece o potencial máximo de

¹ Professora, Doutora do Curso de Agronomia da Universidade Estadual da Paraíba - PB, Campus IV, elainegr@hotmail.com.

germinação, estabelecendo o limite para o desempenho do lote após a semeadura (BRASIL, 2009, p.1-369).

O teste padrão de germinação não avalia as alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas relacionadas à deterioração, não permitindo diferenciar no campo e no armazenamento lotes de sementes quanto ao vigor (ABRANTES et al., 2010, p. 106-115).

No entanto, os testes de vigor representam melhor o desempenho dos lotes em nível de campo e os testes rápidos constituem importante ferramenta para a tomada de decisões durante as etapas de produção das sementes (PESKE et al., 2006; p. 1-472).

A indústria de sementes exige decisões rápidas quanto ao manejo na colheita, recepção, processamento, armazenamento e comercialização, a redução no período de avaliação da qualidade fisiológica é prioridade para a pesquisa (CUSTÓDIO, 2005, p.29-41).

Os principais objetivos das pesquisas sobre viabilidade e vigor em sementes são o desenvolvimento de procedimentos confiáveis para avaliá-lo e determinar sua influência sobre o desempenho das plantas em campo (KIKUTI; MARCOS FILHO, 2007, p. 225-230).

Os testes de viabilidade/vigor baseados na integridade dos sistemas de membranas das sementes podem identificar a deterioração na fase inicial e permitir que medidas corretivas reduzam ou minimizem o efeito na qualidade fisiológica da semente (MENEZES, 2013, p.1).

Dentre os métodos que se baseiam nesse princípio destaca-se o teste de pH do exsudato de sementes (AMARAL; PESKE, 1984, p. 85-92).

O teste de pH do exsudato é um método bioquímico que se baseia nas reações químicas que ocorrem no processo de deterioração e que podem determinar a redução da viabilidade das sementes (PIÑA-RODRIGUES et al., 2004, p. 265-282).

A avaliação da viabilidade, no teste do pH do exsudato, está relacionada a eventos de deterioração, tais como a permeabilidade das membranas e a lixiviação de solutos (PESKE et al, 2006, p.1-472).

O teste de pH do exsudato foi desenvolvido pelo pesquisador Ademir Amaral e o Professor Silmar Teichert Peske, em 1984, na Universidade Federal de Pelotas-RS- Brasil.

Os pesquisadores realizaram o teste para determinar a viabilidade de sementes de soja, baseando-se nas suas observações de que sementes de soja embebidas individualmente em água destilada, durante 20 horas, apresentavam exsudatos com diferentes tonalidades de cor quando eram adicionadas duas gotas de um indicador misto (vermelho de metila e azul de metileno), os exsudatos com coloração verde, foram relacionados às sementes viáveis, já as de coloração marrom com sementes muito deterioradas ou inviáveis. As diferenças de

tonalidades eram resultantes das diferenças de pH do exsudato de cada semente, o que levou os pesquisadores a utilizarem um peagâmetro para determinar a acidez individual e concluíram que sementes não viáveis apresentavam exsudatos com pH inferior ou igual a 5,8 e sementes de boa qualidade fisiológica exsudatos com pH superior a esse valor divisório (informação verbal)¹.

Posteriormente, Amaral e Peske, aperfeiçoaram o teste e desenvolveram um método denominado teste do pH do exsudato ou teste de Fenolftaleína (informação verbal)¹.

O objetivo deste teste é determinar a viabilidade das sementes em período de tempo relativamente curto e baseia-se na diferença de pH de sementes viáveis e não viáveis (PESKE et al, 2006, p.1-472).

A rapidez na avaliação da qualidade das sementes contribui para as decisões no final da produção, no armazenamento e comercialização, especialmente quando é possível optar pelo uso de testes rápidos, aliado ao teste de germinação (FESSEL et al.,2010, p. 207-214).

Detalhes da metodologia deste teste, não são conhecidos para todas as espécies, mas seu potencial e agilidade para obter informações sobre o vigor de um lote de sementes justificam os estudos que buscam o aprimoramento dos conhecimentos já obtidos (MARCOS FILHO, 2005, p 1-495).

Alguns autores destacam a importância do desenvolvimento e/ou ajuste de metodologia para as diferentes espécies, já que dele dependerá a eficiência dos procedimentos na avaliação do potencial fisiológico das sementes (LOPES et al., 2013, p. 225-230).

Considerando que este teste possui potencial de utilização para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes e pode ser um instrumento muito útil para as análises de sementes, facilitando a rápida decisão quanto ao destino de lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade, este trabalho objetivou identificar a contribuição do teste do pH do exsudato de sementes para a ciência e tecnologia de sementes desde sua criação até o ano de 2019, quando completou 35 anos.

1. Informação obtida em aula ministrada pelo professor Silmar Teichert Peske (Prof. Dr. FAEM-UFPEl), disciplina de Análise de Sementes, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel- Universidade Federal de Pelotas/RS, 1998.

METODOLOGIA

Para desenvolver o presente trabalho, procedeu-se uma revisão de literatura, a coleta de dados foi realizada no período de março a dezembro de 2019, e utilizou-se para a pesquisa as bases de dados Scientific Eletronic Library Online (SCIELO), Google Acadêmico e Portal Periódicos Capes.

Foram selecionados artigos/trabalhos publicados entre 1984 e 2019, incluindo os disponíveis online e/ou impressos, artigos escritos em português, espanhol ou inglês que utilizavam nas palavras chaves ou no título os seguintes termos: pH do exsudato de sementes, avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes e testes colorimétricos, utilizando-se como critério de inclusão Trabalhos que tratavam de metodologias para determinar a qualidade e o potencial fisiológico de sementes, com foco em testes rápidos, essencialmente o teste do pH do exsudato das sementes, para determinação destes parâmetros fazendo-se uso de uma abordagem quali-quantitativa.

Tomou-se como critérios de exclusão: Trabalhos que não apresentavam metodologia bem clara e Pesquisas sem embasamento no tema pesquisado.

Os trabalhos científicos que contemplavam os critérios pré estabelecidos, para esta revisão, foram separados, analisados, quantificados e sistematizados com relação aos autores, ano de publicação, espécies estudadas e principais conclusões obtidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 35 anos de sua criação, diversos trabalhos já foram desenvolvidos para sementes de várias espécies, por muitos pesquisadores, em distintas instituições de ensino e pesquisa.

Nesta revisão, contabilizou-se um total de 55 trabalhos científicos publicados, onde o Teste do pH do exsudato de sementes foi objeto de estudo, a seguir apresentamos (Gráf.1) uma relação da distribuição numérica de trabalhos publicados por ano ao longo do período de 1984 a 2019.

É possível observar que os anos de 2014 e 2018 foram os que se destacaram em termos de números de publicações, totalizando sete em ambos os anos, seguidos do ano de 2013, onde houve publicação de seis trabalhos utilizando metodologias do teste do pH do exsudato de sementes (Gráf. 1).

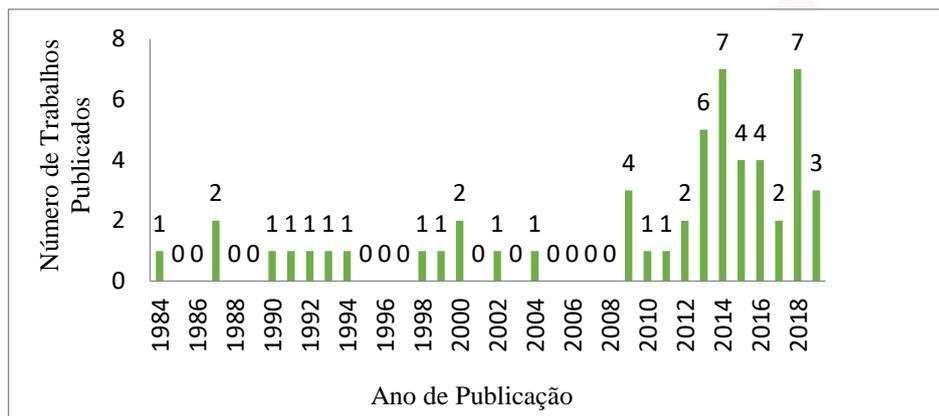


GRAFICO 1. Relação entre o número de trabalhos científicos publicados, utilizando metodologias do Teste do pH do exsudato de sementes e o ano de publicação, durante o período de 1984 até 2019.

Dentre as oito espécies mais estudadas, desde a criação do Teste do pH do exsudato até o ano de 2019, destaca-se a soja (*Glycine max* L.) como a cultura mais estudada, com seis trabalhos, seguida do milho (*Zea mays* L.) com cinco, ervilha (*Pisum sativum* L.) com três estudos e as sementes de café (*Coffea arabica* L.), angico do cerrado (*Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg.), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong), ipê amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols) e guatambu (*Aspidosperma parvifolium*) com dois trabalhos cada cultura, as demais espécies estudadas, durante esse período, tiveram apenas uma publicação (Gráf. 2).



GRAFICO 2. Culturas mais estudadas, durante 35 anos, desde a criação do Teste do pH do exsudato em 1984 até o ano de 2019.

A soja é o principal produto da agricultura brasileira o que explica o número de trabalhos com esta espécie, buscando uma padronização nas metodologias do teste do pH do

exsudato que possam ser utilizadas pela indústria de sementes. O Brasil, também se destaca na produção de milho, café e ervilha, produtos importantes da nossa agricultura e que consequentemente a qualidade destas sementes é fundamental para o estabelecimento das áreas produtivas.

Com relação às categorias de sementes (Gráf. 3), observa-se que o maior número de estudos foi dedicado a avaliar o potencial fisiológico de sementes de espécies florestais (58%), provavelmente se deva a crescente demanda por sementes e mudas florestais nativas, no entanto, poucas são as espécies com testes laboratoriais protocolados nas Regras para Análise de Sementes. Para Ribeiro-Oliveira e Ranal (2014, p. 771-784) é notória a relação do fortalecimento dos estudos sobre espécies nativas e o crescente cunho ambiental da Legislação Florestal brasileira.

Outros fatores que podem ter contribuído para o grande interesse por sementes florestais se deve ao fato de que várias destas espécies apresentam dormência e muitas vezes germinação lenta, e a validação de um teste prático e rápido como o pH do exsudato das sementes facilitaria as avaliações referentes a qualidade fisiológica destas sementes, permitindo a rápida decisão quanto ao destino destes lotes de sementes.

Já para os estudos com foco em espécies das grandes culturas o percentual foi de 14%, para sementes de frutíferas e oleaginosas o percentual de estudos foi de 8%, para sementes de oleícolas de 6%, forrageiras percentual de 4% e para outras sementes de 2%.

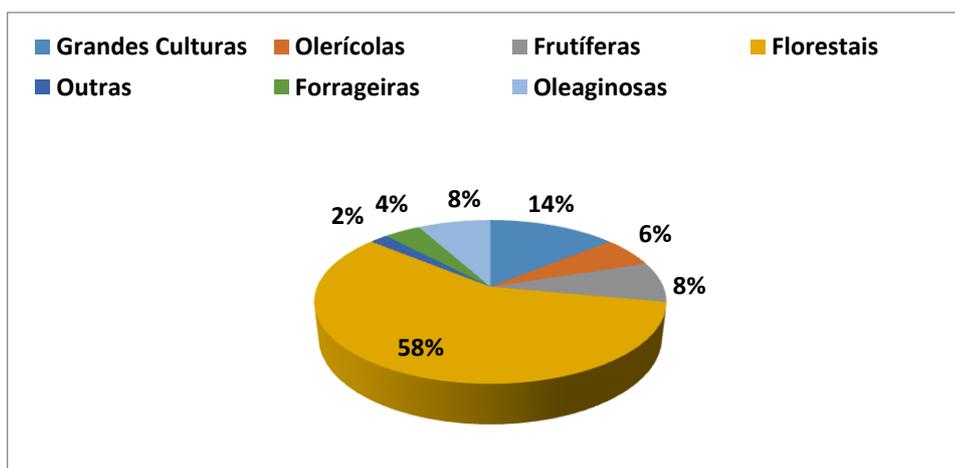


GRAFICO 3. Percentual de pesquisas, de acordo com a categoria em que se insere a cultura estudada quanto ao uso de metodologias para o teste do pH do exsudato, 2019.

Esses resultados mostram que ainda tem-se um imenso número de espécies, de interesse agrícola, que podem ser estudados como as sementes de espécies ornamentais, por

exemplo, de plantas nativas dos biomas brasileiros, além das categorias já analisadas, considerando-se que os números de espécies estudadas ainda são muito baixos.

Procedeu-se, também, a sistematização dos trabalhos científicos que contemplavam os critérios pré estabelecidos, para esta revisão, com relação aos autores, ano de publicação, espécies estudadas e principais conclusões obtidas, que são apresentados no Quad. 1.

QUADRO 1. Trabalhos científicos, referentes ao teste do pH do exsudato de sementes publicados entre 1984 e 2019, nas principais bases de dados científicas, organizados por autor, ano de publicação, espécie estudada, nome comum e principais conclusões.

Autor	Ano	Espécie	Nome Comum	Principais Conclusões
Amaral e Peske	1984	<i>Glycine max</i> L.	Soja	O tempo de 30 minutos de embebição permitiu distinguir, através da coloração do meio de embebição, sementes viáveis de inviáveis.
Fernandes et al.	1987	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Feijão	O tempo de 30 minutos permitiu distinguir sementes viáveis de não viáveis.
Mondragon	1987	<i>Zea mays</i> L.	Milho	Observaram que em embriões livres de endosperma (8,0g litro ⁻¹ de água com fenolftaleína a 2%) os resultados correlacionavam-se com a germinação. Obtiveram, também, os mesmos resultados com sementes cortadas pelo eixo longitudinal do embrião embebidas durante 15 minutos.
Barros e Marcos Filho	1990	<i>Glycine max</i> L.	Soja	O teste do pH exsudato-fenolftaleína, principalmente com 30 minutos de embebição, foram eficientes na obtenção de informações rápidas e utilizáveis pelas entidades produtoras e em programas de controle de qualidade de sementes de soja. Esse teste tendeu a superestimar a viabilidade das sementes com maior grau de deterioração.
Montenegro	1991	<i>Glycine max</i> L. <i>Zea mays</i> L.	Soja Milho	A Solução indicadora deveria ter 7,5g Na ₂ CO ₃ litro ⁻¹ de água + fenolftaleína a 0,5% e que as sementes deveriam permanecer 25 minutos em embebição.
Carvalho	1992	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Algodão	É viável a utilização do teste do pH do exsudato para se estimar de forma rápida, a viabilidade de sementes de <i>Coffea arabica</i> L. cv Acaiaí.
Tyagi	1993	<i>Glycine max</i> L.	Soja	O teste de pH de exsudatos prediz a germinabilidade de sementes individuais. As porcentagens de germinação previstas com base nos testes de germinação e de pH do exsudato das sementes foram altamente correlacionadas.
Andrade	1994	<i>Brachiaria decumbes</i> Stapf	Brachiária	Os melhores resultados foram observados com 75 minutos e temperatura de 25°C.
Santana et al.	1998	<i>Zea mays</i> L.	Milho	Apesar de ser um teste fácil e rápido, a avaliação fundamentada na coloração pode induzir ao teste uma conotação subjetiva, que quando relacionada a efeito de outros fatores como teor de umidade da semente,

				temperatura e período de embebição, reduz sua eficácia e levam a interpretações errôneas dos resultados.
Rech et al.	1999	<i>Pisum sativum</i> L.	Ervilha	O teste do pH do exsudato individual com 30 minutos de embebição permite estimar com rapidez a viabilidade de sementes de ervilha; O pH do exsudato massal está relacionado com vigor de sementes de ervilha.
Amaral e Peske	2000	<i>Triticum aestivum</i> .	Trigo	Os testes colorimétricos de viabilidade, de vigor massa e o de acidez do exsudato são promissores para estimar com rapidez a qualidade fisiológica de sementes de trigo; todos, porém, necessitam ser mais investigados, antes de serem indicados para uso generalizado.
Figueiredo	2000	<i>Coffea arabica</i> L.	Café	Diante da dificuldade encontrada para a determinação de uma única metodologia (concentração tempo de embebição X temperatura), para estimar a viabilidade de sementes de café pelo teste do pH do exsudato-sugeriram diferentes trabalhos para diferentes qualidades de lote.
Cabreira e Peske	2002	<i>Zea mays</i> L.	Milho	A estimativa da viabilidade das sementes de milho pelo teste do pH do exsudato individual, é melhor obtida utilizando a solução indicadora após 20 minutos de embebição, A concentração de 8g de Na ₂ CO ₃ litro ⁻¹ de água; o processo de determinação da viabilidade de sementes de milho por meio do teste do pH do exsudato massal apresenta alta confiabilidade; O processo de avaliação do vigor das sementes de milho por meio do teste do pH do exsudato massal apresenta relação mediana com o teste de frio; No teste do pH do exsudato massal foi possível determinar que lotes de sementes de baixa qualidade requerem mais de 0,7ml da solução de 9,5g de Na ₂ CO ₃ litro ⁻¹ de água com 0,5% de fenolftaleína para mudar de coloração.
Fonseca et al.	2004	<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona	O teste do pH do exsudato mostrou-se eficiente na diferenciação de lotes em níveis de qualidade.
Arujo	2009	<i>Acacia polyphylla</i> DC	Angico Branco	O tempo de 30 minutos é suficiente para verificar a lixiviação de solutos.
Matos	2009	<i>Anadenanthera falcata</i> (Benth.) Speg. <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Angico do Cerrado Copaíba Tamboril	O pH do exsudato apresentou os melhores resultados, quando comparado com o teste de tetrazólio. Considerado pela autora economicamente viável, com rapidez na obtenção de resultados e facilidade na execução, sendo uma boa ferramenta de certificação de sementes.
Martins	2009	Não Citadas	Sementes florestais armazenadas	A solução com concentração de 8,5g/L é a mais adequada por não haver diferença na leitura dos resultados, quando se utiliza concentrações maiores.
Sousa	2009	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth. <i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil. <i>Virola sebifera</i> Aubl	Canafístula Mangaba Brava Bicuyba-Preta	O teste foi eficiente para avaliar a qualidade de sementes.
Melo e Martins	2010	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols <i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	Ipê-amarelo Ipê-do-cerrado	Além de rápido e economicamente viável, em comparação com outros métodos, não destrói o embrião

				submetido ao teste e é um método promissor no que diz respeito a aperfeiçoar a avaliação da qualidade de sementes florestais no Brasil.
Santos et al.	2011	<i>Glycine max L.</i>	Soja	O teste do pH do exsudato não foi eficiente na separação de diferenças consistentes entre os lotes nos dois períodos avaliados.
Hilst et al.	2012	<i>Coffea arabica L.</i>	Café	O teste de coloração do exsudato é promissor para avaliação rápida da viabilidade de sementes de café, quando conduzidas com sementes com umidade de 12%, após períodos de embebição de 72, 96 e 120 horas. Sementes com 30% de umidade após a embebição por 72 ou 120 horas também podem ser usadas.
Gallo et al.	2012	<i>Pisum sativum L.</i>	Ervilha	O teste de pH do exsudato de sementes pode ser um teste rápido para determinar o vigor das sementes de ervilha devido à a semelhança do comportamento do lote no laboratório e no campo. É necessário continuar com as linhas de pesquisa destinadas a avaliar a correlação entre o Teste pH do exsudato com uma ampla gama de condições ambientais em campo.
Santana et al.	2013	<i>Jatropha curcas L.</i>	Pinhão Manso	Teste de pH do exsudato permite a determinação rápida da viabilidade de sementes de pinhão-manso.
Araújo et al.	2013	<i>Cereus jamacaru DC.</i>	Mandacaru	Os períodos de embebição não influenciaram nos valores obtidos pelo teste do pH do exsudato, o qual superestimou os resultados de viabilidade quando comparou-se com a % de emergência, no entanto, pode-se inferir que o teste possui aplicabilidade quanto a determinação da viabilidade em sementes de mandacaru.
Noal	2013	<i>Zea mays L.</i>	Milho	Os testes do pH do exsudato não apresentaram diferença significativa entre as variações de metodologias estudadas.
Santos et al.	2013	<i>Dalbergia miscolobium</i>	Angico	As sementes de <i>Dalbergia miscolobium</i> que apresentaram exsudatos com pH entre 4,77 e 5, 70 germinam em média 80 %. Apesar do subjetivismo da técnica colorimétrica, as soluções Yamada e Azul de bromotimol apresentam resultados compatíveis com o pH lido pelo pHmetro. As soluções de fenolftaleína e carbonato de sódio não apresentam resultados compatíveis com os resultados obtidos pelo peagâmetro.
Gomes	2013	<i>Terminalia argentea Mart. Et Zucc.</i>	Capitão-do-cerrado	O teste do pH do exsudato no período de embebição de 30 minutos foi eficiente na separação dos lotes de elevado vigor.
Haesbaert	2013	<i>Helianthus annus L.</i>	Girassol	O teste do pH do exsudato mostrou significância para as leituras realizadas aos 45 e 60 minutos após a embebição. O agrupamento de lotes em grupos semelhantes pelo teste de comparação de médias ocorreu de forma semelhante ao Teste de emergência em campo, porém distinto dos demais testes, devido a subjetividade na forma de análise visual da intensidade da



				<p>coloração da solução,</p> <p>O teste foi considerado de baixa eficiência para análise de vigor de sementes de girassol, no entanto, mais estudos devem ser realizados com o princípio deste teste.</p>
Bittencourt	2014	<i>Stryphnodendron adstringens</i> Mart	Barbatimão	<p>O teste de pH de exsudato pelo método massal demonstrou ser uma maneira eficiente para se determinar o vigor e a viabilidade de um lote de sementes de <i>Stryphnodendron adstringens</i>, desde que as sementes sejam escarificadas antes de serem colocadas em meio de embebição.</p> <p>O tegumento rígido da semente de <i>Stryphnodendron adstringens</i> mascarou alguns resultados do teste de pH de exsudato, pois não permitiu que fossem lixiviados solutos de sementes inviáveis comprometendo a leitura do teste.</p> <p>O teste de tetrazólio apresentou resultados similares ao teste de pH de exsudato sendo um bom indicativo para validar o teste de pH.</p>
Barboza et al.	2014	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutambo	<p>Ocorreu variação entre a média das sementes com coloração rosa púrpura e a porcentagem de emergência, pois pelos resultados colorimétricos poucas sementes proporcionariam a formação de uma plântula normal.</p> <p>O pH do exsudato massal não estimou a viabilidade das sementes, não houve uma relação da coloração assumida pela solução em que as sementes ficaram imersas e os valores de emergência.</p>
Matos	2014	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth	Caviúna do cerrado	<p>Os testes lixiviação de potássio, condutividade elétrica e pH do exsudato expressam resultados tão confiáveis como os reproduzidos pelos germinação e tetrazólio</p> <p>Devido a diversidade morfológica das sementes florestais é recomendável que se realize ajustes na execução das metodologias dos testes de condutividade elétrica, pH do exsudato e lixiviação de potássio considerando o tamanho, o número de sementes e volume de solução de embebição;</p> <p>O método quantitativo do Teste do pH do exsudato é o método mais apropriado desta técnica para avaliar o vigor das sementes de <i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.</p>
Barboza	2014	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira do Sertão	<p>Houve variação entre a média das sementes com coloração rosa púrpura e a porcentagem de emergência, pois pelos resultados colorimétricos seriam poucas as sementes que proporcionariam a formação de uma plântula normal.</p> <p>O teste de pH do exsudato massal não estimou a viabilidade das sementes, uma vez que, não houve uma relação da coloração assumida pela solução em que as sementes ficaram imersas e os valores de emergência.</p>
Araújo et al.	2014	<i>Annona squamosa</i> L.	Pinha	<p>Não houve diferença significativa entre os resultados colorimétricos obtidos pelo teste do pH do exsudato/fenlfaltaleína.</p>



Garcia et al.	2014	<i>Mimosa heringeri</i> Barneby		Para avaliar a viabilidade de sementes de <i>Mimosa heringeri</i> os testes de pH de exsudato e de condutividade elétrica são indicados.
Mendonça et al	2014	<i>Avena sativa</i>	Aveia Branca	O teste colorimétrico (pH do exsudato) de viabilidade de sementes, a partir de 30 minutos de embebição, foi eficiente na estratificação de lotes de sementes de aveia branca, cultivar URS Taura.
Araldi e Coelho	2015	<i>Araucaria angustifolia</i>	Araucária	O teste do pH do exsudato é eficiente para estimar de forma rápida a viabilidade de sementes de <i>Araucaria angustifolia</i> e deve ser realizado em embriões excisados e embebidos em água destilada por 30 minutos. É eficiente para se determinar a viabilidade de sementes em avançado estágio de deterioração, desde que seja considerada a integridade dos tecidos.
Stallbaun et al.	2015	<i>Anadenanthera falcata</i>	Angico-do-serrado	O teste do pH do exsudato pelo método individual aplicado às sementes de <i>Anadenanthera falcata</i> é compatível com os testes de germinação padrão, tetrazólio e germinação pós teste de condutividade elétrica, podendo ser adotados para a avaliação do vigor dessas sementes, apresentando rapidez na obtenção dos resultados e facilidade para sua execução.
Teles	2015	<i>Kilmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc	Pau Santo	O teste pelo método quantitativo demonstrou relação entre a acidez e a germinação, comprovando que a faixa de pH entre 6,05 e 4, 62 não determina que as sementes deixem de germinar.
Silva	2015	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	Tamboril	O teste é eficiente na identificação de lixiviados devidos a reativação metabólica das sementes, especialmente pelo método individual e pode ser indicado como instrumento adequado para rápida diagnose do vigor das sementes da referida espécie.
Alves et al.	2016	<i>Crambe abyssinica</i> Hochst	Crambe	O teste de pH do exsudatos é promissor na separação por vigor de lotes de sementes de crambe, cultivar 'FMS Brilhante' e as seguintes combinações: 25 ° C por 30 minutos ou 30 ° C por 45 minutos.
Souto	2016	<i>Caesalpinia férrea</i> Mart. Ex Tul.	Pau Ferro	O teste de pH do exsudato-fenolftaleína pelo método individual pode ser conduzido por pelo menos 30 minutos em água destilada e deionizada na temperatura constante de 25 ou 30°C para determinação do vigor das sementes de pau ferro.
Guollo	2016	<i>Aspidosperma parvifolium</i> <i>Aspidosperma polyneuron</i> <i>Cabralea canjerana</i> <i>Cariniana legalis</i> <i>Gallesia integrifolia</i> <i>Handroanthus chrysotrichus</i> <i>Lonchocarpus campestris</i> <i>Pterogyne nitens</i>	Guatambu Peroba-rosa Canjerana Jequitibá Pau-d'alho Ipê-amarelo Rabo-de-bugio Amendoim-do-campo	O teste de pH do exsudato aplicado pelo método individual se mostrou mais eficiente e criterioso para avaliação da qualidade fisiológica das sementes das espécies estudadas, do que o método massal. Para as espécies <i>Gallesia integrifolia</i> , <i>Cariniana legalis</i> e <i>Lonchocarpus campestris</i> os testes de pH do exsudato não foram eficientes devido a fraca ou inexistente correlação entre a germinação e o pH do meio.
Barone et al.	2016	<i>Myrocarpus frondosus</i> <i>Cedrela fissilis</i>	Cábreuva Cedro-rosa	Neste teste observaram que em <i>C. fissilis</i> 41,67±4,52 % das soluções apresentaram-se totalmente rosa demonstrando sua viabilidade, em <i>M. frondosus</i> nenhuma das soluções apresentaram coloração.

Matos	2017	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê-roxo	O teste de pH de exsudato com uso de soluções indicadoras de fenolftaleína e carbonato de cálcio (método colorimétrico) não foi adequado para identificar o vigor das sementes das matrizes de <i>Handroanthus heptaphyllus</i> nas condições empregadas neste trabalho.
Otalokoski	2017	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	Guatambu-amarelo	O teste de pH pelo método de uso de fenolftaleína não é satisfatório para <i>A. parvifolium</i> . O teste do pH do exsudato precisa de maior aperfeiçoamento.
Theodoro et al.	2018	<i>Glycine max</i> L.	Soja	O teste de pH exsudado pode ser usado para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja após 30 minutos de embebição a 20 ° C. O teste de inundação foi eficiente na avaliação do vigor das sementes de soja quando as sementes foram imersas por 4 h em 50 mL de água destilada a 25 ° C ou em 75 mL de água destilada a 30 ° C.
Carvalho et al	2018	<i>Citrus limonia</i> Osbeck	Limão Cravo	Não é possível avaliar o potencial fisiológico de sementes, com rapidez e precisão pelo teste de exsudato de pH sob estas condições experimentais, através de método visual ou mesmo quando é usada uma análise quantitativa de imagem.
Ribeiro	2018	<i>Avena strigosa</i> Schreb	Aveia preta	Não é possível estimar a viabilidade das sementes de aveia preta por meio das avaliações do pH, da variação da cor, utilizando a fenolftaleína.
Murcia et al.	2018	<i>Pisum sativum</i> L.	Ervilha	Efetuada os ajustes metodológicos necessários indicados, o teste colorimétrico de pH, foi útil para comparar a qualidade de lotes de sementes de ervilha, difundidos na zona hortícola de Mar del Plata, em condições ambientais próprias, onde o teste havia sido avaliado. No entanto, é necessário experimentar com maior número de amostras. Os resultados representam um aporte de tendência a conseguir a generalização do uso da técnica, como um estimador rápido de qualidade de sementes de ervilha, para os laboratórios de análises de sementes.
Araujo e Silva	2018	<i>Encholirium spectabile</i> Mart. ex Schult. & Schult.f.	Macambira.	As sementes de <i>Encholirium spectabile</i> com poder germinativo semelhante foram classificadas em níveis distintos de vigor pelos testes de lixiviação de potássio e do pH do exsudato-fenolftaleína.
Nóbrega e Rech	2018	<i>Passiflora edulis</i> Sims f. flavicarpa Deg.	Maracujá Amarelo	O teste de pH do exsudato de sementes foi capaz estimar rapidamente a viabilidade de sementes de maracujá redondo amarelo e distinguir entre níveis de viabilidade. O tempo de embebição de 30 minutos foi suficiente para determinação da viabilidade de lotes de sementes de maracujá cv Redondo Amarelo.
Brito e Rech	2018	<i>Daucus carota</i> L.	Cenoura	O teste de pH do exsudato de sementes mostrou-se promissor para estimar rapidamente a viabilidade de sementes de cenoura.

Silva e Rech	2019	<i>Carica papaya</i> L.	Mamão	<p>O teste do pH do exsudato de sementes de mamão Sunrise Solo foi capaz de estimar rapidamente a viabilidade de sementes e distinguir entre níveis de viabilidade.</p> <p>O teste do pH do exsudato das sementes de mamão Sunrise Solo, nos quatro períodos de embebição estudados correlacionam-se com o vigor das sementes.</p>
Rech	2019	<i>Petroselinum crispum</i>	Salsa cv Graúda Portuguesa	O pH do exsudato de sementes de salsa Graúda Portuguesa embebidas por um período de 30 minutos é capaz de estimar a viabilidade e o vigor de salsa.
Santos et al	2019	<i>Oryza sativa</i>	Arroz	<p>O teste do pH do exsudato é promissor para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de arroz, detectando diferenças de vigor entre lotes comercializáveis.</p> <p>Este teste deve ser conduzido com sementes de arroz sem tegumento, na temperatura de 25 °C, com tempo de embebição de 60 minutos.</p>

RECH, E.G, 2019.

Analisando-se o Quad. 1, é possível inferir que as metodologias do Teste do pH do exsudato das sementes empregadas nos diversos trabalhos científicos publicados, na sua grande maioria, apresentaram resultados positivos em relação a sua utilização para avaliação da qualidade fisiológica de sementes, considerando o teste como promissor para a Ciência e Tecnologia de Sementes, o que corrobora a afirmação de Ramos et al. (2012, p.1- 5) de que a avaliação da viabilidade por este teste possui baixo custo é rápido na obtenção de resultados e de fácil execução e evita o armazenamento desnecessário de lotes com baixo vigor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Passados 35 anos da sua criação, muitos trabalhos já foram desenvolvidos em diversas instituições de pesquisa, por vários pesquisadores e o teste do pH do exsudato já sofreu vários avanços, mostrando-se promissor como uma ferramenta para auxiliar na determinação do potencial fisiológico de sementes.

Essas contribuições da pesquisa são extremamente relevantes, pois já se avançou muito no conhecimento em relação às metodologias do teste do pH do exsudato de sementes, no entanto ainda há um imenso potencial de pesquisa que pode ser explorado, considerando que ainda temos um número muito pequeno de espécies estudadas, principalmente por ser este teste considerado confiável, rápido, prático e econômico, fatores importantes para avaliações da qualidade fisiológica das sementes para a Ciência e Tecnologia de Sementes.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, F.L.; KULCZYNSKI, S.M.; SORATTO, R.P.; BARBOSA, M.M.M. Nitrogênio em cobertura e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de painço (*Panicum iliaceum* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v.32, n.3, p.106-115, 2010.

ALVES, C.Z.; RODRIGUES, L.A.; REGO, C.H.Q.; SILVA, J.B.da. pH of exudate test in the physiological quality of crambe seeds. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.46, n.6, p.1014-1018., 2016.

AMARAL, A.S.; PESKE, S.T. pH do exsudato para estimar, em 30 minutos, a viabilidade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.6, n.3, p. 85-92, 1984.

AMARAL, A.S. ; PESKE, S.T. Testes para avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de trigo. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.6, n.1, p. 12-15. Jan-abr, 2000.

ANDRADE, A.C. Adaptação do teste rápido (pH do exsudato – fenolftaleína), para estimar a viabilidade de sementes de capim-braquiária (*Brachiaria decumbes* Stapf). Lavras: ESAL, 1994. 67p. (Dissertação Mestrado).

ARALDI, C.G.; COELHO, C.M.M. pH do Exsudato na Avaliação da Viabilidade de Sementes de *Araucaria angustifolia*. *Revista Floresta e Ambiente*, v.22, n.3, p.426-433, 2015.

ARAÚJO, A. M. *Estudo do tempo de embebição utilizado na técnica de pH de exsudato para a verificação de viabilidade de sementes de Acacia polyphylla DC*. Universidade de Brasília - Trabalho de conclusão de curso, 26 p., 2009.

ARAÚJO, A.V; PINTO, M.A.D.S.C.; BARBOZA, V.R.S.; FERRAZ, A.P.F.; BRITO, A.C.V. Comportamento fisiológico de sementes de *Annona squamosa* L. sob os testes de condutividade elétrica e do pH do exsudato fenolftaleína. *Revista Biosfera*, v.10, n.19, p.554, 2014.

ARAÚJO, A. V.; PINTO, M. A. D. S. C.; BARBOZA, V. R. S.; BRITO, A. C. V.; NUNES, A. S. pH do exsudato para a avaliação da viabilidade de sementes de mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.). In: XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de Dezembro. *Anais*. 2013.

ARAÚJO, A. V.; SILVA, M. A. D. da. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. & Schult.f. *Ciência Florestal*. Santa Maria, v.28, n1, p.56-66, jan-nov.,2018. ISSN 1980-5098.

BARBOZA, V.R.S., M.A.D.S.C. PINTO, C.S.F. FREIRE, C.K.S. OLIVEIRA. Potencial fisiológico de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. através do teste do pH do exsudato. *Revista Biosfera*, v.10; n.18; p.2327-2335. 2014.

BARROS, A.S.R.; MARCOS FILHO, J. Testes para avaliação rápida da viabilidade de sementes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.25, n.10, p.1447- 1459, 1990.

BARROS, A.S.R.; MARCOS-FILHO, J. Testes para avaliação rápida do vigor de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.19, n.2, p.289-295, 1997.

BITTENCOURT, G. V. *Tecnologia de sementes de Stryphnodendron adstringens – leg. – mimosoidae: análise do vigor e da viabilidade através do teste de pH de exsudato e do teste de tetrazólio*. 2014. 28 f., il. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal)—Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: DNDV/CLAV, 395 p., 2009.

BRITO, A. S.; RECH, E.G. Avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de cenoura pelo teste do pH do exsudato. In: XXV ENIC. *Anais do XXV Encontro de Iniciação Científica: Sociedade, Educação, Ciência e Tecnologia*, 06 a 08 de novembro de 2019. Campina Grande-PB, 541p.

CABRERA, A.C.; PESKE, S.T. Testes do pH do exsudato para sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, v.24, n.1, p.134-140, 2002. <http://www.abrates.org.br/revista/artigos/2002/v24n1/artigo19.pdf>

CARVALHO, C.A.M. *Viabilidade de utilização do teste do pH do exsudato na avaliação da qualidade de sementes de algodão (Gossypium hirsutum L.)* Lavras: ESAL, 1992. 76p. (Dissertação de Mestrado em Fitotecnia).

CARVALHO, D. U. de; COSTA, D. S. da; CRUZ, M, A. da; MARINHO, J.L.; COLOMBO, R.C.; NEVES, C.S.V.J. Teste do pH do exsudato como método para estimar a viabilidade e o vigor de sementes de *Citrus limonia* Osbeck. *J. Seed Sci.* [online]. 2018, vol.40, n.2, pp.156-163. ISSN 2317-1537. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v40n2187156>.

CUSTÓDIO, C. C. Testes rápidos para avaliação do vigor em sementes: uma revisão. *Colloquium Agrariae*. Presidente Prudente, v.1, n.1, p. 29-41, set. 2005.

FERNANDES, E.J., SADER, R.J., CARVALHO, N.M. Viabilidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) estimada pelo pH do exsudato. *Revista Brasileira de Sementes*; v.9, n.3: p.69-75, 1987.

FESSEL, S.A.; PANOBIANCO, M.; SOUZA, C.R.; VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica em sementes de soja armazenadas sob diferentes temperaturas. *Bragantia*, v.69, n.1, p.207-214, 2010. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/brag/v69n1/26.pdf> >, acesso em: maio de 2019.

FIGUEIREDO, T. G. *Adaptação do teste rápido (pH do exsudato - fenolftaleína), para estimar a viabilidade de sementes de cafeeiro (Coffea arabica L.)*. 2000. 57 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

FONSECA, N. R.; MYCZKOWSKI, M.L.; PRIOR, M.; SÁ, R.O.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; ZANOTTO, M. D. Testes de avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. *Anais...* 2004. v. 1, p. 52-57.

GARCIA, C.; COELHO, C.M.M.; MARASCHIN, M., OLIVEIRA, L.M. Conservação da viabilidade e vigor de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze durante o armazenamento. *Ciência Florestal*; n.24, v.4, p.857-866, 2014. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509816586>

GALLO, C.; ARANGO, M.; CRAVIOTTO, R. 2012. Prueba colorimétrica de pH del exudado de semillas para la evaluación de vigor en simientes de arveja (*Pisum sativum* L.). *INTA*.10 p.

GOMES, K.B.P., 2013. *Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Terminalia argentea Mart. et Zucc. pelo teste de raio X, condutividade elétrica, pH do exsudato e germinação*. Dissertação (Mestrado). 85p. Brasília: Universidade de Brasília.

GUOLLO, K. *Uso de indicadores bioquímicos na qualidade fisiológica de sementes florestais*. Pato Branco, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2016. 96p. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós Graduação em Agronomia.

HAESBAERT, F.M. *Testes para análise do vigor em sementes de Girassol*. Dissertação (Mestrado), 70f. 2013. Universidade Federal de Santa Maria

HILST, P.C., DIAS, D.CF.S., ALVARENGA, E.M., SOUZA, B.L. Test of exudates color hues for evaluating the physiological potential of coffee (*Coffea arabica* L.) seeds. *Revista Brasileira de Sementes*; v.34, n.2, p. 212-217, 2012.

KIKUTI, A.L.P. MARCOS FILHO, J. Vigor de sementes de rabanete e o desempenho de plantas em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v.28, n3, p.44-51, 2007.

LOPES, M.M., SILVA, C.B., VIEIRA, R.D. Physiological potential of eggplant seeds. *Journal of Seed Science*; v.35, n.2, p. 225-230, 2013.

MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARTINS, D. S. *Estudo das concentrações da solução de carbonato de sódio utilizada no teste pH de exsudato da semente*. 2009. 33p., Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília. Brasília, DF.

MATOS, J.M.M., MARTINS, R.C, I.S. Caracterização do teste de pH de exsudato pelo método individual para avaliação da viabilidade de sementes de *Copaifera langsdorffi* Desf. *Revista Heringeriana*; n.3: p.81-87, 2009.

MATOS, J.M.M. **Indicadores bioquímicos aplicados para verificação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia miscolobium* Benth.** Tese (Doutorado). 86p. Distrito Federal: Universidade de Brasília, 2014.

MATOS, A. L. M. **Análise da viabilidade de sementes de *handroanthus heptaphyllus* (vell.) Mattos através dos testes de condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e ph de exsudato.** 33 f, TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/19006/1/2017_AnaLeticiaMelodeMatos.pdf> Acesso em: nov. 2019.

MELO, A.L.F., MARTINS, R.C.C. Avaliação da eficiência da técnica de pH de exsudato para verificação da viabilidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* e *Tabebuia ochracea*. *Anais 62ª Reunião Anual da SBPC - Ciências do Mar: Herança para o Futuro*, 2010.

MELLOS, G.V.D. **Teste do pH do exsudato para sementes de azevém.** Pelotas: UFPel/FAEM, 1996. 38p. (Dissertação Mestrado).

MENDONÇA, A.O et. al., Testes Rápidos para Avaliação do Vigor de Sementes de Aveia Branca. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 10, n.19; p. 1742, 2014.

MENEZES, L. M. On line. 2013. **Testes rápidos para avaliação da qualidade das sementes. Sementes.** Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais, UFSM. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/sementes/trapidos.htm>>. Acesso em: 15 de junho de 2019.

MONDRAGON, V.J. **Verificación de la prueba de viabilidad, por pH del exudado de semillas de maíz.** Cali: CIAT, 1987. 12pp. (Mimeografado).

MONTENEGRO, H.T. **Metodologia na condução do teste de pH do exsudato para sementes de soja e milho.** Pelotas: UFPel/FAEM, 1991. 62pp. (Dissertação Mestrado).

MURCIA, M. L.; CROVO, V. E.; CLEMENTE, N. L. Prueba colorimétrica de pH de exudados para la evaluación de la calidad de semillas de arveja (*Pisum sativum*) de la zona hortícola de Mar del Plata. *Revista Faculdade Agronomia*. V. 117 ,n.1, p. 171-174, 2018.

NÓBREGA, C.D.A.; RECH, E.G. Teste do pH do exsudato para determinar o potencial fisiológico de sementes de maracujá amarelo. In: XXV ENIC. *Anais do XXV Encontro de Iniciação Científica: Sociedade, Educação, Ciência e Tecnologia*, 06 a 08 de novembro de 2019. Campina Grande-PB, 541p.

NOAL, G. **Metodologias para avaliação da qualidade fisiológica e identificação do ponto de colheita de sementes de cultivares criolas de milho.** 2013.79f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2013.

OTALAKOSKI, J. *Biologia floral e análise de sementes de Aspidosperma parvifolium* A. DC. 2017. 60 F. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas – Licenciatura), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

PESKE, S.T.; AMARAL, A.S. Prediction of the germination of soybean seeds by measurement of the pH of seed exudates. *Seed Sei. Technoi*, N.14, V.1:P.151-1566, 1986.

PESKE, S.T. ; AMARAL, A.S. pH of seed exudate as a rapid physiological quality test. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.22, n 3, p.641-644, 1994.

PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A. *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. 2.ed. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 470p., 2006.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B.; PEIXOTO, M. C. Teste de qualidade. In FERREIRA A. G., BORGHETTI F. *Germinação do Básico ao Aplicado*, Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 265-282.

RAMOS, K. M. O.; MATOS, J. M. M; MARTINS, R. C. C; MARTINS, I. S. “Electrical Conductivity Testing as Applied to the Assessment of Freshly Collected Kielmeyera coriacea Mart. Seeds,” *ISRN Agronomy*, vol. 2012, Article ID 378139, 2012, 5p.

RECH, E. G.; VILLELA, F. A.; TILLMANN, M. A. A. Avaliação rápida da qualidade fisiológica de sementes de ervilha. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina-PR, v. 21, n. 2, p. 1-9, 1999.

RECH, E.G. Teste do pH do exsudato para avaliar a viabilidade e vigor de sementes de salsa Graúda Portuguesa. *Anais do I CONIMAS e III CONIDIS*, V. 1, 2019, ISSN 2526-186X, Campina Grande-PB, 20 a 22 de novembro de 2019. <https://editorarealize.com.br/revistas/conidis/resumo.php?idtrabalho=48>

RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P.; RANAL, M. A. Sementes florestais brasileiras: início precário, presente inebriante e o futuro, promissor? *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 771-784, jul.-set., 2014.

RIBEIRO, A.P. Estimativa da viabilidade das sementes de aveia preta por meio das características do exsudato. Dissertação Universidade Estadual de Ponta Grossa- Ponta Grossa 52f. 2018.

SANTANA, D. C.; VIEIRA, M. G. G. C.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, M. S. Teste do pH do exsudato-fenolftaleína para rápida definição sobre o destino de lotes de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina-PR, v. 20, n. 1, p. 160-166, 1998.

SANTANA, F. V.; SOARES, T. F. S. N.; VASCONCELOS, M. C.; COSTA, J. C.; SILVA-MANN, R. pH do exsudato para sementes de Pinhão-Manso. *Anais...* Vitória da Conquista, BA: IV CONEFLORE – III SEEFLORE, p.974-978, 2013.

SANTOS, J.F, ALVARENGA, R.O., TIMÓTEO, T. S., CONFORTO, E. C., MARCOS FILHO, J., VIEIRA, R.D. Avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes* 2011; n.33, v.4, p.743-751. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222011000400016>.

SANTOS, L. P.; BELLOTTO, V. R.; MATOS, J. M. M. Avaliação dos métodos de verificação do pH nos exsudatos de sementes DE *Dalbergia miscolobium* BENTH. *Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Sementes 2013* in: <http://www.abrates.org.br/cbsementes/trabalhos>

SANTOS, L.P., V.R. BELLOTTO, J.M.M. MATOS. Avaliação dos métodos de verificação do pH nos exsudatos de sementes de *Dalbergia miscolobium* BENTH. In: XIII Congresso Brasileiro de Sementes, Florianópolis. *Anais...* XIX Congresso Brasileiro de Sementes, n.23, v.2; 2015.

SANTOS, M. A. de; OLIVEIRA, I.C.de; NOGUEIRA,G.A. SILVA, J.B.da; CANDIDO,A.C. S. da, ALVES, C.Z. Teste do pH do exsudato em sementes de arroz. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 32, n. 4, p. 960 – 965, out. – dez., 2019.

SILVA, R.A. *Análise da reativação metabólica através do teste de ph de exsudato em sementes de Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong*. Universidade de Brasília - Trabalho de conclusão de curso, 40p, 2015.

SILVA, J.D; RECH, E.G. Eficiência do teste do pH do exsudato para determinar o potencial fisiológico de sementes de mamão. *Anais do I CONIMAS e III CONIDIS*, V. 1, 2019, ISSN 2526-186X, Campina Grande-PB, 20 a 22 de novembro de 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV133_MD1_SA35_ID_565_18102019221719.pdf

SOUSA, P.S. *Estudo da técnica de pH de exsudato para a verificação de viabilidade de sementes florestais armazenadas*. Universidade de Brasília - Trabalho de conclusão de curso, 35p, 2009.

SOUTO, P.C. *Testes rápidos de vigor para determinar a qualidade fisiológica de sementes de Caesalpinia ferrea Mart. Ex Tul*. 2016. 100f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns.

STALLBAUN, P. H.; SOUZA, P. A. de.; MARTINS, R. de C. C.; MATOS, J. M. de M.; MOURA, T. M. Testes rápidos de vigor para avaliação da viabilidade de sementes de *Anadenanthera falcata*. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, v.11 n.21, p.1834, 2015.

STEFANELLO, R. *Avaliação da qualidade de sementes de espécies medicinais*. Universidade Federal de Santa Maria. 2014. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/sementes/index.php/component/content/article/2-uncategorised/11avaliacao-da-qualidade-de-sementes-e-especies-medicinais>>. Acesso em: 28 maio 2019.

TELES, R. S. *Efetividade dos testes de pH de Exsudato e Condutividade Elétrica aplicados para a verificação da qualidade fisiológica de sementes armazenadas de Kilmeyera coriacea Mart. & Zucc.* 2015. 34 f., il. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal)—Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

THEODORO, J. V. C.; CARDOSO, F. B.; REGO, C. H. Q.; CÂNDIDO, V. A. da S., A. C. ALVES, C. Z. T. Teste do pH do exsudato e alagamento para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja, *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 31, n. 3, p. 667 – 673, jul. – set., 2018.

TYAGI, C. S. Evaluating viability in soybean seed na pH test , *Seed Science and Tecnology*, Zurich, v.21, n.2, 475-478, 1993.

CONTRIBUTOS DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS DA TERRA PARA O ENSINO CONTEXTUALIZADO NA EDUCAÇÃO BÁSICA¹

Maxwell Luiz da Ponte²
Renan Pinton de Camargo³
Joseli Maria Piranha⁴

RESUMO

A Educação em Ciências da Terra visa o ensino e a aprendizagem do Sistema Terra, seus componentes e funcionamento. O conhecimento das Ciências da Terra pode contribuir para o estudo e a compreensão de lugares, situando saberes nos contextos de estudo e vivência dos aprendizes, possibilitando o ensino contextualizado. Sabe-se que a contextualização do ensino resulta no chamado conhecimento pertinente, que estimula o interesse e curiosidade dos estudantes e motiva a comunidade escolar. Esse artigo apresenta os resultados de uma investigação-ação que buscou entender como a educação em Ciências da Terra contribui para um ensino contextualizado na educação básica. O estudo oportunizou o reconhecimento de possibilidades e limitações ao ensino contextualizado, mediante a elaboração e o uso de diversas estratégias e recursos junto a professores e estudantes da educação básica.

Palavras-chave: Contextualização. Educação em Ciências da Terra. Educação Básica. Contraturno escolar. Lugar.

INTRODUÇÃO

No município de Ibirá, localizado na região Noroeste do Estado de São Paulo, é registrada a ocorrência de águas sulfurosas ricas em vanádio, que são promovidas ao uso terapêutico e turístico, sobretudo em seu distrito Termas de Ibirá, localizado a seis quilômetros da sede administrativa, onde se situa o complexo de lazer “Parque das Águas”.

Tal complexo está localizado sobre as rochas sedimentares da Formação Adamantina, de onde se extrai o recurso hídrico utilizado nas dependências do Parque. Para além dos fontanários distribuídos ao longo do Parque, o Balneário Municipal “Evaristo Mendes Seixas” também utiliza o recurso hídrico subterrâneo em seus banhos termais e tratamentos terapêuticos e estéticos.

Desse modo, a pesquisa, realizada em Ibirá, teve como principal motivação a ocupação e o desenvolvimento do local de estudo em função do uso do recurso hídrico subterrâneo. Não

¹ Resultado do projeto de pesquisa “Contributos da educação patrimonial e em geociências para um ensino contextualizado: possibilidades e limitações na educação formal”, realizada com apoio financeiro da CAPES - Código de Financiamento 001.

² Doutorando do Programa de Ensino e História de Ciências da Terra, UNICAMP, SP, maxis.lp@hotmail.com.

³ Doutorando do Programa de Ensino e História de Ciências da Terra, UNICAMP, SP, ehctrenan@gmail.com.

⁴ Professora Associada da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, SP; Docente do Programa de Ensino e História de Ciências da Terra, UNICAMP, SP, e-mail: joseli.piranha@unesp.br.

obstante a importância dos recursos hídricos para a economia local, registra-se problemas diversos de disponibilidade e vulnerabilidade hídrica, decorrentes de atitudes indevidas individuais e/ou coletivas dos próprios moradores locais (PONTE; PIRANHA, 2019a; WENCESLAU; PONTE; PIRANHA, 2018). Ainda, ocorre em Ibirá franca degradação do Patrimônio Construído, o que também se apresentou como uma questão importante para o estudo (WENCESLAU; PONTE; PIRANHA, 2018).

Nesse contexto, buscou-se desenvolver um ensino, nomeadamente acerca da causa ambiental, mais eficaz e pertinente para que mudanças de atitudes se tornem favoráveis à conservação do patrimônio natural – recursos hídricos – e construído. Assim, integrou-se preceitos da Educação em Ciências da Terra na elaboração de estratégias e recursos educativos, uma vez que estas mostram resultados significativos na formação dos aprendizes, tanto para a compreensão do meio em que vivem, quanto promovendo a valorização e o cuidado com o mesmo (BACCI *et al.*, 2009; ERNESTO *et al.*, 2018).

O objetivo central da investigação foi elaborar, utilizar e avaliar recursos e estratégias educacionais para o ensino contextualizado no âmbito da Educação Básica, buscando, para tanto, valer-se dos contributos de referenciais teóricos da Educação em Ciências da Terra.

REFERENCIAL TEÓRICO

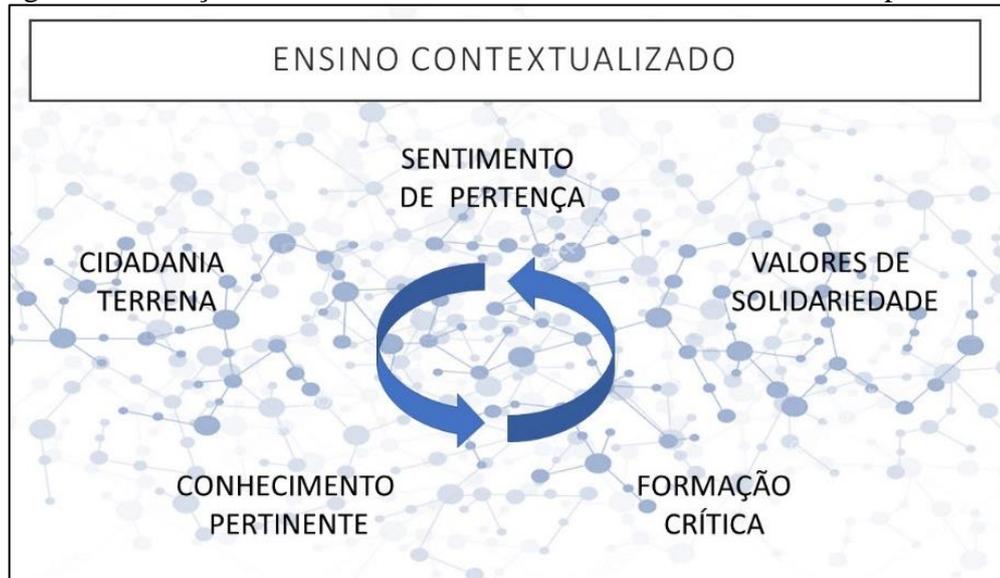
Apesar de décadas de pesquisas e esforços, o ensino formal relacionado às questões ambientais segue restrito aos espaços escolares, especialmente às salas de aula, predominando abordagens teóricas e pragmáticas (COMPIANI, 2015; MENEGAT, 2009). Os currículos escolares apartam os estudantes do contexto socioambiental em que vivem e as abordagens generalizadas e muito formais resultam inadequadas (KATO; KAWASAKI, 2011). Ainda, a fragmentação do conhecimento resulta em incompreensões (MORIN, 2011; 2017) e, em consequência, os estudantes, confusos e distanciados dos processos e do ambiente, se tornam desmotivados por não perceberem a importância dos conteúdos ensinados (CARNEIRO; LIMA; BARBOSA, 2018).

Em face desse contexto entende-se que são necessárias mudanças que promovam o ensino contextualizado para o conhecimento pertinente na formação cidadã (FIGURA 1) e, assim, oportunizem novas formas de “ser escola” (COMPIANI, 2015, n.p.).

Morin (2017, p. 17) destaca que “cada vez mais, a gigantesca proliferação de conhecimentos escapa ao controle humano” ao ponto em que “não conseguimos integrar nossos conhecimentos para a condução de nossas vidas”. Em contrapartida, aponta que “é preciso

situar as informações e os dados em seu contexto para que adquiram sentido” (MORIN, 2011, p. 36) e, assim, define-se o conhecimento pertinente como aquele “capaz de situar qualquer informação em seu contexto” e que “progride não tanto por sofisticação, formalização e abstração, mas, principalmente, pela capacidade de contextualizar e englobar” (MORIN, 2017, p. 15).

Figura 1 – Relação entre o ensino contextualizado e o conhecimento pertinente.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Morin (2011; 2017).

O ensino contextualizado expande a capacidade dos estudantes de atuarem na sua realidade (GONÇALVES; SICCA, 2018), assim, tem grande contribuição para formação cidadã, desenvolvimento de pensamento crítico e de atitudes participativas no contexto em que vivem (KOMALASARI, 2012; MORIN, 2011; 2017).

Segundo Glynn e Winter (2004) o ensino contextualizado tem significativo impacto no ensino de ciências na escola básica pois preconiza que a aprendizagem é indissociável do contexto físico e social. Desse modo, o ensino contextualizado rompe com o conhecimento demasiado conceitual, teórico e abstrato e situa a aprendizagem em situações e contextos em que o conhecimento apreendido será, inclusive, utilizado (COMPIANI, 2015; GONÇALVES; SICCA, 2018; GLYNN; WINTER, 2004; MENEGAT, 2009).

Educação em Ciências da Terra e o estudo do lugar

As Ciências da Terra integram as Ciências que tratam do planeta Terra, seus componentes e seus processos (ANGUITA, 1994). A integração dos saberes no ensino potencializa a percepção do planeta como um sistema complexo que se autoproduz e se auto-

organiza (MORIN, 2017). Além disso, facilita a compreensão da complexidade das atividades humanas e da dinâmica natural, revelando a importância da integração das questões ambientais no escopo de conhecimentos básicos necessários ao exercício de cidadania (CARNEIRO; TOLEDO; ALMEIDA, 2004).

Conforme aponta Bacci (2015), a Educação em Ciências da Terra, a partir de um olhar geocientífico e do pensar sistêmico, conduz professores e alunos a entenderem melhor a dinâmica planetária, construindo conexões com a realidade. Assim, considera-se que “a Geologia e as Ciências da Terra sejam fundamentais para essa estratégia de colocar o lugar como um elemento importante na construção da cultura, da cognição e do diálogo intercultural, tão importante para a sociedade em que vivemos” (MENEGAT, 2009, p. 101).

Além disso, Rebelo *et al.* (2015) ainda destacam que o conhecimento geocientífico é fulcral para o desenvolvimento do sentimento de pertença e cuidado com planeta, para orientar à tomada de decisões que visem o desenvolvimento sustentável e para dirimir ou prevenir os impactos antrópicos.

Não obstante suas potencialidades, as Ciências da Terra seguem negligenciadas na educação brasileira, principalmente devido à fragmentação dos conhecimentos geocientíficos nos currículos escolares, às carências de conhecimento específico na formação inicial docente e à inadequação das práticas pedagógicas e materiais didáticos predominantes na educação básica (ERNESTO *et al.*, 2018; TOLEDO, 2005).

Assim desprende-se que a adequada inserção dessas ciências na educação básica depende da adoção de diversas estratégias e recursos. Dentre as muitas possibilidades, considera-se que as Atividades Exteriores à Sala de Aula – AESA (MARQUES; PRAIA, 2009) assumem destacada relevância para a inserção das Ciências da Terra na educação básica, por constituírem uma estratégia plenamente interdisciplinar e dinâmica de ensino e aprendizagem (MARQUES; PRAIA, 2009).

As AESA integram os saberes ao contexto local (REBELO 2014, REBELO *et al.*, 2011), uma vez que tais práticas pedagógicas podem ser realizadas em locais onde as comunidades estão inseridas (COMPIANI, 2015; GONÇALVES; SICCA, 2018).

METODOLOGIA

O modelo metodológico assumido foi o de investigação-ação (ELLIOTT, 2010), que se caracteriza por se relacionar com os problemas práticos e o cotidiano de comunidades e considerar o ponto de vista de todos os envolvidos para diagnóstico da situação. O modelo

preconiza que a partir de um diagnóstico inicial da situação sejam planejadas ações práticas visando a elucidação de problemas. Dessa maneira, busca-se respeitar as particularidades expressas em cada situação analisada.

O modelo indica que deve ocorrer um fluxo livre de informações entre o investigador e os participantes, de modo que o diálogo deve ser considerado na investigação e os participantes devem ser parceiros ativos e realizem autorreflexão (ELLIOTT, 2010).

Como previsto, com o desenvolvimento das atividades e o contato com as comunidades escolares, de algum modo o pesquisador passa a fazer parte da vida da população onde se desenvolve o trabalho. Configura-se, em variadas oportunidades, uma espécie de “observação participante”, por meio da qual tem-se “a possibilidade entender profundamente o estilo de vida de uma população e de adquirir um conhecimento integrado da sua cultura” (CARMO; FERREIRA, 2008, p. 122).

Em associado à investigação-ação realizou-se uma pesquisa documental (CARMO; FERREIRA, 2008) voltada a suprir referenciais e recursos para o trabalho de investigação-ação. Buscou-se reunir materiais e informações sobre o patrimônio imaterial e material, natural e construído, do município de Ibirá (SP), considerados subsídios para a elaboração de recursos educacionais para o ensino contextualizado. O compilado das informações obtidas não será apresentado nesse estudo, devido a sua extensão, mas pode ser visto em Ponte (2018).

Plano de Trabalho

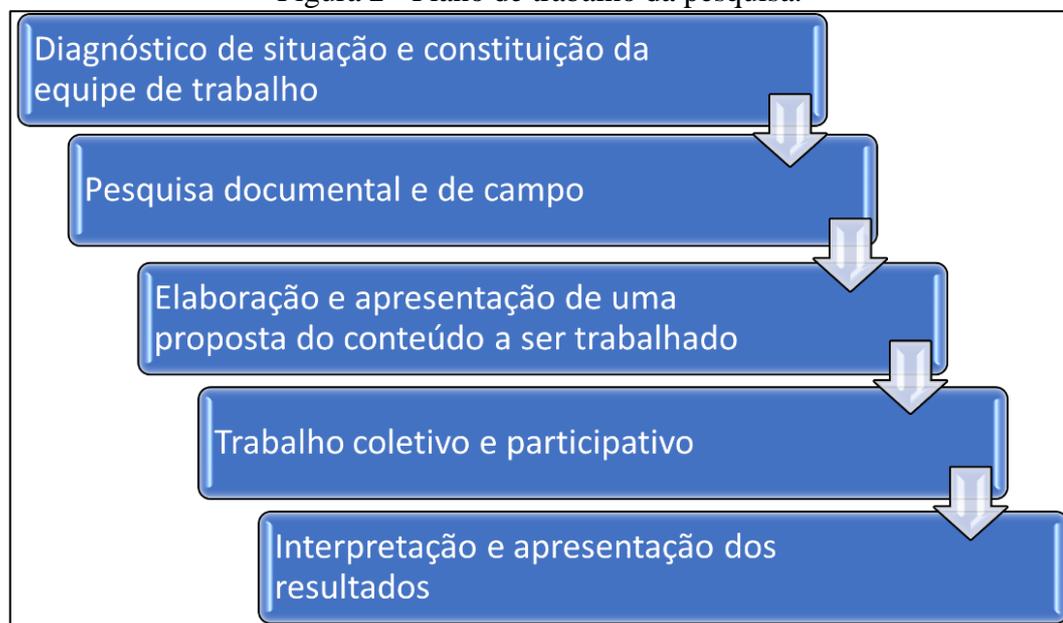
Consoante as orientações metodológicas da investigação-ação, elaborou-se o plano de trabalho (FIGURA 2) com as seguintes etapas de desenvolvimento:

1. Diagnóstico de situação e constituição da equipe de trabalho: apresentação da pesquisa e convite aos atores sociais, gestores locais e comunidades escolares, buscando auscultar e avaliar demandas locais, para reconhecimento das possibilidades e limitações;
2. Pesquisa documental e de campo: levantamento e análise de dados e informações relativos ao município tais como seus recursos naturais, seu patrimônio construído, sua população e sua história;
3. Elaboração, a partir das informações e dados obtidos, e apresentação de uma proposta inicial do conteúdo a ser trabalhado junto às comunidades escolares, consoante manifestações da equipe de trabalho;
4. Trabalho coletivo e participativo: elaboração, validação e uso de recursos educacionais, emprego dos recursos e materiais nas práxis educacionais e avaliação. Nesta etapa

foram realizadas reuniões para estudos junto a estudantes de Ensino Médio, no contraturno escolar, no âmbito da iniciativa intitulada “(Se)Mentes do Amanhã”, descrita detalhadamente em Ponte e Piranha (2018; 2019b). Foram realizadas atividades junto a professores da Rede Municipal de Ensino no âmbito da realização de um curso de formação de professores intitulado “Lugares educativos – percepção, memória e ambiente”, descrito detalhadamente em Ponte, Camargo e Piranha (2018) e Ponte *et al.* (2018).

5. Interpretação e conclusão da pesquisa: trabalhos finais de análise, interpretação, avaliação e comunicação dos resultados.

Figura 2 - Plano de trabalho da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Coleta, registro e interpretação dos dados da pesquisa

Assessorando a investigação-ação, o estudo envolveu constituintes metodológicos tradicionais de registro e avaliação. Utilizou-se, nomeadamente, inquéritos, gravações em áudio e/ou vídeos das reuniões, estudos e entrevistas (CARMO; FERREIRA, 2008).

Fez-se uso de bloco-notas e diário de pesquisa. O bloco-notas foi uma importante ferramenta para o registro de primeiras impressões, em especial nas reuniões de apresentação do trabalho e recolha de demandas, sendo constituído de breves memorandos e tópicos fundamentais, assim como informações importantes que não poderiam ser esquecidas como nomes, endereços e indicações. O diário de pesquisa foi utilizado a partir do início das atividades nas escolas, constituindo registro narrativo, permanente e mais detalhado dos acontecimentos, incluindo as sensações e percepções, conforme sugerido por Elliott (2005).

No que se refere aos inquéritos, o primeiro deles foi utilizado junto aos estudantes no encerramento das atividades no contraturno escolar. Buscou-se reconhecer como os estudantes relacionavam seus estudos com a escola.

Além disso, realizou-se entrevistas com docentes, buscando conhecer suas concepções a respeito da profissão do professor, das práticas pedagógicas e, também, para que avaliassem o curso de formação realizado para atender uma demanda que emergiu no decorrer da investigação-ação, conforme será descrito em seção posterior do trabalho. Foram realizadas entrevistas com 25 docentes da Rede Municipal de Ensino.

DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

A realização de reuniões com atores sociais, gestores e comunidades escolares, a pesquisa documental e trabalhos de campo possibilitaram levantar informações sobre os recursos naturais e o patrimônio de Ibirá, além de aspectos relacionados ao comportamento da população para com estes.

Em decorrência dos resultados obtidos, foram elencados conteúdos prioritários para o desenvolvimento dos recursos educacionais e elaborada uma estratégia de trabalho. Esta foi apresentada aos participantes em três oportunidades: durante a realização de uma reunião em plenária na Câmara Municipal, durante os planejamentos escolares das escolas de Ensino Fundamental da Rede Municipal de Ensino e da Escola Estadual de Ensino Médio.

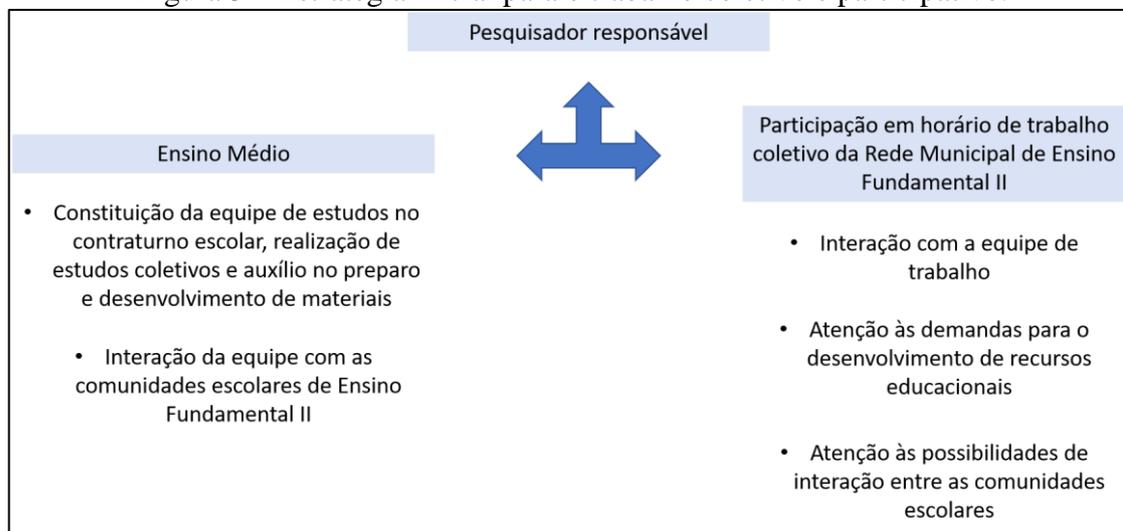
Em todas as oportunidades, os participantes foram convidados a avaliar o conteúdo da proposta, propor modificações no conteúdo e/ou na estratégia e acrescentar novas demandas que entendessem necessárias. Em conformidade ao que se estabeleceu nessas reuniões, foram estabelecidas duas frentes de trabalho (FIGURA 3).

Em uma delas, foram realizadas atividades, durante todo o ano, junto aos estudantes de Ensino Médio, no contraturno escolar, no âmbito da iniciativa foi intitulada “(Se)mentes do Amanhã”. Em paralelo, trabalhou-se junto aos docentes da Rede Municipal de Ensino. Esta interação revelou outras prioridades para a investigação, que culminou com a realização de um curso de formação continuada para professores.

O desenvolvimento das atividades nestas duas frentes de ação, junto aos estudantes no contraturno escolar e junto aos docentes da rede municipal, revelou dificuldades para a efetivação daquela estratégia inicialmente planejada. Nesse sentido, foram adotadas novas estratégias buscando viabilizar a construção coletiva de recursos educacionais. Estas diferentes estratégias adotadas, e de que maneira/em que medida foram potencializadas e/ou limitadas

pelas equipes de trabalho, são descritas nas sessões subsequentes, assim como os seus resultados.

Figura 3 – Estratégia inicial para o trabalho coletivo e participativo.



Fonte: Ponte (2018, modif.).

Estudantes

Todos os estudantes de Ensino Médio foram convidados para participação das atividades no contraturno escolar, voluntariamente. No decorrer do ano letivo, foram realizados 23 encontros durante o contraturno. Nesses, tratou-se de conteúdos pertinentes aos três anos do Ensino Médio, associando-os aos geocientíficos, sob mediação do pesquisador. Foram utilizadas diferentes estratégias e recursos nos estudos: realização de aulas expositivas dialogadas, AESA, desenvolvimento de acervos didáticos e proposição de leituras complementares. Dentre outros, foram tratados os conceitos de “Sistema Terra”, “Minerais e Rochas”, “Solo”, “Paisagem Urbana” e “Águas subterrâneas”. Descrições detalhadas das estratégias e recursos utilizados no contraturno escolar com os estudantes constam em Ponte e Piranha (2018, 2019b).

Docentes

Durante a observação dos trabalhos pedagógicos realizados pelas comunidades escolares pode-se constatar que as abordagens relacionadas às questões ambientais utilizavam materiais prontos, constituídos por informações generalizadas. Notou-se o predomínio absoluto de aulas expositivas e a ausência de atividades em ambientes externos à sala de aula, vinculadas ao contexto local. Pôde-se notar predomínio de enfoque temático em detrimento de uma abordagem contextualizada e interdisciplinar.

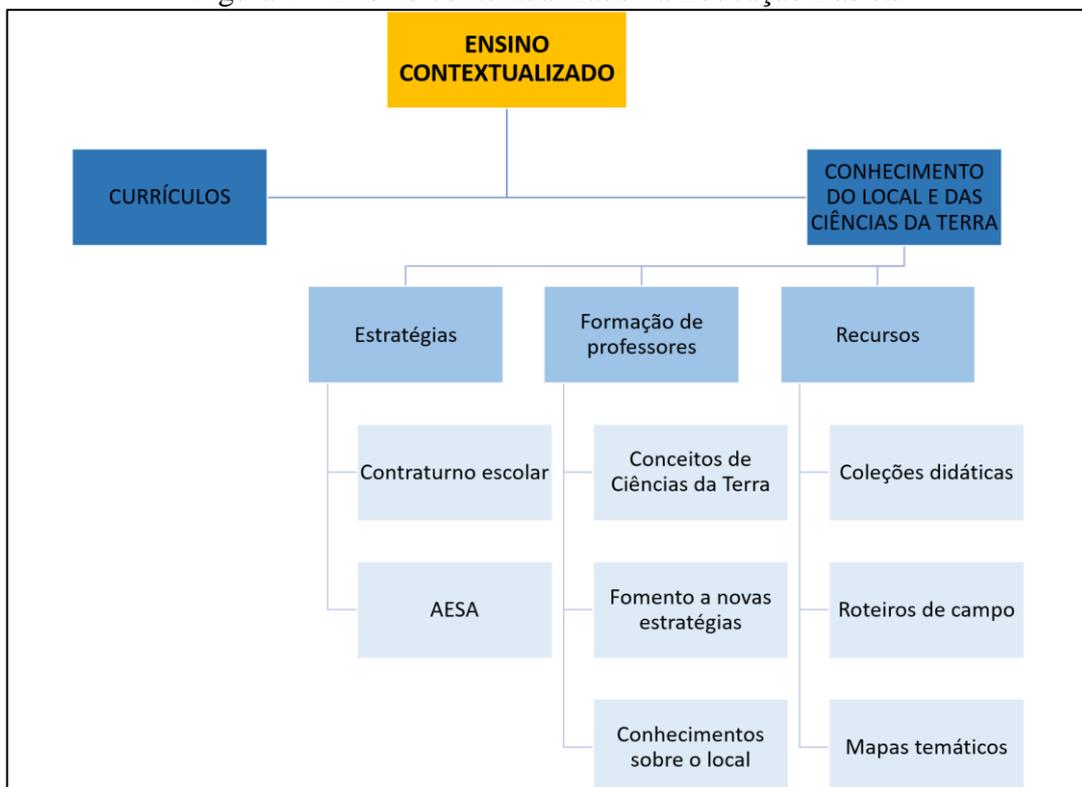
Representantes da gestão escolar expressaram anseio em preparar os docentes para o uso de estratégias de ensino diversificadas, vinculadas ao patrimônio de Ibirá, para tornar as aulas mais significativas aos alunos e, ainda, favorecer a valorização e conservação deste patrimônio. Nesse contexto, realizou-se o curso de formação de professores “Lugares educativos – percepção, memória e ambiente”.

As entrevistas realizadas com os docentes, após o encerramento do curso, indicaram que o contato com o patrimônio, sobretudo no trabalho de campo realizado, contribuiu para mudanças de percepção, interesse e motivação dos docentes e os sensibilizou para a importância do uso de AESA no ensino. O curso também contribuiu para que reconhecessem elementos da geodiversidade local e a importância dos conhecimentos geocientíficos no desenvolvimento das práticas pedagógicas contextualizadas. Para maior detalhamento das concepções sobre potencialidades e limitações das AESA manifestadas pelos professores participantes do curso, ver Ponte *et al.* (2018).

Possibilidades para o ensino contextualizado na educação básica

A investigação-ação desenvolvida revelou possibilidades para inserção das Ciências da Terra na educação básica, visando instituir práticas de ensino contextualizado (FIGURA 4).

Figura 4 – Ensino contextualizado na Educação Básica.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota-se que o ensino contextualizado na educação básica requer o desenvolvimento de estratégias e recursos que possibilitem integrar informações locais, conhecimentos das Ciências da Terra e os conceitos abarcados pelos currículos escolares. O uso do contraturno escolar e das atividades exteriores à sala de aula como estratégias trouxeram destacada contribuição às práticas pedagógicas contextualizadas. Em associado, o uso de recursos como coleções didáticas de minerais, rochas e solo, mapas temáticos e roteiros de campo voltados ao entorno escolar e ao território de Ibirá possibilitou a inserção de conhecimento geocientíficos, em franco diálogo com o currículo e as informações locais.

A formação continuada de professores se mostrou eficaz e fulcral para a efetivação do uso de tais estratégias e recursos nas escolas.

DISCUSSÕES

A associação de conceitos das Ciências da Terra e de conhecimento e informações locais aos conteúdos curriculares resultaram em práticas educativas contextualizadas.

Pôde-se reiterar a eficácia das atividades de contraturno como estratégia para a inserção das Ciências da Terra na educação básica do Brasil, já apontada por outros estudos (BACCI, 2015; BACCI; SILVA, 2018; MENEGAT; 2009; SILVA, 2018).

No contexto da iniciativa “(Se)Mentes do Amanhã”, a flexibilização na duração das aulas em comparação com o turno regular, viabilizou o uso das AESA. Além disso, a dinamização da programação de aulas e atividades, proporcionada pelo uso do contraturno escolar, permitiu que o ensino de Ciências da Terra fosse vinculado ao interesse dos alunos e da comunidade escolar e ao estudo do lugar, conforme relatado no âmbito do programa “Laboratórios Inteligentes do Ambiente Urbano – LIAU” (MENEGAT, 2009), desenvolvido em Porto Alegre (RS).

Sabe-se que as atividades práticas e lúdicas portam destacado valor didático e motivacional para o ensino das Ciências da Terra (CONSTANTE; VASCONCELOS, 2010; TEIXEIRA; MACHADO; SILVA, 2017), enquanto as aulas expositivas predominantes na sala de aula resultam no desinteresse e na desmotivação dos estudantes da educação básica com as Ciências da Terra (LACREU, 2019), não obstante manifestem genuíno interesse por tais conteúdos (ERNESTO *et al.*, 2018; VIEIRA; VELLOSO; RODRIGUES, 2016). Nesse contexto, cumpre refletir se o pequeno número de participantes que aderiram aos estudos do contraturno pode revelar um desinteresse já enraizado nos estudantes para as Ciências da Terra,

resultado dos processos tradicionais de ensino e aprendizagem, conforme apontado por Scott-Santos (2020).

Desse modo, aponta-se a importância de que as atividades no contraturno sejam adotadas desde os primeiros anos de escolaridade, contribuindo para que as crianças tenham “contato desde cedo com estratégias para pensar cientificamente, desenvolvendo ao longo da vida, gradativamente, um entendimento da natureza das explicações, dos modelos e das teorias científicas” (SILVA, 2018, p. 127).

No entanto, deve-se avaliar a viabilidade de que os professores promovam tais atividades no âmbito do seu exercício profissional. Nas experiências relatadas anteriormente (SILVA, BACCI, 2018; MENEGAT, 2009), o desenvolvimento dos recursos e das estratégias educacionais e o uso no contraturno escolar foram realizados no âmbito de pesquisa e extensão universitária, e não propriamente por iniciativa dos docentes.

Do trabalho coletivo e participativo, pode-se observar dificuldades vivenciadas pelos docentes das diferentes comunidades escolares para a realização das atividades vinculadas ao contexto local. Os docentes destacaram que o desenvolvimento de recursos e estratégias diferenciados requer uma disponibilidade de tempo que o exercício profissional, sobrecarregado, não possibilita.

Além disso, as metas e avaliações para o ensino e a aprendizagem são estipuladas tendo por base os currículos e os materiais instituídos como oficiais (BRASIL, 2007; HYPOLITO; IVO, 2013; NUNES; PAIXÃO, 2014), que em sua maioria ignoram o contexto local (CARNEIRO *et al.*, 2016; KATO; KAWASAKI, 2011; MENEGAT, 2009). Disto, podem resultar pressões institucionais para que o docente foque no cumprimento estrito do programa curricular, desencorajando-o a diversificar as abordagens e abarcar contextos geocientíficos e informações pertinentes ao estudo do lugar.

Pôde-se perceber, ainda, limitações impostas pela falta de suporte técnico e laboratorial das escolas de educação básica, que pode inviabilizar o desenvolvimento de recursos pelos docentes em exercício. Além disso, nota-se que a disponibilidade de informações locais é muitas vezes escassa, rara ou de difícil acesso.

Em conformidade com outros estudos realizados junto a comunidades escolares da região, reitera-se que as limitações ao ensino contextualizado também estão relacionadas à carência de conhecimentos específicos das Ciências da Terra e do lugar (PRIONE, 2016; SCOTT-SANTOS, 2020). A sobrecarga de trabalho e a carência de conhecimentos específicos parecem ser fatores correlacionados. As autoras Lelis (2012) e Lourencetti (2006) registram

que a sobrecarga de trabalho dificulta que os professores possam investir na atualização profissional.

Considera-se, mediante os relatos dos participantes do curso “Lugares educativos – percepção, memória e ambiente” que se obteve resultados profícuos com esta formação. Destacam-se as contribuições para a formação continuada de professores e a atualização profissional, sobretudo em conceitos de Ciências da Terra e conhecimentos e informações sobre o contexto local. Em especial, os contributos do trabalho de campo, desenvolvido no âmbito do curso de formação, para a motivação e sensibilização dos professores para o potencial pedagógico do uso das AESA vinculadas ao patrimônio local.

Não obstante a ampla aceitação e reconhecimento das potencialidades das AESA pelos docentes que participaram do curso, foi possível elencar limitações ao uso dessa estratégia, tais como a carência de informações e conhecimentos sobre o contexto local, a sobrecarga docente, a falta de suporte administrativo e o grande número de estudantes por turma. As dificuldades relatadas são congruentes com as apresentadas em diversos outros estudos (AGUILERA, 2018; REBELO, 2014).

No entanto, o desinteresse dos docentes nas atividades formativas e em inovar práticas pedagógicas também foi considerado um fator limitante às práticas contextualizadas, apontado por gestoras escolares participantes da investigação. No caso do curso de formação de professores oferecido, gratuito e em dias e horários alternativos aos de aulas, cerca de quinze por cento do total de professores das diferentes comunidades escolares participaram.

As entrevistas revelaram, ainda, que o desestímulo dos docentes está associado à desvalorização profissional que estes enfrentam em suas relações familiares e com alunos. Nota-se que esta tendência é observada na escola básica: os professores desestimulados, associam sentimento de frustração ou fracasso à escola, face à acentuada desvalorização da profissão docente e, assim, a escola tem se tornado um lugar permeado por frustrações e expectativas negativas, que não favorece o desenvolvimento de relações interpessoais estimuladoras e que possibilitem um conhecimento pertinente e integrado à realidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da investigação-ação desenvolvida foi possível avaliar três possibilidades de inserção dos referenciais teóricos para contextualização do ensino na educação formal, sendo estas: 1) a constituição de um grupo de estudos com alunos de Ensino Médio no contraturno escolar; 2) uso das AESA como estratégia; 3) a realização de um curso para a formação continuada de professores. O percurso da investigação e seus resultados possibilitaram também

a identificação de fatores que limitam e/ou dificultam a inserção de referenciais das Ciências da Terra na Educação Básica.

Em síntese, obteve-se que os fatores que limitam a contextualização do ensino no âmbito da prática docente são: a falta ou o difícil acesso a informações e materiais locais; a falta de suporte pedagógico, administrativo, técnico e de infraestrutura adequada ao desenvolvimento de estratégias e recursos necessários ao ensino contextualizado; e a carência de conhecimentos das Ciências da Terra.

Ademais, o descompasso entre abordagens contextualizadas e os parâmetros e currículos adotados pode comprometer a integração destes, e conseqüentemente, resultar no cumprimento de metas e resultar em problemas em avaliações internas e externas. Soma-se a todos esses fatores, o pouco estímulo docente na própria atualização profissional e na inovação pedagógica, resultante, dentre outros motivos, da sobrecarga de trabalho, da desvalorização profissional.

Destaca-se os contributos do curso realizado, nomeadamente pela inserção de referenciais das Ciências da Terra nas comunidades escolares, o reconhecimento da pertinência e da carência de conhecimentos geocientíficos, assim como reflexos disto na educação básica.

Considerando a importância de estratégias e recursos que integrem esses referenciais teóricos aos parâmetros curriculares adotados pelas escolas, as atividades em contraturno e em ambientes externos à sala de aula se destacam por oportunizarem abordagens interdisciplinares e integradoras do conhecimento, inclusive possibilitando a inserção na educação básica de conhecimentos geocientíficos ausentes nos currículos escolares.

Não obstante as potencialidades, existem muitas limitações para o uso desses ambientes na educação básica, e faz-se necessária a formulação de políticas educacionais, internas e externas às comunidades escolares, para que sejam utilizados.

Finalmente, considera-se importante que a universidade e a escola pública se juntem para superação de limitações elencadas neste estudo e a difusão do ensino contextualizado, seja inovando práticas, conteúdos e atividades formativas para os docentes ou disponibilizando para as comunidades escolares recursos didáticos, ambos em fomento e suporte às atividades em contraturno e/ou ambientes externos à sala de aula.

REFERÊNCIAS

AGUILERA, D. La salida de campo como recurso didactico para enseñar ciencias. Uma revisión sistemática. **Revista Eureka sobre enseñanza y divulgacion de las Ciencias**, v. 15, n. 3, p. 3103-2-3103-18, 2018.

ANGUITA, F. Geologia, Ciencias de la Tierra, Ciencias de la Naturaleza: paisaje de um aprendizado global. **Enseñanza de las ciencias**, v. 12, n. 1, p. 15-21, 1994.

BACCI, D. L. C. Ensino de Geociências no contexto escolar – múltiplas relações com a educação ambiental. In: BACCI, D. L. C. (Org.) **Geociências e Educação ambiental**. Curitiba: Ponto Vital, 2015. (Não paginado).

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Indagações sobre o currículo: currículo e avaliação**. Brasília: Ministério da Educação. 2007.

CARMO, H.; FERREIRA, M. M. **Metodologias da Investigação: guia para auto-aprendizagem**. Lisboa: Universidade Aberta, 2. ed., 2008.

CARNEIRO, C. D. R.; BARBOSA, R.; PIRANHA, J. M.; MALAQUIAS, J. R. J. The Geo-School Project: Local Knowledge on Geosciences for Brazilian Teachers of Basic Education. **Athens: ATINER'S Conference Paper Series**, n. EDU2016-2055, 2016.

CARNEIRO, C. D. R.; LIMA, A. T. F.; BARBOSA, R. Projeto geo-escola em Cajamar (SP): geoconhecimento e educação com foco no lugar. In: SIMPÓSIO DE ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA, 8., 2018, Campinas, SP. **Anais [...]** Campinas: SBGeo, 2018.

CARNEIRO, C.D.C.; TOLEDO, M.C.M.; ALMEIDA, F.F.M. Dez motivos para a inclusão de temas de geologia na educação básica. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, n. 4, p. 553-560, 2004.

COMPIANI, M. O lugar e as escalas e suas dimensões horizontal e vertical nos trabalhos práticos: implicações no ensino de ciências e na educação ambiental. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 29-45, 2007.

COMPIANI, M. Por uma pedagogia crítica do lugar/ambiente no ensino de Geociências e na Educação Ambiental, 2015. In: BACCI, D.C. (ORG.) **Geociências e Educação ambiental**. 1. ed. Curitiba: Ponto Vital, 2015. (Não paginado).

CONSTANTE, A.; VASCONCELOS, C. Atividades lúdico-práticas no ensino da geologia: complemento motivacional para a aprendizagem. **Terræ Didactica**, v. 6, n. 2, p. 101-123, 2010.

ELLIOTT, J. **El cambio educativo desde la investigación-acción**. Madrid: Ediciones Morata. 4ª. ed., 2005.

ELLIOTT, J. **La Investigación-acção em educação**. Madrid: Ediciones Morata. 6ª. ed. 2010.

ERNESTO, M.; CORDANI, U. G.; CARNEIRO, C.D.R.; DIAS, M. A. F. S.; MENDONÇA, C. A.; BRAGA, E. S. Perspectivas no Ensino de Geociências. **Estudos Avançados**, v. 39, n. 94, p. 331-344, 2018.

GLYNN, S. M.; WINTER, L .K. Contextual teaching and learning Science in elementary schools. **Journal of Elementary Science Education**, v. 16, n. 2, p. 51-63, 2004.

GONÇALVES, P. W.; SICCA, N. A. L. Integração curricular baseada no lugar e na cidade para contextualizar conceitos científicos universais. **Plures Humanidades**, v. 19, n. 2, p. 449 – 462, 2018.

HYPOLITO, A. M.; IVO, A. A. Políticas curriculares e sistemas de avaliação: efeitos sobre o currículo. **Revista e-Curriculum**, n. 11, v. 2, p. 376-392, 2013.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & educação**, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011.

KONALASARI, K. The effect of contextual learning in civic education on students' civic skills. **International Journal for Educational Studies**, v. 4, n. 2, p. 179-190, 2012.

LACREU, H. L. Geolodactica, desafios para renovar la enseñanza de la Geologia. **Terræ Didactica**, v. 15, e019017, 2019.

LELIS, I. O trabalho docente na escola de massa: desafios e perspectivas. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 14, n. 29, p. 152-174, 2012.

LOURENCETTI, G. C. O processo de intensificação no trabalho docente dos professores secundários. *In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 29., 2006, Caxambu, MG. Anais [...]* CAXAMBU: ANPED, 2006.

MARQUES, L.; PRAIA, J. Educação em Ciência: atividades exteriores à sala de aula. **Terrae Didática**, v. 5, n. 1, p. 10-16. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidactica/>>. Acesso em 28 nov. 2017.

MENEGAT, R.. Transcrição da palestra proferida em 24 de julho de 2009: Geoparques como laboratórios de inteligência da Terra. **Geologia USP. Publicação Especial**, [S.l.], v. 5, p. 91-103, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gusppe/article/view/45394>>. Acesso em: 19 jan. 2018.

MORIN, E. **A Cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. 23. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017. 128p.

MORIN, E. Os sete saberes necessários à educação do futuro. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2011.

NUNES, C. S.C.; PAIXÃO, C.J. Currículo e avaliação da aprendizagem: a informalidade em questão. **Revista Cocar**, v. 7, n. 14, p. 16-22, 2013.

PONTE, M. L. **Educação patrimonial e em geociências para um ensino contextualizado: potencialidades e limitações na educação formal**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino e História de Ciências da Terra) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2018.

PONTE, M. L.; CAMARGO, R. P.; PIRANHA, J. M. Lugares educativos: roteiro de campo na formação de professores da rede municipal de ensino de Ibirá – SP. *In: CONGRESSO*

NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 5., Recife, Pernambuco, **Anais [...]** Campinas Grande, PB: Editora Realize, 2018.

PONTE, M. L.; CAMARGO, R. P.; WENCESLAU, E. C.; PIRANHA, J. M. Potencialidades e limitações do uso de Ambientes Externos à Sala De Aula (AESAs) na educação básica. *In:* CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 5., Recife, Pernambuco, **Anais [...]** Campinas Grande, PB: Editora Realize, 2018.

PONTE, M.L.; PIRANHA, J.M. Estratégias e recursos educacionais para inserção das geociências na educação básica. **Terrae Didática**, v. 14, n. 4, p. 432-438, 2018.

PONTE, M. L.; PIRANHA, J. M. Informação ambiental e gestão dos recursos hídricos: contributos de um estudo sobre disponibilidade hídrica no município de Ibirá (SP). **Revista Eletrônica Ambiente: Gestão & Desenvolvimento**, v. 12, n. 1, p. 53-62, 2019a.

PONTE, M. L.; PIRANHA, J. M. Atividades Exteriores à Sala de Aula e Interdisciplinaridade. **Revista Profissão Docente**, v. 19, n. 41, 2019b.

REBELO, D. H. V. **Desenvolvimento profissional de professores de ciências:** um estudo no contexto da geologia. 2014. TESE (Doutorado em Didática e Formação). Universidade de Aveiro, Departamento de Educação, Aveiro, Portugal. 2014.

REBELO, D.; MARQUES, L. COSTA, N. Actividades en ambientes exteriores al aula em la Educación en Ciencias: contribuciones para su Operatividad. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 19, n.1, p. 15-25, 2011..

REBELO, D.; MORGADO, M.; BONITO, J.; MEDINA, J.; MARQUES, L.; ANDRADE, A.S.de. A consciência ambiental na formação de professores em Geociências: contribuições para um enquadramento conceitual. *In:* BACCI, D.C. (ORG.) **Geociências e Educação ambiental**. 1. Ed. Curitiba: Ponto Vital, 2015. (Não paginado).

SANTOS, Cristiane Prado Scott dos. **Proposta educativa para o ensino e a aprendizagem de filogenia e história geológica da terra no ensino médio**. 2020. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2020.

SILVA, D. G. **O ensino de Geociências no contraturno escolar “Decifrando a Terra” – possibilidades e desafios para inserção das geociências na escola**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino e História de Ciências da Terra) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2018.

SILVA, D. G.; BACCI, D. L. C. O ensino de Geociências no Ensino Fundamental I (Séries iniciais): possibilidades e desafios para inserção das Geociências na escola. *In:* SIMPÓSIO DE ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA, 8., 2018, Campinas, SP. **Anais [...]** Campinas: SBGeo, 2018.

TEIXEIRA, D. M.; MACHADO, F. B.; SILVA, J. S. O lúdico e o ensino de Geociências no Brasil: principais tendências das publicações na área de Ciências da Natureza. **Terrae Didática**, v. 13, n. 3, 286-294, 2017.

TOLEDO, M. C. M. Geociências no Ensino Médio Brasileiro – Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Geologia USP Publicação Especial**, v. 3, p. 31-44, 2005.

VIEIRA, T. C.; VELLOSO, A.; RODRIGUES, A. P. C. Estudo de caso sobre ensino de Geociências em uma turma de ensino fundamental da rede privada de Duque de Caxias, RJ. **Terra Didática**, v. 12, n. 3, p. 153-162, 2016.

WENCESLAU, E. C.; PONTE, M. L.; PIRANHA, J. M. Patrimônio, ambiente e memória: subsídios para educação e a gestão ambiental em Ibirá – SP. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 5., Recife, Pernambuco, **Anais [...]** Campinas Grande, PB: Editora Realize, 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo apoio financeiro - Código de Financiamento 001.

CONTRIBUTOS DOS JOGOS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS DA TERRA: uma revisão da literatura

Renan Pinton de Camargo ¹

Maxwell Luiz da Ponte ²

Joseli Maria Piranha ³

RESUMO

A Ciências da Terra apresentam diversas potencialidades para a formação de cidadãos que justificam a importância de sua inserção na educação básica. Entretanto, a pulverização dos conteúdos geocientíficos nos currículos escolares e as práticas pedagógicas predominantes demandam recursos e estratégias didáticas que contribuam para que o ensino das Ciências da Terra na educação básica seja mais efetivo. Nesse contexto, o presente estudo buscou avaliar o uso de jogos como atividades lúdicas com finalidade didática. Por meio de uma pesquisa documental, pôde-se realizar uma revisão de publicações científicas dos últimos dez anos. Foram identificados vinte e cinco jogos para o ensino de Ciências da Terra, voltados não só para o ensino básico, mas também ao superior e profissional. Os estudos associados a esses jogos indicam a eficácia dos mesmos para o ensino, a divulgação e o diagnóstico da aprendizagem das Ciências da Terra.

Palavras-chave: Educação em Ciências da Terra. Recursos didáticos. Jogos e atividades lúdicas.

INTRODUÇÃO

As Ciências da Terra apresentam diversas potencialidades para a formação de cidadãos que justificam a importância de sua inserção na educação básica (CARNEIRO; TOLEDO; ALMEIDA, 2004). Entretanto, a “desterritorialização” dessa disciplina nos parâmetros e nos currículos escolares é um problema recorrente no Brasil, reconhecido desde os parâmetros curriculares nacionais (TOLEDO, 2005) e, recentemente, na Base Nacional Comum Curricular – BNCC (ERNESTO *et al.*, 2018).

Em decorrência, práticas pedagógicas predominantemente expositivas resultam em desinteresse e desmotivação dos estudantes na aprendizagem dos conhecimentos geocientíficos (VIEIRA; VELLOSO; RODRIGUES, 2016). Por sua vez, as atividades práticas e lúdicas portam reconhecido valor didático e motivacional para o ensino.

Teixeira, Machado e Silva (2017) destacam que diversos estudos voltados ao desenvolvimento de recursos didáticos, com propósito de contribuir para a inserção das Ciências da Terra na educação básica, tem revelado a importância das práticas lúdicas

¹ Doutorando do Programa de Ensino e História de Ciências da Terra, UNICAMP, SP, ehctrenan@gmail.com.

² Doutorando do Programa de Ensino e História de Ciências da Terra, UNICAMP, SP, maxis.lp@hotmail.com.

³ Professora Associada da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, SP; Docente do Programa de Ensino e História de Ciências da Terra, UNICAMP, SP, e-mail: joseli.piranha@unesp.br.

associadas aos conteúdos das Geociências. Os autores apontam que o jogo é a atividade lúdica mais estudada nas pesquisas em Ensino de Ciências da Natureza, o que nos levou ao desenvolvimento das seguintes questões de pesquisa: assim como observado no Ensino de Ciências da Natureza em geral, o uso de jogos tem favorecido a Educação em Ciências da Terra, em específico? Como?

Para responder a tais indagações, o presente estudo buscou identificar, por meio de revisão da literatura, pesquisas relacionadas ao desenvolvimento e ao uso de jogos para o ensino de Ciências da Terra.

Para melhor compreender o uso do jogo associado ao ensino das Ciências da Terra, buscou-se dedicar especial atenção aos procedimentos adotados no desenvolvimento, na validação e/ou na avaliação e, ainda, nas potencialidades desses, conforme apontados pelos autores dos respectivos trabalhos analisados.

METODOLOGIA

Por tratar-se de uma pesquisa documental, realizou-se um levantamento bibliográfico de publicações científicas que tratam o jogo como recurso para o ensino de Ciências da Terra. Para tanto, utilizou-se o Google Scholar como base de dados, por reconhecê-lo de uso frequente para os professores da educação básica. Como termos de busca utilizou-se: “jogo e Ciências da Terra”, “jogo e Geociências”, “jogo e Ciência do Sistema Terra”, “jogo e Geologia”, “jogo e divulgação geocientífica” e “jogo e geocomunicação”. Foram considerados os trabalhos dos últimos dez anos (2011 - 2020).

Foram selecionados apenas artigos em periódicos revisados por pares e cadastrados no Qualis/CAPES, estratos A1 a B5. Não foram considerados, portanto, trabalhos de congressos e publicações em livros impressos ou digitais.

A análise dos artigos selecionados permitiu identificar: a natureza do jogo; o público-alvo; os procedimentos de criação, validação e avaliação e os conceitos de Ciências da Terra abordado. Assim, buscou-se analisar se, e em que medida, os jogos tem favorecido a Educação em Ciências da Terra em específico.

Para o estudo dos conceitos de Ciências da Terra abordados pelos jogos, utilizou-se como parâmetros os conceitos necessários à alfabetização em Ciências da Terra apontados pelas publicações *Earth Science Literacy* (WYSESSION *et al.*, 2010), *Alfabetización en Ciencias da Tierra* (PEDRINACI *et al.*, 2013) e *Internacional Geoscience Syllabus* (KING, 2014), sintetizados por Ponte e Piranha (2020) em treze conceitos, a saber: 1. A Terra como um

Sistema dinâmico e aberto de componentes interativos em constante transformação; 2. Estudo, ensino e pesquisa do Sistema Terra; 3. Tempo Geológico; 4. Origem do universo, Sistema Solar e da Terra; 5. A Terra como integrante do Sistema Solar; 6. Estrutura/ Camadas da Terra; 7. Geosfera; 8. Hidrosfera; 9. Atmosfera; 10. Biosfera; 11. Riscos ambientais e desastres naturais; 12. Uso de recursos naturais por seres humanos e 13. Impactos antrópicos (PONTE; PIRANHA, 2020).

RESULTADOS

O levantamento realizado apontou quinze artigos e nesses pode-se identificar vinte e dois diferentes jogos voltados para o ensino de Ciências da Terra. No Quadro 1, apresenta-se os jogos e os conceitos de Ciências da Terra que possibilitam abordar. Na sequência descreve-se os jogos e os estudos feitos por seus respectivos autores.

Quadro 1 – Jogos didáticos levantados e seus potenciais para ensino de Ciências da Terra.

(continua)

Título do Jogo ou conjunto de jogos	Autores	Conceitos de Ciências da Terra, conforme Ponte e Piranha (2020)
Jogos cartográficos	Breda, Picanço e Zacharias (2012)	2, 12 e 13
Jogo de tabuleiro Descobrimo Fósseis	Chaves, Lira-da-Silva e Lira-da-Silva (2017)	3, 7 e 10
Jogo de tabuleiro "Éons: História da Terra"	Chaves, Lira-da-Silva e Lira-da-Silva (2017)	3 e 4
Jogo de tabuleiro "Planeta Terra"	Chaves, Lira-da-Silva e Lira-da-Silva (2017)	1, 3 e 4
Jogo de tabuleiro "Origem da Terra e suas características"	Alves (2018)	3, 4, 6, 7 e 10
Jogo digital "Pedrinho em: conhecendo o mapa".	Dambros <i>et al.</i> (2012)	2
Jogo de tabuleiro "Questões geográficas"	Florentina (2018)	1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13
Jogo de tabuleiro "Geogame"	Gomes e Sanchez (2018)	7 e 12 (com enfoque em Patrimônio Geológico e Geoconservação)
Jogo de montar "Vida em Camadas"	Marques-de-Souza; Trajano (2015)	1, 2, 3, 7 e 10
Jogos de astronomia	Miranda <i>et al.</i> (2016)	4 e 5

Jogo de tabuleiro "Conhecendo o Parque Nacional dos Campos Gerais"	Moreira (2018)	7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13
Jogo de cartas "Detetive Paleontológico"	Nunes e Pioker-Hara (2018)	3, 7 e 10
Jogo digital CartoCon	Rodrigues, Cassol e Miranda (2019)	2
Jogo de tabuleiro sobre o Ciclo da Água	Vieira, Velloso e Rodrigues (2016)	8
Jogos para Geocomunicação	Guimarães, Mariano e Sá (2017)	7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13
Jogo de tabuleiro "Desvendando a geodiversidade da Paraíba"	Xavier, Meneses e Cavalcante (2017)	7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13
Jogo de tabuleiro "Clima em jogo"	Zeppo, Oliveira e Coltri (2020)	1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13

Fonte: Elaborado pelos autores.

“Origem da Terra e suas características” de Alves (2018)

Trata-se de um jogo de tabuleiro em que os próprios jogadores são as peças. As casas do tabuleiro foram confeccionadas em folhas de papel A4, de modo que o tabuleiro pode ser montado em qualquer local em que a disponibilidade de espaço comporte sua extensão. Em associado ao tabuleiro, foram elaboradas quatro opções de questionários para diferentes etapas do ensino básico. O movimento dos jogadores pelo tabuleiro é condicionado pela correta resolução das questões. As perguntas abordam os conceitos de formação da Terra, classificação de rochas e teoria das placas tectônicas, fósseis, orogenia, formação do planeta, teorias da evolução da vida; escala de Tempo Geológico e origem do universo.

O jogo foi validado junto a estudantes de sextos e sétimos anos do ensino fundamental e primeiras e segundas séries do ensino médio e a duração de uma partida é de cinquenta minutos em média. Segundo a autora, o jogo favoreceu a revisão e fixação de conteúdos previamente ministrados em aulas expositivas sobre Geologia, Paleontologia e Evolução, e também possibilitou aos docentes a identificação de dificuldades na aprendizagem dos conteúdos abordados, revelando os conceitos com maior recorrência de erros, que variam em diferentes níveis de ensino. A autora aponta, ainda, que a atividade contribuiu para melhorias no interesse e no comportamento dos estudantes (ALVES, 2018).



“Jogos geográficos” de Breda, Picanço e Zacharias (2012)

Trata-se de quatro jogos de montar com enfoque no ensino e na aprendizagem de conceitos e habilidades cartográficas, sendo um jogo da memória, um jogo de quebra-cabeça e dois dominós.

O jogo da memória propõe que os estudantes correlacionem peças com figuras de localidades do município em que vivem, com imagens de satélites da mesma localidade. Segundo os autores, por meio do jogo são desenvolvidas habilidades necessárias à interpretação de mapas, como visão vertical, localização, lateralidade, noção da proporção e consequentemente de escala.

O jogo de quebra-cabeça requer a montagem de duas fotografias aéreas, de uma mesma localidade, em décadas distintas, para posterior análise das transformações naquele espaço, como desmatamento da vegetação e o crescimento da área urbana.

Dentre os jogos de dominó, um jogo é voltado à interpretação da paisagem, relacionando textos e fotografias de fenômenos/processos tais como voçorocas, erosão, vegetação ripária, fontes potenciais de poluição, dentre outros. Os autores acreditam que o jogo estimula a leitura da paisagem, pelos estudantes, no contexto em que vivem, além de estimular a habilidade de leitura de fotografias. O outro dominó exige dos jogadores a correlação entre imagens nas posições vertical, oblíqua e horizontal, estimulando a habilidade de correlacionar imagens por diversos ângulos, importante nas representações utilizadas no desenvolvimento de mapas.

Os autores não descrevem como foi feita a validação do jogo e/ou a duração da partida.

Jogos de tabuleiro de Chaves, Silva e Silva (2017)

As autoras Chaves, Silva e Silva (2017) apresentam três jogos de tabuleiro intitulados “Descobrimos fósseis”, “Éons: história da Terra” e “Planeta Terra”. Os três jogos fazem uso de cartas de perguntas para determinar a dinâmica de movimentos e pontos durante a partida.

O jogo “Descobrimos fósseis” objetiva o ensino de conceitos paleontológicos e a importância da Paleontologia para compreensão da história geológica da Terra. O jogo requer que o jogador estude características de um fóssil recebido no início da partida, como o tipo de fossilização e o organismo que originou o material.

O jogo de tabuleiro “Éon: História da Terra” aborda a evolução geológica e biológica da Terra ao longo do tempo geológico, com foco nas características do planeta e da vida em cada Éon.

Por sua vez, o jogo “Planeta Terra” aborda conceitos e curiosidades relacionadas ao passado da Terra, visando que os participantes distingam as características de animais e ambientes antigos, enfatizando que a Terra é um planeta em constante evolução.

Todos os jogos foram validados junto a estudantes de educação básica participantes de um evento científico, mas as autoras não apontaram, no texto, o tempo de duração média de uma partida. Segundo as autoras, os jogos ofereceram estímulo e ambiente propícios para o desenvolvimento autônomo, reflexivo e criativo dos estudantes. Além disso, despertaram o interesse dos estudantes para a Paleontologia, conteúdo das Geociências ainda pouco explorado nas escolas (CHAVES; SILVA; SILVA, 2018).

“Pedrinho em: conhecendo o mapa”, de Dambros *et al.* (2012)

O jogo descrito por Dambros *et al.* (2012) é direcionado para uso em computadores e foi criado mediante o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação - TICs. Os jogadores percorrem o entorno escolar, recriado na interface digital e interativa do jogo, perfazendo no trajeto uma série de atividades que resultam na elaboração de um mapa da região. São abordados diversos conceitos de cartografia como direção, instrumentos e métodos utilizados no mapeamento, legenda, escala, dentre outros.

O jogo foi validado junto a estudantes de ensino fundamental e uma partida tem duração de cinquenta minutos, em média. A validação revelou potencialidades do uso de elementos do lugar para a alfabetização cartográfica e, ao mesmo tempo, do uso de mapas para o estudo do lugar (DAMBROS *et al.*, 2018).

“Questões geográficas” de Florentino (2018)

Questões Geográficas é um jogo de tabuleiro também relacionado a cartas de perguntas, que determinam os movimentos e a dinâmica do jogo. O conteúdo das questões foi elaborado a partir dos objetivos gerais de Geografia nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e no Currículo do Estado de São Paulo, vigentes à época do trabalho, abordando conceitos de Território, Geologia, Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Continentes, dentre outros.

O jogo foi validado e aprimorado mediante usos com estudantes de educação básica e em oficinas com educadores e licenciandos. Segundo o plano de aula elaborado para uso do jogo, a duração de uma partida é de cinquenta minutos em média. Pelos resultados obtidos, a autora destaca que as cartas de perguntas, em especial, fornecem subsídios para a exploração e

compreensão dos fenômenos do espaço geográfico, assim como das representações gráficas, como os mapas temáticos.

Em associado, o lúdico facultou ao processo de ensino-aprendizagem a aceitação das regras; o desenvolvimento da atenção, do planejamento, do raciocínio; a fixação dos conteúdos; “além de possibilitar trabalhar a ansiedade e a competitividade de forma espontânea e construtiva” (FLORENTINO, 2018).

“Geogame” de Gomes e Sanchez (2018)

O Geogame é um jogo de tabuleiro associado a cartas de perguntas para pontuação. As questões foram elaboradas a partir dos conceitos geocientíficos presentes nos currículos de Geografia e Ciências Naturais dos PCN vigentes à época, sendo relacionados a dinâmica externa e interna da Terra, Tempo Geológico e estudo do Espaço/Cartografia. Além disso, na criação do jogo, os conceitos curriculares foram correlacionados ao patrimônio geológico do município de Diamantina, Minas Gerais, onde foi utilizado.

Segundo Gomes e Sanchez (2018), o jogo ampliou os conhecimentos sobre Geociências e, a partir do seu uso, os estudantes puderam reconhecer e entender sobre o Patrimônio Geológico do entorno de Diamantina, Minas Gerais. Os autores não apresentaram como o jogo foi validado ou tempo de duração média de uma partida.

“A Vida em Camadas” de Marques-de-Souza e Trajano (2015)

O jogo “A Vida em Camadas” é um jogo de montar blocos associado a cartas de respostas, elaborado para o ensino de conceitos geológicos e paleontológicos associados à Bioestratigrafia. No jogo, cada participante recebe uma carta com uma sequência sedimentar e uma legenda com dados do conteúdo fóssilífero de cada camada e das feições estratigráficas. Os estudantes devem, então, remontar a sequência correta com o uso dos blocos.

O jogo foi validado junto a estudantes do ensino superior e, para avaliação, fez-se uso de um questionário de opinião e gravações das conversas durante as partidas do jogo. A duração média de uma partida não foi divulgada no texto. Segundo Marques-de-Souza e Trajano (2015), os resultados evidenciaram que o jogo se constituiu como uma importante estratégia didático-pedagógica com destacado potencial avaliativo do processo de ensino e aprendizagem.

Jogos para ensino de Astronomia de Miranda *et al.* (2016)

Miranda *et al.* (2016) apresentam três jogos para o ensino de conceitos de Astronomia na educação básica intitulados “Responde ou passa – Astronomia”, “Sorte ou Azar na Astronomia” e “Jogo dos Astros”. Os dois primeiros jogos são jogos de cartas. Nesses, os estudantes devem responder a perguntas de múltipla escolha e/ou avaliar afirmativas em verdadeiro ou falso. Assim, ambos possuem como objetivo principal o maior número de acertos. O terceiro jogo, por sua vez, é um jogo de tabuleiro, no qual o movimento dos participantes está condicionado ao acerto de questões contidas em cartas de perguntas.

Todos os jogos foram elaborados visando à preparação de estudantes do ensino fundamental para participação na Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica. Desse modo, segundo os autores, o conteúdo dos recursos integra conceitos do eixo “Terra e Universo” dos PCN, tais como “Origem do Universo” e “Movimentos da Terra”, dentre outros.

Os jogos foram validados junto a estudantes do ensino fundamental, turmas de sexto ao oitavo anos e fez-se uso de questionários para saber a opinião dos jogadores (estudantes) sobre cada um dos jogos.

A partir dos resultados obtidos, Miranda *et al.* (2016, p. 1) indicam que os jogos contribuíram para que o ensino e a aprendizagem ocorressem “de forma divertida, didática e prazerosa”. Além disso, para os autores, o jogo constituiu-se como “um espaço privilegiado de construção e popularização do conhecimento científico com um olhar crítico e construtivo, que, por muitas vezes, é ignorada no trabalho escolar cotidiano” (sic).

Os autores não divulgaram o tempo médio de duração de uma partida.

“Conhecendo o Parque Nacional dos Campos Gerais” de Moreira (2018)

O jogo elaborado por Moreira (2018) integra um programa de divulgação e conscientização da população residente do entorno do Parque Nacional dos Campos Gerais, situado na região dos Campos Gerais na porção centro-leste do Estado do Paraná, que carece do apoio da comunidade para que se alcance medidas efetivas de geo e bioconservação.

Trata-se de um jogo de tabuleiro em que os próprios jogadores são as peças e se movimentam pelo percurso, que, segundo a autora, remonta a uma trilha interpretativa, por meio da qual as crianças interagem com elementos da diversidade biológica e geológica do Parque. Durante uma partida do jogo, os jogadores devem tomar decisões acertadas para a conservação do Parque e/ou entenderem as consequências de atitudes inadequadas como

desmatamento e poluição. Assim, a autora destaca os contributos do jogo para ensino de conceitos de Ciências da Terra e educação ambiental, interpretação ambiental e patrimonial.

O jogo foi validado junto a estudantes de educação básica, com uso de questionário de opinião. Não foram divulgadas informações quanto a duração de uma partida do jogo.

“Detetive paleontológico” de Nunes e Pioker-Hara (2018)

O jogo “Detetive Paleontológico” foi elaborado com o objetivo de promover a divulgação do acervo paleobotânico do Geoparque do Araripe, Ceará, e dos museus científicos que receberam esse acervo. Desse modo, o jogo foi elaborado a partir de um modelo comercial denominado Perfil[®].

Trata-se, portanto, de um jogo de tabuleiro com uso de cartas de perguntas, no qual os jogadores devem identificar um fóssil, um museu ou uma planta atual, a partir de uma sequência de dicas. O movimento no tabuleiro está condicionado aos acertos. Segundo as autoras, o jogo possibilitou abordar conceitos de Paleontologia, Botânica, Ecologia e de Evolução, além de promover o Patrimônio do Geoparque junto à comunidade local.

O jogo foi validado junto a estudantes de sexto ano do ensino fundamental com uso de questionário para avaliação de aprendizagem de conceitos abordados. Uma partida tem duração de cem minutos, em média.

“CartoCon: nossas expedições geográficas” de Rodrigues, Cassol e Miranda (2019; 2020)

O jogo de Rodrigues, Cassol e Miranda (2019; 2020) é digital e interativo com objetivo de proporcionar a aprendizagem de conceitos de cartografia escolar integrada ao estudo do lugar e do patrimônio. Para tanto, o jogo utiliza imagens de satélite do município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, onde fica situada a escola em que fora utilizado.

Durante o jogo, os estudantes percorrem um trajeto com pontos importantes do município e apreendem conhecimentos e habilidades tais como escala, proporção, diferentes representações em cartografia, orientação, convenções cartográficas e altimetria.

O jogo foi validado junto aos alunos surdos e deficientes auditivos da região e os autores relatam o potencial do recurso para cartografia escolar inclusiva, constituindo uma possibilidade de alfabetização cartográfica. Além disso, os autores destacam que o jogo possibilitou a interpretação do lugar por meio da representação de locais do contexto de vida dos estudantes na interface digital, o que despertou interesse e proporcionou uma “experiência afetiva” (RODRIGUES; CASSOL; MIRANDA, 2019, p. 212).



Jogo sobre o Ciclo da Água de Vieira, Velloso e Rodrigues (2016)

Trata-se de um jogo de tabuleiro representando o ciclo da água, com lacunas em determinados processos deste ciclo, de modo que o objetivo dos jogadores é preencher corretamente tais lacunas com as cartas que indicam os processos.

O jogo foi validado junto a estudantes do sexto ano do ensino fundamental e cada partida teve duração de vinte minutos, em média. Fez-se uso de questionários para avaliar a opinião dos jogadores. Os autores indicam que o jogo é um modelo didático e um método lúdico que possibilita o ensino de conteúdos relacionados ao ciclo da água, estimula o trabalho em equipe, promove interesse e entusiasmo nos estudantes, estimulando maior participação dos estudantes em comparação com as aulas expositivas. Além disso, os autores apontam que o jogo se revelou útil para avaliação da aprendizagem, uma vez que o docente pode observar erros e acertos durante a partida.

Jogos para Geocomunicação de Guimarães, Mariano e Sá (2017)

Guimarães, Mariano e Sá (2017) apresentam três jogos que têm como principal objetivo a geocomunicação e o ensino de Ciências da Terra vinculado ao patrimônio geológico e à geoconservação: um jogo da memória, um quebra-cabeças e um dominó. Os jogos foram elaborados com o uso de fotografias que retratam elementos da geodiversidade, do patrimônio geológico, elementos da biodiversidade, da história e da cultura das comunidades locais da região litoral sul de Pernambuco, onde o estudo foi realizado.

O jogo foi validado junto a professores de ensino básico, com uso de um questionário de opinião sobre a qualidade, a criatividade e o nível de estímulo dos jogos. A maioria dos docentes envolvidos avaliou que os jogos possuem função educativa e de entretenimento. Os autores destacam que isto potencializa os usos diversos dos jogos em contextos formais e não formais de ensino, junto a públicos diferentes, o que potencializa a divulgação do conhecimento geocientífico.

“Desvendando a geodiversidade da Paraíba” de Xavier, Meneses e Cavalcante (2017)

Trata-se de um jogo de tabuleiro associado a cartas informativas, que tem como principal objetivo o ensino e a divulgação da geodiversidade. Para tanto, o tabuleiro reproduz o mapa da Paraíba, Estado em que o estudo foi realizado, e as cartas ilustram e fornecem

informações e curiosidades sobre os elementos da geodiversidade, tais como rochas, minerais, fósseis, solos, formas de relevo e os locais de interesse geoturístico do Estado.

O jogo foi validado junto a estudantes do sexto ano do ensino fundamental, com uso de grupos experimentais: em uma turma fez-se abordagem por aula expositiva, enquanto na outra turma aplicou-se o jogo didático.

Para avaliação, os autores utilizaram testes antes e depois do uso dos jogos e os resultados indicam a eficácia do uso do jogo didático para geocomunicação e a divulgação da geodiversidade.

“Clima em jogo” de Zezzo, Oliveira e Coltri (2020)

Trata-se de um jogo de tabuleiro associado a cartas de perguntas, voltado principalmente ao ensino de Climatologia. As questões foram elaboradas à luz dos conceitos da BNCC, materiais didáticos de educação básica e temas indicados pela UNESCO para o ensino de Mudanças Climáticas.

As autoras não relatam uso do jogo e/ou como foi validado e indicam que o recurso deve ser utilizado como complemento do ensino escolar.

DISCUSSÃO

A partir dos resultados, nota-se que o uso de jogos tem favorecido o Ensino de Ciências da Terra em diferentes níveis de ensino. No que se refere ao modo como têm sido utilizados, nota-se que apenas uma parte dos autores fez uso do jogo como o único recurso e contexto para ensinar determinado conceito, sem aulas teóricas prévias sobre o assunto tratado (XAVIER; MENEZES; CAVALCANTE, 2017). A maioria dos estudos indicaram o uso dos jogos para a revisão e/ou fixação de conteúdos tratados previamente em aulas expositivas (ALVES, 2018; FLORENTINO, 2018; GOMES; SANCHEZ, 2018; MIRANDA, 2016; ZEZZO; OLIVEIRA; COLTRI, 2020).

Os jogos apresentados nos artigos analisados podem ser agrupados, quanto à natureza, em três tipos principais: 1) jogos de tabuleiro, em sua maioria associados a cartas de perguntas utilizadas para pontuação e movimentação dos jogadores pelo tabuleiro; 2) jogos de cartas, tais como jogo da memória e de perguntas (do tipo *Quiz*); e 3) jogos de montar, tais como quebra-cabeça e dominó. Para a criação dos jogos, embora todos os autores tenham relatado fazer uso de TICs no desenvolvimento gráfico, a maioria dos jogos são analógicos, isto é, os componentes são impressos e não são utilizados computadores e/ou celulares para o uso dos recursos

didáticos. Apenas dois jogos foram identificados como sendo digitais e interativos (DAMBROS *et al.*, 2012; RODRIGUES; CASSOL; MIRANDA, 2019).

Os resultados indicam que os jogos são eficazes para o ensino de Ciências da Terra na educação básica, pois possibilitam abordagens integradas aos currículos escolares, promovem maior interesse e participação dos estudantes e resultam em uma melhor compreensão dos conceitos (ALVES, 2018; CHAVES; SILVA; SILVA, 2017; DAMBROS *et al.*, 2016; FLORENTINO, 2018; MIRANDA *et al.*, 2016; MOREIRA, 2018; NUNES; PIOKER-HARA, 2018; VIEIRA; VELLOSO; RODRIGUES, 2016; XAVIER, MENESES E CAVALCANTE, 2017). Além disso, a partir da revisão também pode-se identificar que estes recursos possibilitam abordagens lúdicas para o ensino superior, principalmente para o ensino de processos geológicos abstratos ou que ocorrem em subsuperfície e não são passíveis de observação (MARQUES-DE-SOUZA; TRAJANO, 2015). Também pode-se identificar que os jogos contribuem para a formação continuada de educadores para o ensino de Ciências da Terra (ALVES; FIGUEIRÓ, 2020; FLORENTINO, 2018; GUIMARÃES; MARIANO; SÁ, 2017). O jogo também foi apontado como um recurso para educação inclusiva em Ciências da Terra (RODRIGUES; CASSOL; MIRANDA, 2019; 2020).

A avaliação dos jogos feita com questionários para coleta de dados em sua maioria visou coletar informações sobre a opinião do usuário sobre o jogo. Apenas três estudos não citaram uma etapa de validação (BREDA; PICANÇO; ZACHARIAS, 2012; GOMES; SANCHEZ, 2018; ZEZZO; OLIVEIRA; COLTRI, 2020). O estudo de Xavier, Menezes e Cavalcante (2017) foi o único a utilizar testes antes e após o uso dos jogos, em grupos controle e experimental, que reiteraram a eficácia dos jogos para a aprendizagem das Ciências da Terra.

Pode-se evidenciar que a maior parte não faz uso de questionários e teste de aprendizagem porque os jogos descritos exigem dos jogadores conhecimentos geocientíficos para jogar. Isto possibilita a observação e o registro do desempenho dos jogadores (estudantes), revelando que os jogos podem ser utilizados para diagnóstico de dificuldades na aprendizagem das Ciências da Terra (FLORENTINO, 2018; MARQUES; TRAJANO; VIEIRA; VELLOSO; RODRIGUES, 2016)

Ademais, os resultados indicam que os jogos favorecem o reconhecimento, a compreensão e a valorização do patrimônio geológico, contribuindo para a conscientização dos jogadores para questões ambientais, patrimoniais e de geoconservação (DAMBROS *et al.*, 2012; GOMES; SANCHEZ, 2018; GUIMARÃES; MARIANO; SÁ, 2017; MOREIRA, 2018; NUNES; PIOKER-HARA, 2018; XAVIER; MENESES; CAVALCANTE, 2017). Nesse caso,

os autores partiram de inventários de patrimônio em detrimento de tópicos curriculares, tendo em vista o objetivo principal dos jogos: a promoção do patrimônio do local onde o jogo foi utilizado e a geocomunicação.

Depreende-se da avaliação dos trabalhos que a replicação dos jogos por professores em exercício, o que fomentaria a inserção das Ciências da Terra na educação básica, pode não ser favorecida, sobretudo, devido ao fato de que a maioria dos estudos não indicam o acesso aos arquivos dos jogos na íntegra. Apenas Marques-de-Souza e Trajano (2015) apontaram um *link* externo funcional para obtenção dos arquivos do jogo que apresentam, mesmo este não sendo digital. Assim, considera-se que os periódicos e os autores deveriam disponibilizar os arquivos para replicação, tais como os arquivos do tabuleiro, das cartas, das peças e arquivo com descrição de regras.

Além disso, nota-se que a maior parte dos jogos foram elaborados com base nos PCN, que não estão mais vigentes. Apenas “Clima em Jogo” foi elaborado balizado pela BNCC. Isto também pode comprometer a inserção dos jogos na educação básica, uma vez que as metas e cronogramas escolares são elaborados à luz dos parâmetros curriculares vigentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram identificados vinte e dois jogos para o ensino de Ciências da Terra, voltados a diferentes níveis de ensino, do básico ao superior e profissional. A maior parte dos jogos são de tabuleiro, associado ao uso de cartas de perguntas. Os trabalhos analisados indicam que o uso de jogos como recurso para o ensino e a divulgação das Ciências da Terra favorecem a aprendizagem, inclusive contribuindo para o diagnóstico de dificuldades. Apesar disso, para que os mesmos sejam utilizados por docentes em exercício importam que os autores disponibilizem os materiais dos jogos para replicação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo apoio financeiro - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ALVES, P. D. S. Um jogo de tabuleiro humano para auxiliar a aprendizagem de Geologia e Paleontologia na educação básica. **Terrae Didática**, v. 14, n. 2, p. 185-192, 2018.

BREDA T. V., PICANÇO J. L., ZACHARIAS A.A. Possibilidades para a alfabetização cartográfica a partir de jogos e sensoriamento remoto. **Terræ**, v. 9, n. 1-2, p. 41-48, 2012.

CARNEIRO, C. D. C.; TOLEDO, M. C. M.; ALMEIDA, F. F. M. Dez motivos para a inclusão de temas de geologia na educação básica. **Rev. Bras. Geoc.**, v. 34, n. 4, p. 553-560, 2004.

CHAVES, R. S.; SILVA, J. R. L.; SILVA, R. M. L. A produção de jogos paleontológicos por bolsistas de iniciação científica júnior para o ensino de ciências. **Ensenanza de las Ciencias**, v. Extra, p. 1077-1081, 2017.

DAMBROS, G.; ROVANI, F. F. M.; QUOOS, J. H.; CASSOL, R. Cartografia interativa: jogo digital para a alfabetização cartográfica em São Pedro do Sul/RS. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 16, n. 2, p. 183-199, 2012.

ERNESTO, M.; CORDANI, U. G.; CARNEIRO, C. D. R.; DIAS, M. A. F. S.; MENDONÇA, C. A.; BRAGA, E. S. Perspectivas no Ensino de Geociências. **Estudos Avançados**, v. 39, n. 94, p. 331-344, 2018.

FLORENTINO, R. Jogo de tabuleiro: uma metodologia lúdica par ao ensino de Geografia. **Estudos geográficos**, v. 16, n. 1, p. 144-158, 2018.

GOMES, J. A. T.; SANCHEZ, E. A. M. Geogame: uma alternativa lúdica para o ensino de geociências. **Revista Espinhaço**, v. 7, n. 1, p. 46-52, 2018.

GUIMARÃES, T. O.; MARIANO, G.; SÁ, A. A. Jogos “geoeducativos” como subsídios à Geoconservação no litoral sul de Pernambuco (NE Brasil): uma proposta. **Terræ Didática**, v. 13, n. 1, p. 30-42, 2017.

KING, C. **International Geoscience Syllabus, to be encountered by all pupils by the age of 16**. 2014. Disponível em: <<http://www.igeoscienced.org/activities/international-geoscience-syllabus/>>. Acesso em 11 nov 2020.

MARQUES-DE-SOUZA, J.; TRAJANO, A. S. Avaliação do Processo de ensino-aprendizagem de conceitos de Geociências por meio de um jogo de resolução de situações-problema. **Experiência em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 107-119, 2015.

MIRANDA, J. C.; GONZAGA, G. R.; COSTA, R. C.; FREITAS, C. C.; CORTES, K. C. Jogos didáticos para o ensino de Astronomia no Ensino Fundamental. **Scientia Plena**, v.12, n. 2, 2016.

MOREIRA, J. C. Jogos interpretativos e palestras: ferramentas de educação ambiental do Parque Nacional dos Campos Gerais (Paraná). **Terræ Didática**, v. 14, n. 4, p. 467-476, 2018.

NUNES, L. H. M. N.; PIOKER-HARA, F. C. Detetive paleontológico: o destino dos fósseis de plantas do Geopark Araripe como ferramenta para o ensino das Geociências. **Terræ Didática**, v. 14, n. 1, p. 05-14, 2018.

PEDRINACI, E.; SANTIAGO, A.; PEDRO, A.; ALMODÓVAR, G. R.; BARRERA, J. L.; BELMONTE, A.; BRUSI, D.; CALONGE, A.; CARDONA, V.; BLANC, A.C.; FEIXAS, J.; MARTÍNEZ, E. M. F.; DÍEZ, A. G.; MILLÁN, J. J.; RUIZ, J. L.; PERELLÓ, J. M. M.; PASCUAL, J.; QUINTANILLA, L.; RÁBANO, I.; REBOLLO, L.; RODRIGO, A.;

ROQUERO, E. Tema del día: Alfabetización en ciencias de la Tierra. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 21, n. 2, p. 117-129, 2013.

PONTE, M.L.; PIRANHA, J. M. Ciências da Terra no Currículo do Estado de São Paulo: uma abordagem reflexiva. **Terræ Didática**, v. 16, p. e020005, 2020.

RODRIGUES, T. T.; CASSOL, R.; MIRANDA, W. de O. Fundamentos cartográficos aplicados ao planejamento de ambientes digitais em jogos educacionais. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, v. 9, n. 17, p. 199-214, 2019.

RODRIGUES, T. T.; CASSOL, R.; MIRANDA, W. O. Cartografia escolar inclusiva: o jogo digital educacional como instrumento na alfabetização cartográfica de alunos surdos e deficientes auditivos. **Ateliê Geográfico**, v. 14, n. 1, 2020.

TEIXEIRA, D.M.; MACHADO, F.B.; SILVA, J.S. O lúdico e o ensino de Geociências no Brasil: principais tendências das publicações na área de Ciências da Natureza. **Terræ Didática**, v. 13, n. 3, p. 286-294, 2017.

TOLEDO, M. C. M. Geociências no Ensino Médio Brasileiro – Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Geologia USP Publicação Especial**, v. 3, p. 31-44, 2005.

VIEIRA, T.C.; VELLOSO, A.; RODRIGUES, A.P.C. Estudo de caso sobre ensino de Geociências em uma turma de ensino fundamental da rede privada de Duque de Caxias, RJ. **Terræ Didática**, v. 12, n. 3, p. 153-162, 2016.

WYSESSION, M., TABER, J.; BUDD, D. A.; CAMPBELL, K.; CONKLIN, M.; LADUE, N.; LEWIS, G.; RAYNOLDS, R.; RIDKY, R.; ROSS, R.; TEWKSBURY, B.; TUDDENHAM, P. (orgs.). **Earth Science Literacy: The big Ideas and Supporting Concepts of Earth Science**. UK: National Science Foundation, 2010.

XAVIER, L. S.; MENESES, L. F.; CAVALCANTE, M. B. Ensinando geodiversidade a partir de jogos didáticos. **GeoTextos**, vol. 13, n. 2, p. 59-89, 2017.

ZEZZO, L. V.; OLIVEIRA, J. P.; COLTRI, P. P. Clima em jogo: uma ferramenta pedagógica para aprendizagem de conceitos em Geociências, com ênfase na Climatologia. **Terræ Didática**, 16, 1-10, e020003, 2020.

CRÍPTOMOEDA VIRTUAL, STARTUPS E BLOCKCHAIN: O IMPACTO DAS INOVAÇÕES NA CONTABILIDADE E O PAPEL DO CONTADOR NO FUTURO

Carina Maria Andrade dos Santos ¹
Francisca Juliana Nascimento Pires ²
Simone Silva da Cunha Vieira ³

RESUMO

Com o passar dos anos, houve avanços em diversas áreas da tecnologia, contribuindo para que muitas atividades que eram antes realizadas de maneira manual, fossem sendo automatizadas. A contabilidade passou por grandes mudanças desde o seu surgimento, mudanças estas que trouxeram grandes benefícios para as empresas. Desta forma, este artigo tem como intuito apresentar as inovações tecnológicas, sendo elas: criptomoeda, startups e blockchain, e de que forma a contabilidade tem se adequando a tais mudanças. Além disso, tem o objetivo de verificar se os alunos das universidades do Estado do Rio de Janeiro e aqueles já formados, que cursam ou cursaram Ciências Contábeis, estão sendo preparados para este novo mercado de trabalho, bem como a percepção dos mesmos. Através do estudo, é visto que os órgãos profissionais, que elaboram e divulgam as normas contábeis, têm de maneira desafiadora, adequado e criado normas que atendam a estas novas tecnologias, e que os alunos de Ciências Contábeis, apesar de não terem contato com o assunto através da faculdade, tem buscado informações e conseguido visualizar suas aplicações dentro da contabilidade, para assim poderem atender ao mercado de trabalho.

Palavras-chave: Blockchain, Contabilidade, Criptomoeda, Startups, Tecnologia.

INTRODUÇÃO

Acredita-se que a contabilidade surgiu há 4.500 A.C, porém, antes disso, os povos primitivos contavam seus rebanhos e ferramentas, praticando assim uma contabilidade básica. Rumo à evolução, com a invenção da escrita, houve o surgimento do papiro no Egito, onde a contabilidade passou a ser registrada de maneira mais sofisticada. Mais adiante, estes registros foram passados para livros contábeis e com a tecnologia, essas informações passaram a ser emitidas de forma digital.

Na contabilidade, o processo manual foi substituído pelo mecânico e logo em seguida, pelo eletrônico, onde houve o aparecimento de diversas invenções, que proporcionaram grandes

¹ Graduada pelo Curso de Ciências Contábeis da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, cary.lock@hotmail.com;

² Graduada pelo Curso de Ciências Contábeis da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, ju.nascimento092@gmail.com;

³ Doutora pelo Curso de Controladoria e Contabilidade FEA/USP. Professora da Faculdade de Administração e Finanças - UERJ, simoneantonio@uol.com.br;

avanços. Johannes Gutemberg entre 1450 e 1455, criou a prensa de papel que servia para copiar livros diários. Em meados do século XX, tinha-se as primeiras máquinas de somar e subtrair, que para utilizar, era necessário puxar pequenas alavancas para escolher os números e depois uma maior para fazer a conta. Neste mesmo século, as máquinas de escrever foram utilizadas para registros contábeis, porém ainda assim, os livros manuscritos eram utilizados. O sistema avançado de controle Kardex, surgiu em meados de 1964, como uma ficha para organizar o inventário de almoxarifados, podendo assim conferir e controlar os saldos finais. Logo, a contabilidade foi se adaptando aos sistemas mecanizados, como a ficha tríplice desenvolvida em 1947 por dois contadores brasileiros, com o objetivo de simplificar os procedimentos de escrituração contábil. Também eram utilizados para as cópias de documentos, o carbono e a gelatina. Com o aprimoramento da tecnologia, após um tempo, o computador passou a ter microchip de 8 bits, onde era utilizado disquetes para o armazenamento de dados. No final de 1980, surgiu a internet. Logo, foram deixadas de lado as máquinas de escrever e planilhas feitas manualmente, já que em 1990, com o computador sendo capaz de processar eletronicamente os dados, foi interligado a ele a impressora. Com a internet e programas mais avançados, a contabilidade passou a se adaptar a tecnologia, passando a entregar declarações pela internet de forma rápida.

Segundo Hendriksen & Breda (1999, p. 38):

A Contabilidade desenvolveu-se em resposta a mudanças no ambiente, novas descobertas e progressos tecnológicos. Não há motivo para crer que a Contabilidade não continue a evoluir em resposta a mudanças que estamos observando em nossos tempos.

A partir das novas tecnologias, os contadores deixaram de ser aqueles profissionais que ficavam sobre os livros, e passaram a opinar e ajudar no processo de tomadas de decisões. Sendo assim, a tecnologia é utilizada de maneira a ajudar na diminuição do fluxo de papel, também como uma ferramenta para melhor controle na empresa e para uma melhor eficácia no atendimento ao cliente, porém pode acarretar em problemas de energia ou rede, em perda de dados e no custo/tempo, para treinar o colaborador para utilização correta da ferramenta.

Os países estão em constante desenvolvimento nos âmbitos financeiro, intelectual, social e tecnológico, trazendo assim benefícios. Todavia, a era digital foi e está sendo, um dos maiores marcos de mudança e evolução na sociedade como um todo. Logo, o sistema contábil tem procurado contribuir, buscando se adaptar às novas tecnologias e ao surgimento do aumento de informações, para atender às necessidades de seus usuários. Com sistemas mais avançados

e complexos, a contabilidade passou de uma simples escrituração para uma forma rápida e eficaz de interação de esclarecimentos necessários para uma tomada de decisão mais eficiente.

A globalização trouxe a necessidade de se revisar as normas contábeis dos países, tornando-as homogêneas, a fim de que a informação contábil de uma organização possa ser entendida em qualquer parte do planeta. Dessa forma a partir de 2008, com a promulgação da Lei 11.638, de 28 de dezembro de 2007, o Brasil passou a aderir às Normas Internacionais de Contabilidade, mais usualmente conhecidas como *International Financial Reporting Standards* (IFRS), passando a ser embasada na interpretação dos pronunciamentos do Comitê de Pronunciamentos Contábeis (CPC), que está alinhando a normalização brasileira às legislações dos Estados Unidos e de países da Europa. Diante disso:

O mercado atual requer modernidade, criatividade, novas tecnologias, novos conhecimentos e mudanças urgentes na visão através dos paradigmas, impondo, com isso, um desafio: o de continuar competindo. (SILVA, 2017, pág. 26).

Vinculado às constantes mudanças no ambiente econômico, que requer sempre mais agilidade e flexibilidade, promovendo a descentralização e a distribuição do poder dentro das companhias, os contadores estão sendo forçados a atribuir maior autoridade e a compartilhar responsabilidades na gestão do empreendimento. Por isso, um contador que deseja permanecer no mercado no século XXI, precisa conhecer as tendências de tecnologias contábeis que estão revolucionando esse setor, pois uma das vantagens de conseguir usá-la no trabalho é poder otimizar alguns processos e facilitar a execução de tarefas com auxílio das suas ferramentas.

Com isso, vem surgindo diversos programas de computadores que passaram a ajudar com o planejamento e a execução das atividades do profissional contábil, como por exemplo: os softwares de gestão, que possibilitam o controle de atividades inerentes a essa área, como organização de folha de pagamento, balancetes dinâmicos, geração de relatórios e emissão de notas fiscais, a assinatura eletrônica, que trata-se de um código exclusivo atrelado a uma pessoa ou empresa e o e-LALUR, que é o Livro de Apuração do Lucro Real em formato eletrônico para as empresas, que optam pelo Lucro Real, como sistema de apuração do Imposto de Renda (IR).

Partindo desse pressuposto, este estudo busca explorar o impacto da tecnologia e da informação na contabilidade, analisando os principais assuntos presentes no mercado. São eles: Criptomoeda, Startups e Blockchain.

Criptomoeda é o termo usado para se referir a moeda digital, dinheiro este que é criptografado para garantir a sua proteção e segurança. Este valor monetário, ao contrário da moeda tradicional, apenas existe no universo virtual. Uma de suas principais vantagens é a de não está vinculada a nenhum sistema bancário, tornando assim, a sua transferência via internet, mais barata, pois não há a necessidade de pagar as taxas moderadoras das instituições financeiras. Permite a realização de pagamentos eletrônicos com a mesma eficiência daqueles feitos com as cédulas usadas no mundo físico, porém de forma mais rápida, barata e sem limite mínimo ou máximo de valor.

Segundo, (ARAUJO, Y; BATISTA,2014), a sua função específica era a de servir como meio de troca eletrônico e constituir uma moeda descentralizada, dado o seu uso tal qual dinheiro, isto é, como instrumento para aquisições de bens e serviços. Todavia, as criptomoedas diferem do dinheiro moderno, pois não dependem de um órgão central para sua produção: elas são geradas mediante operações matemáticas, realizadas por computadores em rede, que, após determinado espaço de tempo, geram um código com vários caracteres, que é a própria criptomoeda, processo mais conhecido como mineração. (ARAUJO, Y; BATISTA, – p. 42, jul./dez., 2014).

A mineração é o processo responsável por manter a oferta de moedas, ao mesmo tempo em que garante a integridade e neutralidade da rede. Esses usuários resolvem um problema matemático contido em blocos utilizando seu poder computacional. A solução do problema retorna um valor em Bitcoins para esse usuário e ajuda a manter a segurança da rede, pois esse processo é equivalente a adicionar dados transacionais válidos à cadeia de bloco.

Portanto com o surgimento de diferentes tipos de moedas digitais, a primeira a se viabilizar e se destacar foi a Bitcoin, idealizada por Satoshi Nakamoto em 2008. Segundo o Atlas Quantum, empresa de serviços financeiros que utiliza tecnologia para gerar patrimônio por meio de criptomoedas, o Bitcoin é uma moeda digital, que funciona por meio de uma criptografia, ou seja, um conjunto de técnicas que protegem uma informação para garantir que ela só seja decifrada por quem conhece o código, garantindo sua segurança. (Bitcoin: tudo que você precisa saber; Abril, v.1,2019).

As Bitcoins ficam armazenadas em um programa que é chamado de carteira, que pode ser utilizado tanto através de computadores pessoais, como por tabletes e smartphones, permitindo que elas sejam utilizadas de forma mais ágil no dia-a-dia. O usuário, que deseja transferir suas “moedas” para outro, pode fazê-lo pelo sistema peer-to-peer (ponto-a-ponto). Este sistema realiza o envio de uma carteira para outra sem a necessidade de um terceiro

intermediário na transação, como é o caso das compras com cartão de crédito e débito (ARAÚJO, Y; BATISTA, – p. 43, jul. /dez., 2014).

Para permitir o uso dessas moedas digitais, é gerada uma assinatura digital, ou um código específico que é verificado pelas mineradoras. Após alguns minutos, a transação será aprovada e incorporada na chamada Blockchain, que consiste em um banco de dados que armazena o registro de todas as operações realizadas. Na utilização em conjunto com criptomoedas ele é responsável pelo registro de todas as transações realizadas, de venda, compra, mineração, doação, taxas cobradas, entre todas as possibilidades de negociações (ATLAS QUANTUM. Abril, v. 1,2019).

Todas as transações que ocorrem na economia Bitcoin, são registradas em uma espécie de livro-razão público e distribuído, sendo chamado de Blockchain (corrente de blocos, ou simplesmente um registro público de transações), o que nada mais é do que um grande banco de dados público, contendo o histórico de todas as transações realizadas. Novas transações são verificadas contra o Blockchain de modo a assegurar que os mesmos Bitcoins não tenham sido previamente gastos, eliminando assim o problema do gasto duplo (ULRICH, F,2014, p.18).

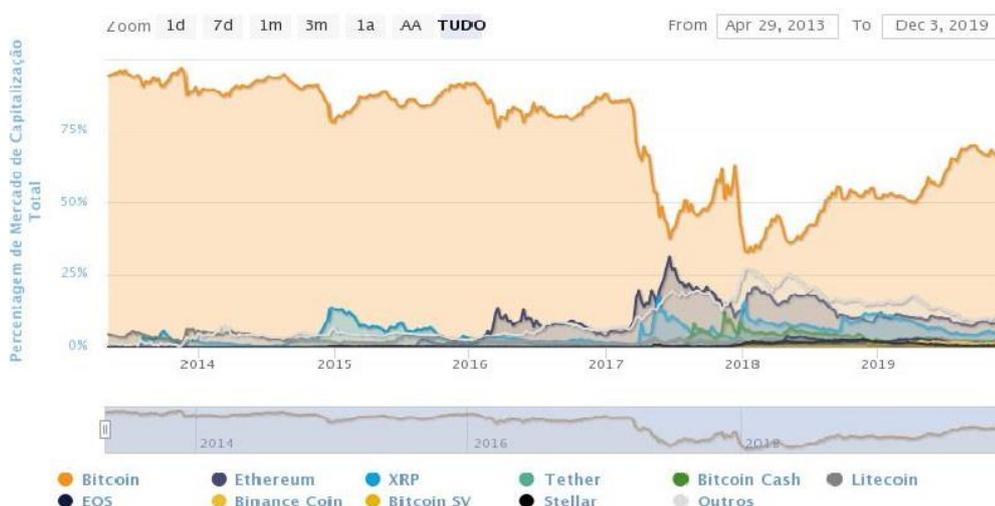
O Bitcoin encaixa-se em algum ponto entre esses dois extremos. Por um lado, Bitcoins são como dinheiro vivo, no sentido de que, quando a Maria envia Bitcoins ao João, ela não mais os possui, e ele sim, e não há nenhum terceiro intermediário entre eles que conhece suas respectivas identidades. Por outro lado, e diferentemente do dinheiro vivo, o fato de que a transação ocorreu entre duas chaves públicas, em tal dia e hora, com certa quantidade, além de outras informações, é registrado no Blockchain. Em realidade, qualquer e toda transação já efetuada na história da economia Bitcoin pode ser vista no Blockchain. (ULRICH, F,2014, p.21)

A moeda é o meio pelo qual são efetuadas as transações monetárias, também é tudo aquilo que é aceito para pagar pelos bens e serviços e para quitar obrigações. Assim, a moeda pode ser descrita como algo que é aceito pela coletividade e desempenha as funções de meio ou instrumento de troca, unidade de conta e reserva de valor, além de responder a uma necessidade social decorrente da divisão do trabalho, reduzindo, assim, o tempo para se concretizar uma operação comercial, já que a moeda cumpre o papel de intermediária. Dessa forma, com a evolução da tecnologia, veio o surgimento das moedas eletrônicas, bem como o mundo da computação e da criptografia em geral.

Segundo (MARTINS, A; MANUEL, E.2016), embora tenha sido o Bitcoin a primeira criptomoeda a ser realmente implementada ao público, a noção de moedas virtuais, enquanto anônimas e eletrônicas, foi idealizada nos primórdios da Internet, em 1958. Em 1994, houve a

primeira transação de moeda eletrônica, a partir do DigiCash9 de David Chaum. Em 1998, o b-money10 de Wei Dai traz uma inovação, que garantia a privacidade e que cada moeda seria única: um complexo sistema de códigos divididos em duas chaves: uma pública, que é o endereço da “carteira” de moedas para a apresentação do usuário aos seus transacionistas, e uma chave privada, que é a sua senha pessoal para o acesso ao conteúdo em moedas.

Portanto, a quantidade de criptomoedas disponíveis no mercado é indefinida e a cada momento novas moedas são criadas, o que torna impossível mensurar a quantidade exata. O gráfico a seguir oriundo da Coinmarketcap, mostra o ranking de criptomoedas por capitalização, que opera atualmente com 4.876 moedas criptografadas, e apresentou capitalização de mercado total de R\$ 843.581.987.440.



Fonte (retirado do COINMARKETCAP, atualizado dia 01.12.2019, as 17:02)

Como pode ser observado, a Bitcoin que em 2009 trouxe a tecnologia destrutiva da Blockchain e abriu caminho para moldar uma nova dinâmica que compõem esse universo digital, é a criptomoeda de maior valor e dominante no mercado, com grande movimentação e a mais conhecida entre investidores e público em geral. Com o seu sucesso, surgiram alternativas a esta moeda digital. Muitas outras foram criadas, embora não tenham sido todas bem-sucedidas, especialmente aquelas que trouxeram poucas inovações.

No Brasil, existe o Projeto de Lei 2.303/2015, em trâmite no Congresso Nacional, de autoria do Deputado Áureo Ribeiro, que pretende disciplinar as moedas virtuais e os programas de milhagem no País, sob a supervisão do Banco Central. Contudo, este altera a Lei 12.865/2013 bem como a Lei 9.613/1998. A proposta é composta por quatro artigos. Seu primeiro é destinado a modificar a Lei nº 12.865, de 9 de outubro de 2013 art. 9, na parte em

que disciplina os arranjos de pagamento, incluindo aqueles baseados em moedas virtuais e programas de milhagens aéreas. O artigo 2º do Projeto lei, insere no parágrafo 4º ao art.11 da Lei 9.613, de 03 de março de 1998, que trata do combate à lavagem de dinheiro. Assim, ficariam incluídas nas operações, às quais os agentes sujeitos a dispensar especial atenção, aquelas que envolvem moedas virtuais e programas de milhagens aéreas. O artigo 3º, por sua vez, submete as operações conduzidas no mercado virtual de moedas, no que couber, às disposições do Código de Defesa do Consumidor (Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990), e suas alterações. Já o artigo 4º, refere-se a data que entrara em vigor. O deputado justifica que as chamadas “moedas virtuais” ganham cada vez mais destaque nas operações financeiras atuais. Apesar de não haver ainda uma regulamentação nem nacional e nem internacional sobre a matéria, há uma preocupação crescente com os efeitos das transações realizadas por meios destes instrumentos.

Além disso, já houve manifestações do Banco Central, no Comunicado nº. 31.379 de 16/11/2001, onde informa que, considerando o crescente interesse dos agentes econômicos (sociedade e instituições) nas denominadas moedas virtuais, o Banco Central do Brasil alerta que estas não são emitidas nem garantidas por qualquer autoridade monetária, por isso não têm garantia de conversão para moedas soberanas, e tampouco são lastreadas em ativo real de qualquer espécie, ficando todo o risco com os detentores. Seu valor decorre exclusivamente da confiança conferida pelos indivíduos ao seu emissor. Ainda afirma que, não há, no arcabouço legal e regulatório relacionado com o Sistema Financeiro Nacional, dispositivo específico sobre moedas virtuais. O Banco Central do Brasil, particularmente, não regula nem supervisiona operações com moedas virtuais.

A Receita Federal também de manifestou através da Instrução Normativa RFB Nº 1888, de 03 de maio de 2019. Nela institui e disciplina a obrigatoriedade de prestação de informações relativas às operações realizadas com criptoativos à Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil (RFB). O artigo 6º, afirma que a pessoa física ou jurídica residente ou domiciliada no Brasil é obrigada a prestar informação com criptomoedas sempre que o valor mensal das operações, isolado ou conjuntamente, ultrapassar R\$ 30.000,00 (trinta mil reais). E ainda continua no mesmo artigo no § 2º:

A obrigatoriedade de prestar informações aplica-se à pessoa física ou jurídica que realizar quaisquer das operações com criptoativos relacionadas a seguir:

- I - Compra e venda;
- II - Permuta;
- III - Doação;
- IV - Transferência de criptoativo para a exchange;
- V - Retirada de criptoativo da exchange;

- VI - Cessão temporária (aluguel);
- VII - Dação em pagamento;
- VIII - Emissão; e
- IX - Outras operações que impliquem em transferência de criptoativos. (Receita Federal. Instrução normativa RFB nº 1888, de 03 de maio de 2019).

A contabilidade como ciência social deve-se atentar às ações humanas que interferem no patrimônio e suas mutações. Essas ações estão sendo cada vez mais afetadas pelas novas tecnologias de informação e de comunicação, as quais a contabilidade deve acompanhar de perto essa evolução. Esse acompanhamento requer muitas vezes sugestões de elaboração de novos modelos contábeis ou adaptações das práticas atuais.

Dessa forma, de acordo com Meylan e Bauce (2019), em um primeiro momento, seria preciso averiguar se o criptoativos atendem a definição contábil de ativo. Se ele é um direito com potencial de gerar benefício econômico e, portanto, poderia ser um ativo financeiro como caixa ou equivalente de caixa. Porém os autores afirmam, que as criptomoedas estão sujeitas a alta volatilidade e não se pode falar que são prontamente conversíveis em caixa. Também indagam que o público em geral avalia a aplicação da norma de “valor justo”, mas alguns usuários já perceberam essas distorções de preços e questões como ausência de mercado ativo e dificuldade na determinação desse seguimento, ou seja, existe uma deficiência para a utilização de algoritmos, pois operam em vários ambientes, comprando mais barato e vendendo mais caro. E ainda que, uma outra possibilidade seria aplicar o IAS 38 *Intangible assest*, já que a norma define como intangível o ativo não monetário identificável sem substância física, características semelhantes às criptomoedas.

Percebe-se o crescimento abrangente e a proliferação de tecnologias que compõem as criptomoedas, porém atualmente torna-se incrivelmente desafiador para os reguladores em todo o mundo padronizar e emitir orientações confiáveis. Logo, precisa ser avaliado se essa classe de ativos nova, atende a definição de um ativo de acordo com as estruturas contábeis existentes (US GAAP, IFRS e CPC), e assim ser reconhecida no balanço.

As startups são empresas que se diferenciam das demais, por funcionarem através de base tecnológica. Seu modelo de negócio caracteriza-se pela flexibilidade de ideias, sem necessidade de customizar em excesso, com crescimento acelerado sem alteração do modelo proposto e com um cenário altamente volátil e em constante mutação.

Uma startup é uma instituição humana projetada para criar novos produtos e serviços sob condições de extrema incerteza. Já para Blank e Dorf (2014), as startups não são uma versão menor de uma grande companhia. Elas são uma organização temporária em busca de um modelo de negócio escalável, recorrente e lucrativo.

Embora apresentem características específicas, não deixam de ser empresas que buscam atender necessidades humanas, comercializando produtos e serviços, buscando a maximização de seus lucros e, por consequência, retorno para seus investidores. Então, a sua criação pode sofrer com os mesmos problemas de qualquer outra empresa.

Existem seis principais tipos de startups, que diferem entre si pelo tipo de empreendedor e pela estratégia adotada. O primeiro são as de pequenos negócios (*Small Business Startup*), que são empresas iniciantes, pequenas e muitas vezes familiar, onde geralmente seu capital vem de economia própria e sem muita pretensão de expandir. Exemplo: pequeno comércio. Outro tipo são as startups conhecidas como startups escaláveis (*Scalable Startup*), que nascem para expandir de maneira rápida, gerando interesse de investidores. Exemplo: Google. O terceiro tipo de startup, são as que estão no mercado há muito tempo (*Large Company Startup*), de maneira a suprir o mercado através de inovações, tornando o seu modelo de negócio único e inovador e tendo que acompanhar as mudanças para se sustentarem. Exemplo: Apple. Outro tipo de startup são as de estilo de vida (*Lifestyle Startups*), que são para empreendedores que buscam viver sua paixão individual. Exemplo: pessoas que amam culinária e decidem fazer vídeo, criar cursos. O quinto tipo, as startups compráveis (*Buyable Startups*), normalmente quem tem este tipo de startup, precisa de investidores e é aí que entra o sistema de financiamento crowdfunding e investidor anjo. Exemplo: Instagram. O último dos startups, são as startups sociais (*Social Startup*), são as que possuem como objetivo principal combinar lucro com impacto social. Exemplo: BraiBook.

O termo startup, foi criado na década de 1990 no Vale do Silício localizado nos Estados Unidos e a sua utilização começou durante a crise das empresas ponto-com, entre 1996 e 2001 que provocou impactos no mundo inteiro. Na época, foi formada a bolha da internet, caracterizada pela alta das ações das novas empresas de tecnologia da informação e comunicação alocadas no espaço da internet, onde até então apenas significava um grupo de pessoas trabalhando por uma ideia diferente e com potencial de fazer dinheiro.

As startups brasileiras surgiram um pouco depois durante o século XXI, onde começou a ser mais visto a partir de 2010, seguindo as tendências americanas das empresas voltadas para a área da tecnologia. Contudo, o número de empresas startups no mercado brasileiro está crescendo rapidamente. Segundo a Associação Brasileira de Startups (Abstartups) estima-se que, atualmente, haja entre 10 e 15 mil unidades. Destas, quase 13 mil são mapeadas e acompanhadas pela organização. Ainda afirma que ao todo, 591 cidades brasileiras possuem ao menos uma startup.

A contabilidade é de suma importância para as startups, se os objetivos de assessoria estiverem alinhados ao perfil da empresa, através de profissionais que tenham experiência, competência e que estejam atentos às inovações do mercado, para disponibilizar as melhores soluções no que refere a adequação tributária, incentivos fiscais, definição do regime fiscal da entidade, controle de indicadores, ao aporte de investimentos e avaliar de que maneira estes aportes podem ser tratados estrategicamente dentro da gestão contábil corporativa. Portanto, para esse tipo de empresa, a escrituração contábil tem tanta importância quanto para qualquer outra. Segundo Marion (1998), sem uma boa contabilidade, não há dados para a tomada de decisão numa economia que a cada dia exige mais competência e competição.

METODOLOGIA

Desta forma, este artigo tem como intuito apresentar as inovações tecnológicas, sendo elas: criptomoeda, startups e blockchain, e de que forma a contabilidade tem se adequado a tais mudanças. Além disso, tem o objetivo de verificar se os alunos das universidades do Estado do Rio de Janeiro e aqueles já formados, que cursam ou cursaram Ciências Contábeis, estão sendo preparados para este novo mercado de trabalho, bem como a percepção dos mesmos. Diante do objetivo proposto, adotou-se como abordagem metodológica a pesquisa de natureza descritiva, onde foi feito um questionário online e encaminhado durante o segundo semestre de 2019 aos alunos e formados da área contábil, de órgãos públicos e privados, com o objetivo de verificar de que maneira os alunos e aqueles já formados, foram e estão sendo preparados, para o surgimento das novas tecnologias e como estão buscando se adaptar a essa nova era.

A pesquisa bibliográfica usada como fonte, para dá suporte ao conteúdo apresentado, foi obtida principalmente de artigos científicos, dissertações, livros e por meio de buscas na internet, visando compreensão e entendimento sobre a questão abordada com citações de autores sobre o tema apresentado.

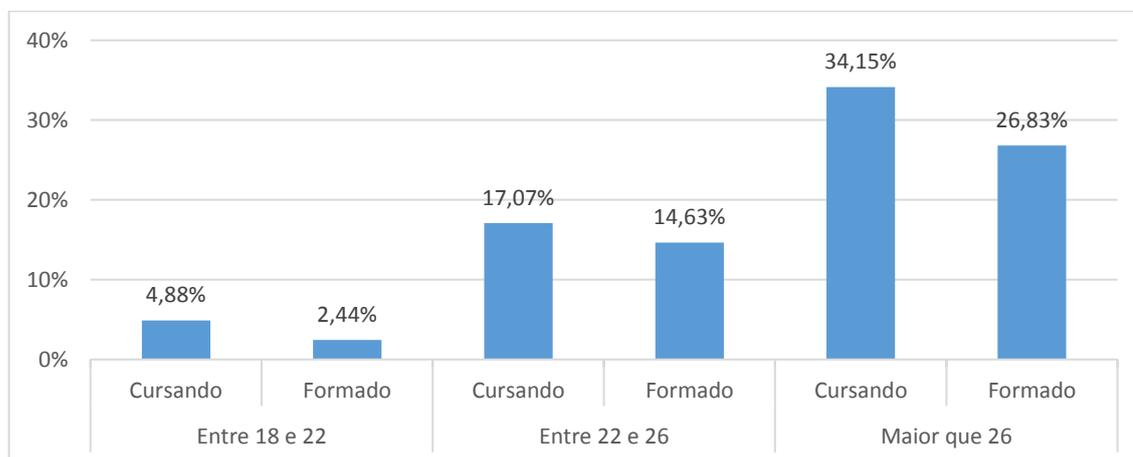
No que se refere à abordagem, esta pesquisa enquadra-se como quantitativa. O questionário usado continha nove perguntas. O questionário ficou disponível durante o período de duas semanas e foram obtidas 41 respostas de profissionais contábeis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos participantes da pesquisa, 34,15% são alunos que ainda estão cursando a faculdade e 26,83% são aqueles já formados, na faixa superior de 26 anos. Um segundo grupo de

entrevistados representativo, são alunos e pessoas formadas na faixa de 22 a 26 anos, com 17,07% e 14,63% respectivamente. Pode-se dizer que a amostra é consideravelmente adulta e acima de 26 anos. O perfil da faixa etária é apresentado no gráfico 1.

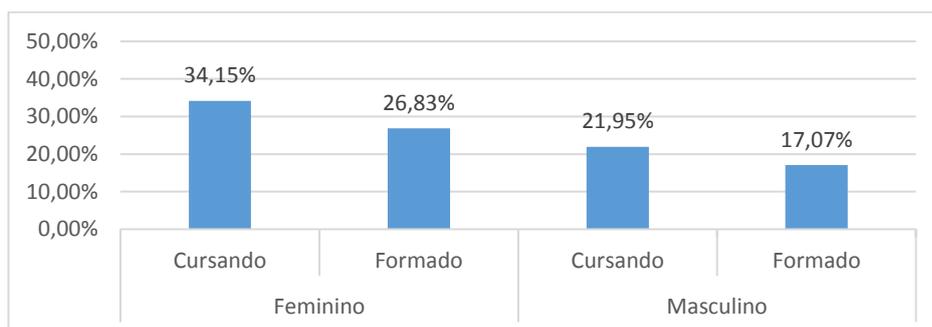
Gráfico 1: Faixa etária dos alunos e já formados entrevistados



Fonte: elaborada pelas autoras a partir dos dados da pesquisa.

Conforme apresentado na amostra, tem-se um número maior feminino, com 34,15% que está cursando a faculdade e 26,83% já formada. Já no gênero masculino, 21,95% são alunos e 17,07% estão formados.

Gráfico 2: Gênero dos que estão cursando e já formados

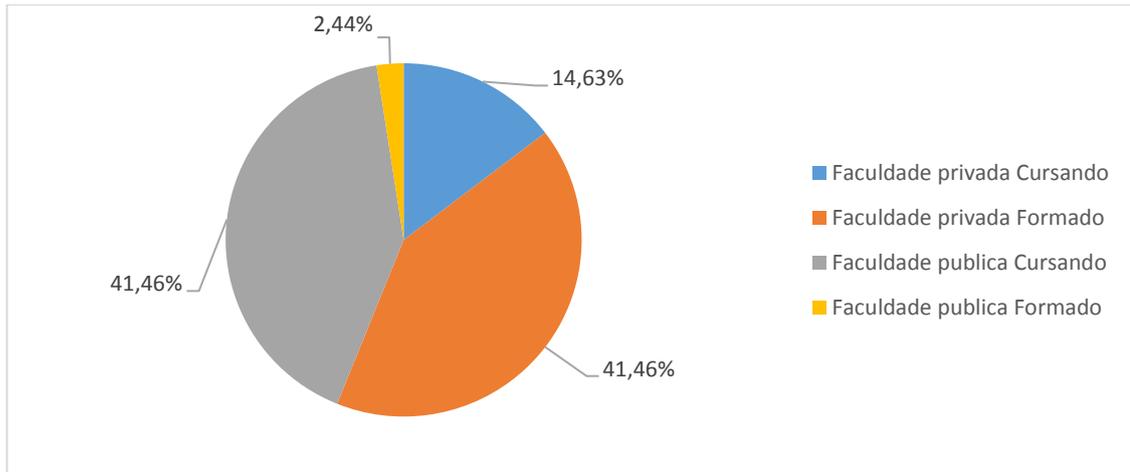


Fonte: elaborada pelas autoras a partir dos dados da pesquisa.

Foi realizado o questionário com base em quais faculdades, os entrevistados tinham se formado ou que ainda estavam cursando. Para fins de análise e apresentação do gráfico, as respostas dadas por eles, foram em sua base classificadas em faculdade pública ou faculdade privada. Sendo elas: Faculdade Privada Cursando: Estácio (2,44%), Unilasalle (9,75%) e Unisuam (2,44%); Faculdade Privada Formado: Unicarioca (2,44%), Simonsen (2,44%),

Unilasalle (29,26%), Estácio (2,44%), Unigranrio (2,44%), Mackenzie Rio (2,44); Faculdade Publica Cursando: UERJ (39,02%), UFRJ (2,44%); Faculdade Publica Formado: UERJ (2,44%). Após, verificamos que a amostragem no questionário na sua maioria, possui 41,46% de alunos cursando a faculdade pública e em mesma porcentagem, entrevistados já formados de faculdade privada. Sendo que, 14,63% são de alunos que estão cursando a faculdade privada.

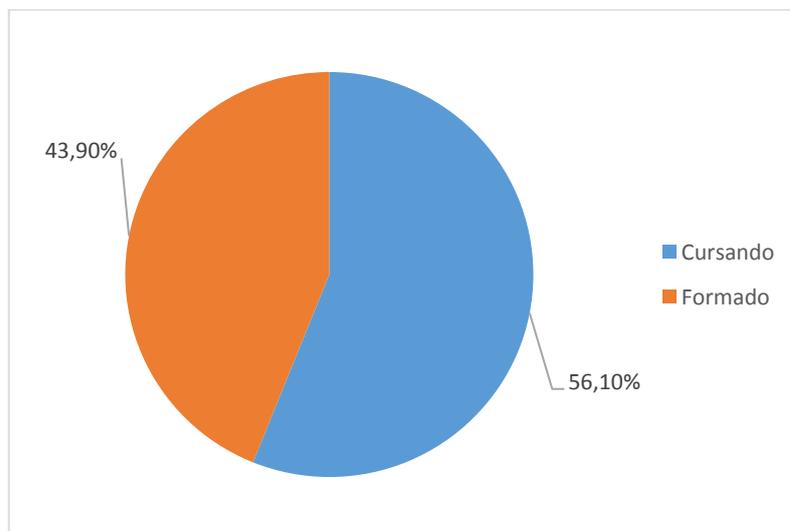
Gráfico 3: Instituição de ensino



Fonte: elaborada pelas autoras a partir dos dados da pesquisa.

Conforme é apresentado no gráfico, 56,10% dos entrevistados da pesquisa estão cursando a faculdade e 43,90%, já estão formados.

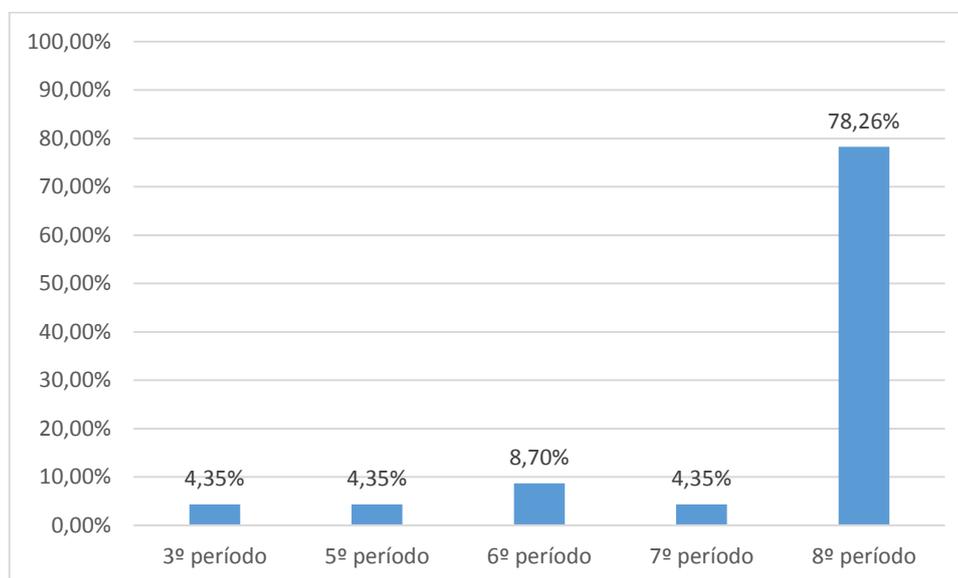
Gráfico 4: Formação Cursando ou Formado



Fonte: elaborada pelas autoras a partir dos dados da pesquisa.

Foi verificado que, em sua maior parte, 78,26% dos entrevistados são do 8º período, seguido de, 8,70% do 6º período e 4,35% do 3º, 5º e 7º período.

Gráfico 5: Período que está sendo cursado

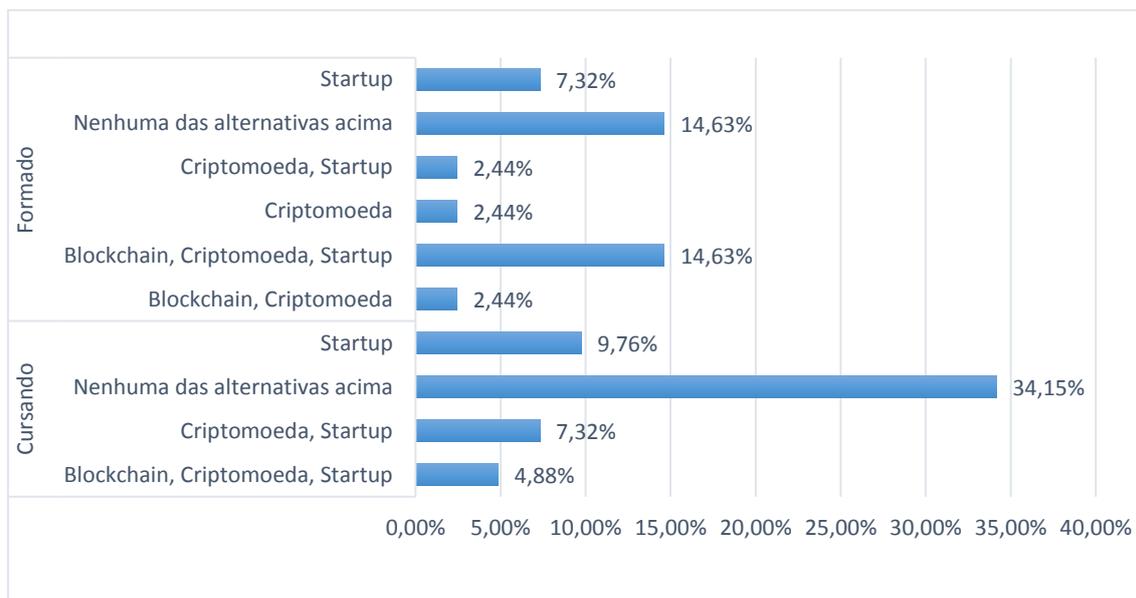


Fonte: elaborada pelas autoras a partir dos dados da pesquisa.

Mesmo que o aluno e até mesmo o profissional já com sua formação, esteja atualizado com as inovações, é importante que a faculdade forneça subsídios necessários para que estes possam estar preparados para o mercado de trabalho e exercendo a profissão da melhor maneira possível. Assim verificamos que as faculdades, em sua maior parte, não fornecem o conhecimento necessário em relação a estas inovações.

De acordo com a amostragem, 34,15% que estão cursando a faculdade, até o momento não tiveram contato com nenhuma das inovações (Criptomoeda, Blockchain e Startup). Já 14,63% que se encontram formados, responderam que tiveram contato na faculdade com o Blockchain, Criptomoeda e Startup, e também, 14,63% que não tiveram nenhum contato com nenhuma das inovações.

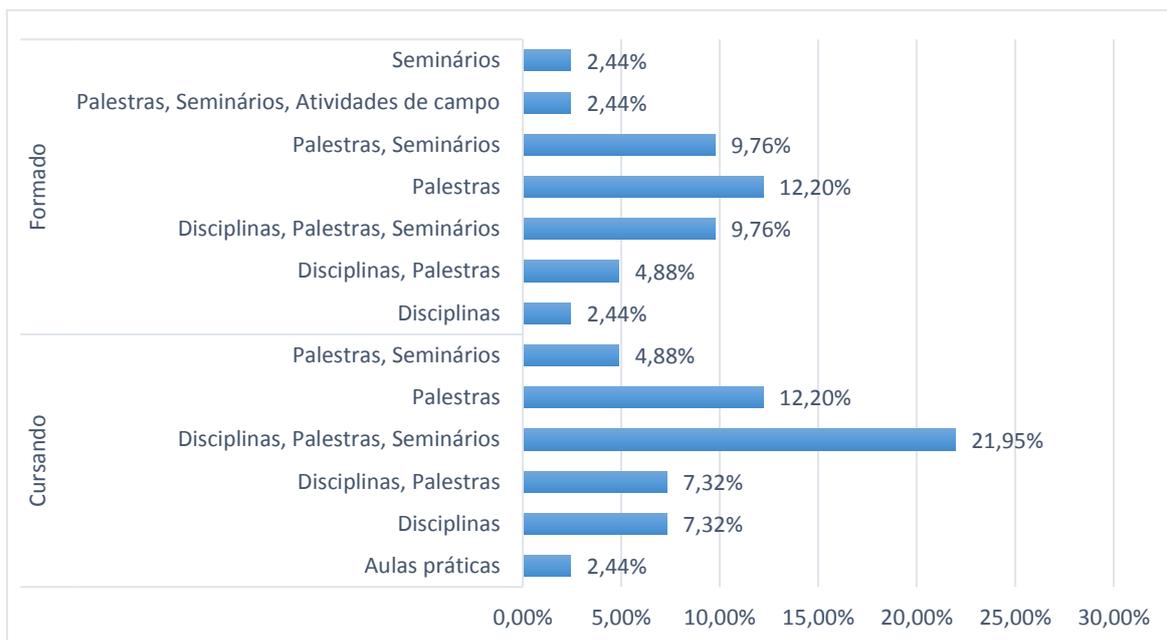
Gráfico 6: Assuntos abordados na faculdade



Fonte: elaborada pelas autoras a partir dos dados da pesquisa.

Após analisarmos quais dos assuntos vistos neste trabalho, estão sendo abordados na faculdade e obtermos em sua maioria, um resultado onde boa parte dos entrevistados não tiveram contato com nenhum dos assuntos, foi possível verificar as melhores formas de abordagens segundo os alunos e aqueles já formados, para deixar estes a par dessas inovações. Dos entrevistados que responderam ao questionário, 21,95% que estão cursando, consideraram que as melhores abordagens para tais assuntos, é através de disciplinas, palestras e seminários e dos formados, apenas 9,76% tiveram a mesma resposta. Já os que se encontram formados e até mesmo os que ainda estão cursando, responderam igualmente 12,20% que a melhor forma de tratar sobre o assunto, seria apenas através de palestras.

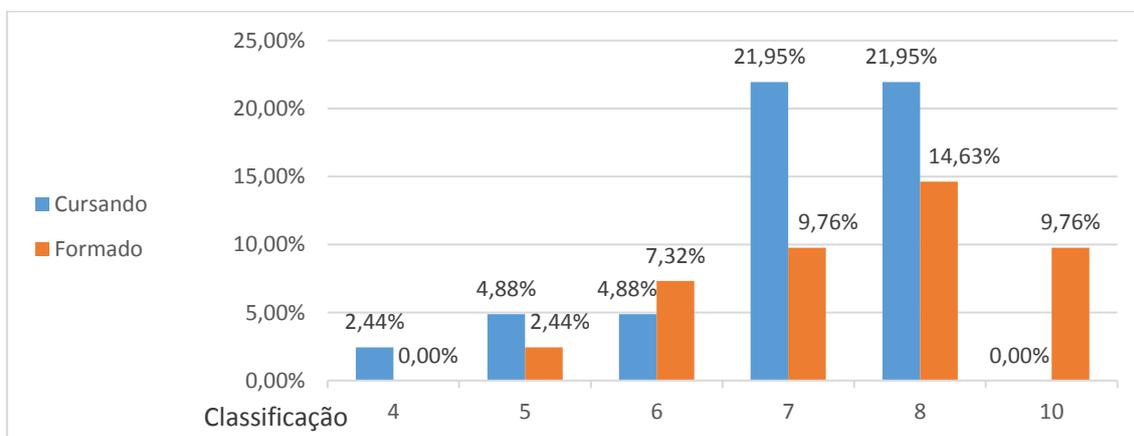
Gráfico 7: Formas de abordar as inovações na faculdade



Fonte: elaborada pelas autoras a partir dos dados da pesquisa.

Após verificar que as faculdades em sua maioria, não abordam os assuntos que estão em alta no mercado (Blockchain, Criptomoeda e startup), foi solicitado que alunos e os que já estão formados, avaliassem em uma escala de 0 a 10, o quanto estes consideram que estão sendo preparados para o mercado de trabalho. Para as respostas obtidas, a classificação que mais se destacou foram as 7 e 8, onde dos alunos que estão cursando responderam 21,95% igualmente nas duas classificações. Já para aqueles já formados, 14,63% deram nota 8 e 9,76% responderam com nota 7. É visto que, apesar das faculdades não abordarem assuntos vistos neste trabalho, as universidades têm um papel importante na construção do profissional para atender a demanda do mercado.

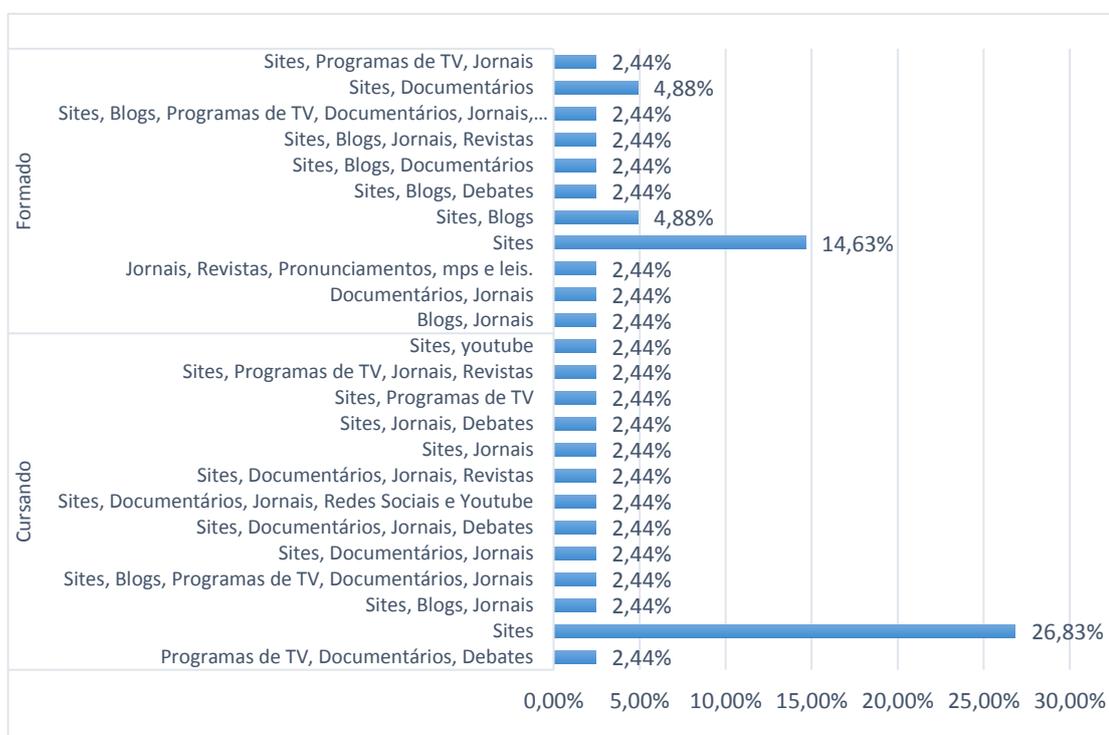
Gráfico 8: Classificação do quanto a faculdade prepara o aluno para o mercado



Fonte: elaborada pelas autoras a partir dos dados da pesquisa.

Por fim, após analisarmos que as faculdades por mais que contribuam com a formação do profissional, não estão abordando as mudanças que vem ocorrendo no mercado, no qual o profissional contábil terá que se adaptar para atender tais demandas e visto a necessidade, encerramos a pesquisa, questionando os entrevistados em quais meios de informação estes tem buscado atualização de conhecimentos. É possível visualizar notoriamente que boa parte dos entrevistados pesquisam em sites, onde 26,83% correspondem aos que estão cursando e 14,63% aos que estão formados.

Gráfico 9: Meio de acesso utilizado para obter informações sobre as inovações



Fonte: elaborada pelas autoras a partir dos dados da pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo, foi verificar o avanço tecnológico e como está sendo o reconhecimento contábil, especificamente da criptomoeda, startup e blockchain, e ainda, como alunos e aqueles já formados das universidades públicas e privadas na área contábil, estão sendo preparados para o mercado atual.

A contabilidade tem evoluído significativamente a passos largos, junto à tecnologia, de maneira a se adaptar a esses avanços. Todavia, faz com que os profissionais que já estão no

mercado e aqueles que estão sendo preparados, estejam atualizando os seus conhecimentos, buscando constantemente compreender as inovações, a fim de produzir qualidade no serviço. Esse avanço, tem gerado maior flexibilidade na manutenção e no armazenamento de dados, eliminando a lentidão dos processamentos de antigamente.

Diante dos assuntos vistos neste artigo, a criptomoeda, blockchain e as startups, entraram no mercado de forma inovadora, afim de garantir maior segurança, rapidez e até mesmo um custo menor. Conforme o aumento de utilização pela sociedade, as normas e legislações tem sido revistas, sendo criadas leis complementares e até mesmo manifestações do Banco Central e da própria Receita Federal, com o intuito de orientar. O reconhecimento contábil dessas inovações, ainda é um desafio para os órgãos reguladores e também para contadores. Logo, requer sugestões de elaboração de novos modelos contábeis ou adaptações das práticas atuais.

A importância da tecnologia, pode ser constatada através do questionário encaminhados aos alunos e já formados na área contábil. Infelizmente, de acordo com as respostas, os assuntos aqui abordados, estão sendo introduzidos muito pouco nas universidades, e por isso, estes tem buscado informações principalmente através de sites, entre outros meios. É importante salientar, que mesmo que não tenham ou não estão tendo contado com esses assuntos, concordam em boa parte, que as universidades sejam elas públicas ou privadas, ainda entregam profissionais qualificados ao mercado.

REFERÊNCIAS

ABSTARTUPS. Associação Brasileira de Startups. Disponível em: <http://www.abstartups.com.br>. Acesso em: 02 de outubro de 2019.

ARAUJO, Y; BATISTA, J. Tributação das operações com criptomoedas. Arquivo Jurídico – ISSN 2317-918X – Teresina-PI – v. 1 – n. 7 – p. 41-60 Jul./Dez. de 2014. Disponível em: < <https://revistas.ufpi.br/index.php/raj/article/view/3343/1909> >. Acesso em: 04 de setembro de 2019.

ATLAS QUANTUM. Artigo: **Entenda o que é, e como funciona a Blockchain. Junho,12,2019**. Disponível em: <<https://atlasquantum.com/blog-pt/blockchain> >. Acesso em: 01 de dezembro de 2019.

BLANK, S; DORF, B. Startup: manual do empreendedor. Alta books editora. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em:<<https://books.google.com.br/books?id=AzdtDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=startups+manual+do+empreendedor&hl=ptBR&sa=X&ved=0ahUKEwjh9YfmkqTmAhXRFLkG>>

[HXrPBC0Q6AEILDAA#v=onepage&q=startups%20manual%20do%20empreendedor&f=false](https://www.conapesc.com.br/HXrPBC0Q6AEILDAA#v=onepage&q=startups%20manual%20do%20empreendedor&f=false)>. Acesso em: 02 de outubro de 2019.

BRASIL, Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei 2303/2015**. Disponível em: <<https://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1555470>>. Acesso em 03 de dezembro de 2019.

BRASIL, Receita Federal. **Instrução normativa RFB nº 1888, de 03 de maio de 2019**. Disponível em: <<http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?visao=anotado&idAto=100592>> Acesso em 04 de dezembro de 2019.

BRASIL, Planalto. Lei complementar nº 167, de 24 de abril de 2019. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp167.htm>. Acesso em: 02 de outubro de 2019.

COINMARKETCAP. Top 100 cryptocurrencies by market capitalization. [S.l.], 2019. Disponível em: <<https://coinmarketcap.com/>>. Acesso em: 01 de dezembro de 2019.

HENDRIKSEN, E. S., VAN BREDA, M. **Teoria da contabilidade**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 1999

MARION, J. C. Preparando-se para a Profissão do Futuro. **Contabilidade Vista & Revista**, v. 9, n. 1, p. 14-21, 27 Mar de 1998. Disponível em: <<https://revistas.face.ufmg.br/index.php/contabilidadevistaerevista/article/view/101>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2019.

MARTINS, A; MANUEL, E. **Criptomoeda: apontamentos sobre seu funcionamento e perspectivas institucionais no Brasil e Mercosul**. RDIET, Brasília, V.11, nº1, p. 227 – 252, Jan-Jun, 2016. Disponível em: <<https://bdtd.ucb.br/index.php/RDIET/article/view/6796/4559>>. Acesso em: 20 de novembro de 2019.

MEYLAN,F;BAUCE,R.Blockchain, criptoativos e contabilidade.KPMG.Disponível em <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/br/pdf/2019/08/br-bm_blockchain,%20criptoativos%20e%20a%20contabilidade.pdf>. Acesso em 04 de dezembro de 2019.

SILVA, Daniel Carmo da. Contabilidade na era digital: um estudo sobre o reconhecimento contábil das transações realizadas com Bitcoins no Brasil. 2017. 29 f. Monografia (Graduação) - Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/11402/1/21476051.pdf>>. Acesso em: 01 de setembro de 2019.

ULRICH, F. Bitcoin: a moeda na era digital. Instituto Ludwig Von Mises Brasil. 1. Ed. São Paulo, p.1-123, 2014. Disponível: <<https://jornalggn.com.br/sites/default/files/documentos/fernando-ulrich-bitcoin-171212104741.pdf>>. Acesso em: 10 de setembro de 2019.

DESAFIO EM TEMPOS DE PANDEMIA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA ESCOLA NO INTERIOR DO CEARÁ

Rogério José Melo Nascimento ¹
Jeferson Yves Nunes Holanda Alexandre ²
Francisco Helis Alves Bezerra ³
Walysson Gomes Pereira ⁴

RESUMO

Durante o ano de 2020, a civilização foi acometida pela pandemia de COVID-19, alterando as relações pessoais tal como as conhecemos. O uso de tecnologias da informação e comunicação (TICs) foram adotadas abruptamente para minimizar os problemas causados pela enfermidade, a qual demanda a imposição de regras de isolamento social para coibir a propagação do vírus por contágio. Assim sendo, as diferentes instituições sociais e suas expressões culturais foram profundamente afetadas no contexto pandêmico, não sendo diferenciado, mas potencialmente incrementados, os desafios enfrentados na seara educacional protagonizadas pelos ambientes formais de ensino. Com base nessa problemática o presente estudo buscou investigar quais seriam os impactos do ensino remoto sobre as relações escolares e no processo ensino-aprendizagem em contextos de pandemia. Com este objetivo, o trabalho realizou um estudo bibliográfico acerca das tecnologias já empregadas no ensino a distância. Para traçar dados foi feito um estudo de campo com os docentes da Escola de Ensino Infantil e Fundamental Maria Áurea Leal Rodrigues Guerra, na cidade de Jucás, interior do estado do Ceará, que visou compreender como se dava a relação ensino-aprendizagem após a adesão daquela modalidade a partir do ponto de vista dos docentes. Foi constatado que o ensino remoto é designado como desgastante para os professores e sua adaptação é considerada difícil devido à falta de experiência com estas tecnologias, o que denota a necessidade de uma formação continuada. Deste modo, extrema ansiedade é lançada pelos profissionais da educação quanto aos rumos que os processos escolares terão após o evento pandêmico de COVID-19.

Palavras-chaves: Pandemia, educação, TICs, formação docente

INTRODUÇÃO

As tecnologias de informação e comunicação (TICs) são uma excelente ferramenta para o auxílio do professor em sala de aula, proporcionando uma maior interação entre todos os envolvidos no ensino-aprendizagem (pais, núcleo gestor, docentes e estudantes). No entanto, no ano de 2020 a pandemia mundial de COVID-19 forçou o uso destas tecnologias de forma inesperada para todos (IIVARI; SHARMA; VENTÄ-OLKKONEN, 2020).

¹ Graduado do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Ceará - IFCE, rogeriojose099@gmail.com;

² Graduando do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Ceará - IFCE, jeferso.yves@gmail.com;

³ Graduando do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Ceará - IFCE, helisalves16@gmail.com;

⁴ Professor orientador: Mestre em Química pela Universidade Federal do Ceará, Instituto Federal do Ceará - IFCE walysson.pereira@ifce.edu.br.

Em vista de medidas de segurança pessoal e preservação da saúde coletiva, os estudantes se viram obrigados a adotarem o ensino remoto e os professores, por sua vez, foram forçados a adotarem técnicas de EAD, que obrigam o uso de aparatos tecnológicos. Para isso, ferramentas como o Google sala de aula, Google Meet e aplicativos de mensagens instantâneas passaram a fazer parte da nova realidade da educação, se tornando o novo ambiente escolar.

Embora em 2002 a RESOLUÇÃO CNE/CP nº 1 tenha instituído as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica que preveem no artigo 2º inciso VI que “o uso de tecnologias da informação e da comunicação e de metodologias, estratégias e materiais de apoio inovadores” devam ser adotados nos cursos de licenciaturas e de formação de professores de educação básica pelo país (BRASIL, 2002) viu-se uma realidade diferente quando estas estratégias tiveram de ser postas em prática de forma repentina nos contextos de pandemia de COVID-19.

O presente estudo realizou então um levantamento bibliográfico para compreender a importância das tecnologias na educação, juntamente com os prós e contras desta estratégia. Após situar a problemática, um estudo de caso foi realizado. Para tal, professores da Escola de Ensino Infantil e Fundamental Maria Áurea Leal Rodrigues Guerra, da cidade de Jucás no interior do Ceará, foram convidados a responder um questionário sobre as dificuldades, experiências e ganhos das ferramentas adotadas no ensino remoto.

A pesquisa então objetivou discutir como a pandemia impactou o ensino-aprendizagem desta escola pública no interior do Ceará, visando contribuir nas discussões educacionais do país, buscando ainda compreender a realidade e, principalmente, o *status quo* nas relações educacionais em ambientes virtuais de aprendizagem e seu impacto na relação ensino-aprendizagens dos jovens.

REFLEXÃO TEÓRICA: USO DE TICs NO EAD, CENÁRIO E DESAFIOS

As tecnologias de informação e comunicação (TICs) são debatidas desde momentos pretéritos. No Brasil é previsto o uso destas metodologias desde de 02 de abril de 1997, pela portaria do ministério da educação e cultura (MEC), nº 522, que instituiu o Programa Nacional de Informática na Educação (Proinfo) com o intuito de difundir o uso destas tecnologias nas escolas pelo país (MEC/SEED, 2008).

Uma das vantagens do uso das TICs no ensino é a expansão da informação em tempo real, com auxílio da internet, o que permite criar uma rede de colaboração que transcende os muros da escola, articulando diálogos com outros espaços da sociedade (ALMEIDA, 2002).

No entanto, para o que uso das TICs seja possível é necessária a consideração de alguns fatores, entres estes, reporta Castells (1999), o domínio do professor em relação a essas ferramentas. Assim sendo, segundo Morin (2000), o docente tem de conhecer a realidade dos jovens, compreender a linguagem dos estudantes e assim construir um debate mais eficiente que reflita a realidade do aluno.

Em tempos de pandemia estas tecnologias são apropriadas em outro formato de ensino, o Ensino a distância (EAD), que se configura como uma modalidade em que não se tem espaços físicos como a escola. Em EAD o estudante estuda em casa e tem um controle maior sobre seu tempo (HACK, 2011).

Contudo, essa apropriação abrupta das TICs no dia-a-dia escolar apresenta grandes desafios, entre estes o aparato tecnológico necessário que tanto o aluno como o professor são obrigados a possuir, e que segundo Pereira (2011), configura-se uma desvantagem que as novas tecnologias apresentam em um país onde as desigualdades predominam.

Para Souza e Ramalho (2012), não só os docentes e alunos sofrem com o EAD emergencial, mas todo o núcleo pedagógico e a instituição em si, pois esta mudança irá obrigar a todos a terem uma nova organização de trabalho, produção e assimilação do conteúdo antes executado de maneira presencial na escola.

METODOLOGIA

Para Minayo (2000), pesquisa é um caminho elaborado para a resolução de um questionamento contemporâneo, por meio da qual se há debates e discussões até a construção de um raciocínio científico. Gil (2007, p.17) indica que para a construção de um trabalho deste cunho a pesquisa deverá passar por “(...) um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados”.

Por outro lado, Minayo (2008) indica que pesquisas qualitativas se configuram como estudos sociais, pois tratam de sujeitos, e a compreensão destes é complexa, requerendo uma leitura profunda de teorias acerca da temática, necessitando de técnicas de coletas de dados e processos de contextualização dos resultados.

Nesta perspectiva o presente trabalho é referido como um estudo de caso que, para Gil (2007, p.54), “Visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico”.

Os sujeitos em destaque são os docentes da Escola de Ensino Infantil e Fundamental Maria Áurea Leal Rodrigues Guerra, localizada na cidade de Jucás, inserida na região centro-sul do estado do Ceará. Os docentes da referida escola foram questionados sobre suas dificuldades e vivências durante a pandemia global de Covid-19, a qual mudou a dinâmica das instituições formais de ensino em todo mundo.

Inicialmente foi necessário realizar um estudo documental que, segundo Pádua (2003), é uma técnica de investigação e coleta de informações, embasada em teóricos e estudiosos da área. A amostragem foi feita conforme Gil (2008) denominada por “amostra por acessibilidade”.

A coleta dessa informações foi feita por meio de um questionário que, conforme Gil (1999, p.128), é definido como uma “[...] técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas e etc.”

Ao final, todos os dados foram tratados em gráficos e tabelas, e foi realizado uma análise de conteúdo que, para Minayo (2001, p. 74), é “[...] compreendida muito mais como um conjunto de técnicas”, estas usadas para buscar sentido no material obtido, averiguando se irá contribuir na resolução da problemática.

Questionário

Perfil docente

Qual sua área de concentração docente:

- Ciências exatas e da natureza
- Ciências humanas
- Linguagens e códigos

Aspectos sobre o ensino remoto

1. A quanto tempo você atua na área docente?
 - menos de cinco anos
 - mais de cinco anos
 - mais de dez anos
2. Você fez durante a sua graduação alguma disciplina sobre o uso de tecnologias no ensino?
 - sim



Qual? _____

não

3. Antes da pandemia você já havia usado alguma tecnologia ou plataforma de ensino como (Google sala de aula, Google Meet, etc.)?

sim

Qual? _____

não

4. Quais as plataformas de ensino adotadas pela escola:

-
5. Seu primeiro contato com a plataforma adotada de ensino foi durante a pandemia?

sim

não

6. Você teve dificuldade de adaptação nessa nova forma de ensino?

sim

não

7. Você considera-se adaptado com essa nova forma de ensino?

sim

não

8. Como você avalia a aprendizagem dos estudantes no ensino remoto em relação ao ensino presencial?

dificultou o ensino-aprendizagem dos estudantes

continuou da mesma forma o ensino-aprendizagem dos estudantes

melhorou ensino-aprendizagem dos estudantes

9. Com base na sua área de atuação docente (ciências exatas, naturais ou de linguagens) relate sua experiência nessa forma de ensino:

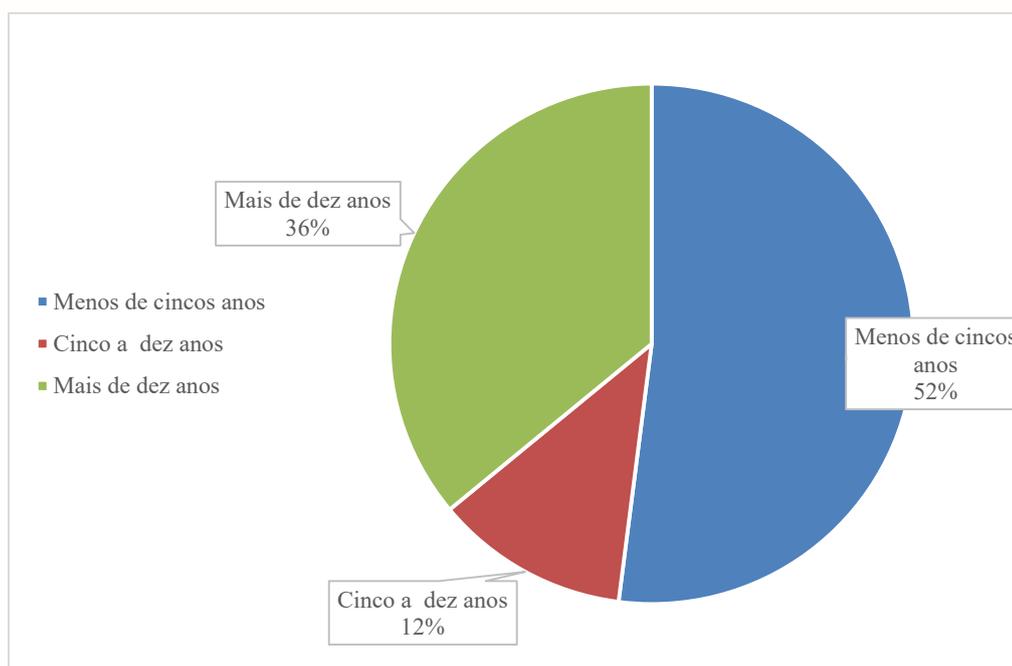
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Buscou-se primeiramente identificar a área de formação inicial dos professores que responderam ao questionário. Assim, 40% dos professores disseram ter formação na área de

ciências exatas e da natureza, mesmo percentual de docentes formados nas áreas que abrangem as linguagens e seus códigos. Por fim, outros 20% são formados em áreas relacionadas as ciências humanas. Esta distribuição percentual é condizente com a realidade educacional brasileira, onde as ciências exatas e linguagens e seus códigos ocupam maior carga horária da componente curricular dos estudantes.

A partir da pergunta seguinte o questionário é empregado no sentido de indagar os docentes sobre a sua formação inicial e o conhecimento obtido com as TICs a partir daquela, como um mecanismo para compreender a relação dos docentes com as ferramentas tecnológicas. Desta forma, a primeira indagação buscou mapear o tempo de atuação desses docentes. Observa-se na figura 1 que 52% dos profissionais tem menos de cinco anos de atuação como professor, enquanto que 36% atuam na área docente por mais de dez anos. Ainda, 12% ministram aulas por um período intermediário entre cinco a dez anos.

Figura 1 - A quanto tempo você atua na área docente?



Fonte: O autor.

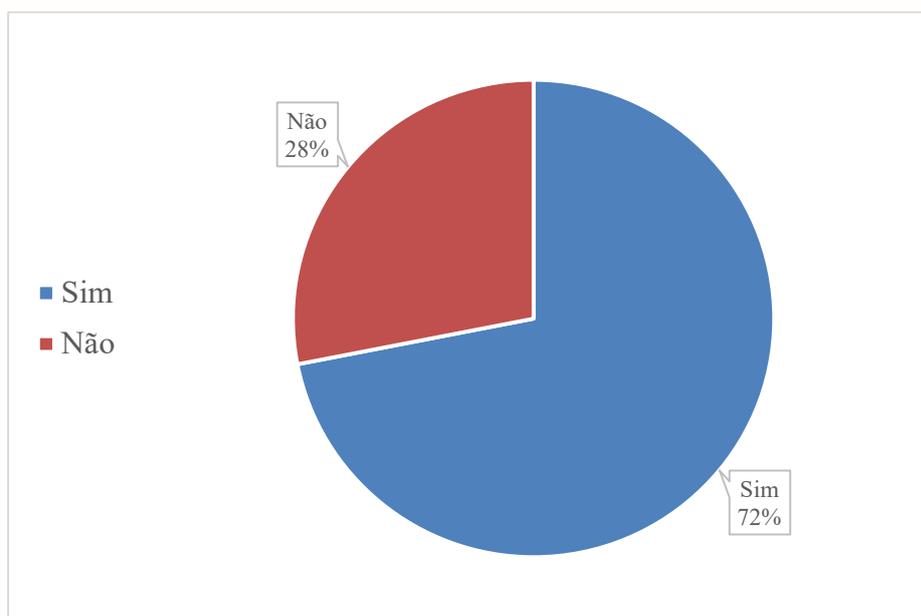
Pode-se observar que há uma grande quantidade de docentes com menos de cinco anos de atuação. Este fato, provavelmente, é justificado pela cidade de Jucás estar situada em um polo de instituições de ensino superior onde o número de cursos de licenciatura tem crescido recentemente, de modo que os recém-licenciados tem suprido a demanda por professores na escola sob análise.

A segunda pergunta buscou saber se os docentes, durante o período de graduação, tiveram acesso a alguma disciplina voltada para o uso de tecnologias no ensino. É possível observar que 72% dos professores, fizeram disciplinas voltadas ao uso de tecnologias no ensino enquanto apenas 28% indicam que não viram nada relacionado as TICs em sua formação inicial.

As respostas vão de encontro ao questionamento anterior, de maneira que se nota uma relação direta com o período de atuação e a época em que foi realizada a formação desse profissional. Assim, os 28% que não tiveram acesso a disciplinas relacionadas com tecnologias no ensino são em maioria professores que atuam há mais de dez anos, uma vez a uma década atrás o acesso as tecnologias tanto em universidades como em escolas de educação básica não era tão recorrente, ainda mais se considerando o interior do estado do Ceará. Pode-se ainda sugerir que os cursos de formação inicial têm nos últimos anos inserido em suas componentes curriculares disciplinas voltadas ao uso de TICs, de modo que os recém-formados são mais capacitados a explorar esses ambientes de trabalho. Mercado (2002), afirma que:

As tentativas para incluir o estudo das novas tecnologias nos currículos dos cursos de formação de professores esbarram nas dificuldades com o investimento exigido para a aquisição de equipamentos, e na falta de professores capazes de superar preconceitos e práticas que rejeitam a tecnologia mantendo uma formação em que predomina a reprodução de modelos substituíveis por outros adequados a problemática educacional (MERCADO, 2002,p. 15-16).

Figura 2 - Você fez durante a sua graduação alguma disciplina sobre o uso de tecnologias?

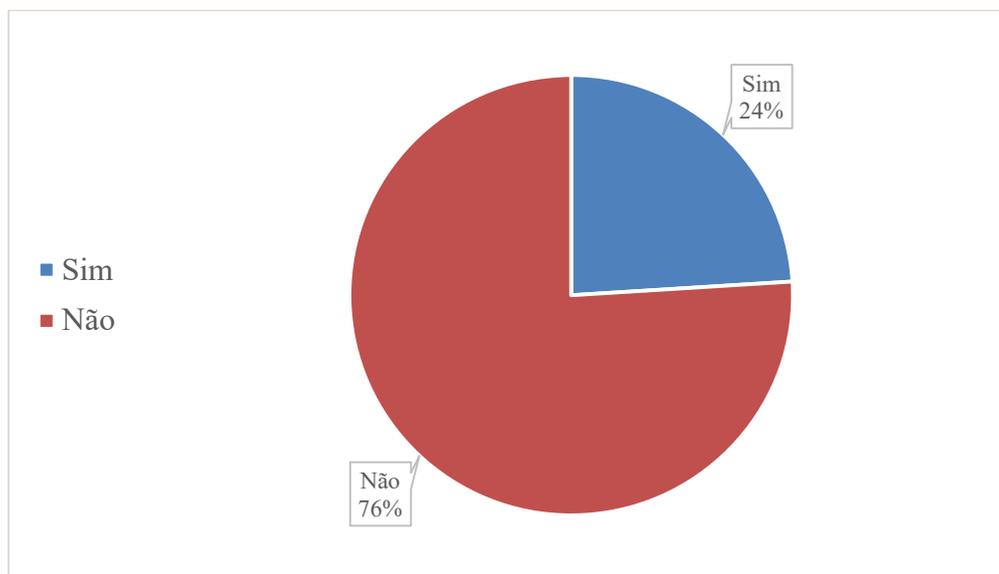


Fonte: O autor.

Na figura 3 é ilustrado o percentual de respostas dos docentes após a indagação se antes do atual contexto de pandemia estes já haviam tido contato com as tecnologias de ensino. Pode-se perceber que cerca de 76% dos participantes não haviam tido contato até então.

Estes resultados conflitam com os dados expostos na figura 2, onde 72% dos participantes haviam afirmado que tiveram contato com disciplina voltadas ao uso de tecnologias o ensino. Este fato pode indicar que, em sua formação inicial, os docentes tenham tido contato unicamente teórico com as TICs, inexistindo o treinamento prático para aquisição de competências e habilidades do seu uso. Adicionalmente, os resultados obtidos expõem a presença de um déficit na formação continuada de professores, uma vez que falta incentivo e apoio para a qualificação desses profissionais (GATTI, 2010). Para Imberón (2010) a formação continuada prepara o professor para os constantes processos de mudança que há na sociedade. A pandemia modificou complementarmente a estrutura escolar de modo que há a necessidade de se repensar as metodologias aplicadas em sala de aula (IMBERÓN, 2010).

Figura 3 - Antes da pandemia você já havia usado alguma tecnologia ou plataforma?



Fonte: O autor.

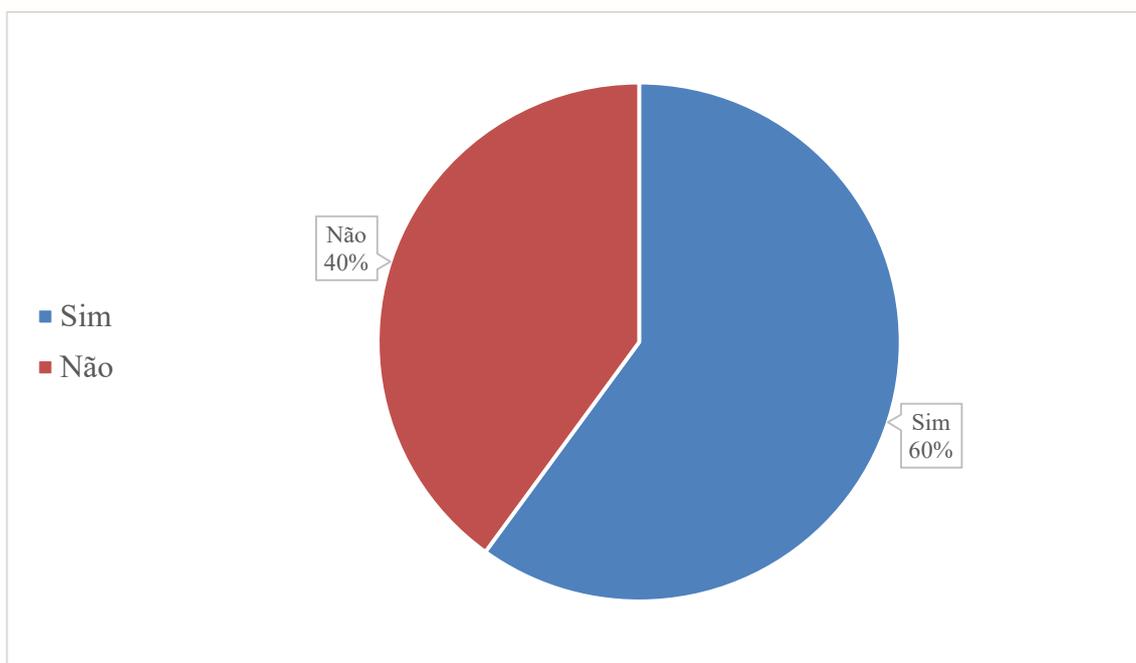
A fim de conhecer as plataformas utilizadas pelos professores para ministras as aulas remotas em tempos de pandemia, os docentes foram questionados em que plataformas de ensino são adotadas por eles. Os participantes responderam que usam, no geral, as plataformas

do Google Meet, Google Classroom e YouTube, visto que através do *smartphone* os estudantes podem ter acesso a essas plataformas. Além disso, o WhatsApp é corriqueiramente empregado na comunicação entre a escola e a família dos discentes, além de ser utilizada a devolutiva das resoluções de questões através das fotografias para correção.

Para os alunos que não dispõem de nenhum tipo de acesso as plataformas de ensino, é disponibilizado pela escola materiais impressos com conteúdo e atividades para serem estudados, resolvidos e devolvidos ao professor responsável.

A seguir, os professores foram indagados se foi durante a pandemia por COVID-19 que os docentes tiveram o primeiro contato com a atual plataforma de ensino. Em suma, cerca de 60% dos participantes afirmaram que sim, conforme está indicado na figura 4. Esse resultado enfatiza a necessidade da capacitação desses profissionais, de modo que, como foi citado, o professor tem a constante necessidade de manter-se atualizado (GATTI;2010; IMBERÓN, 2010).

Figura 4 - Seu primeiro contato com a plataforma adotada de ensino foi durante a pandemia?

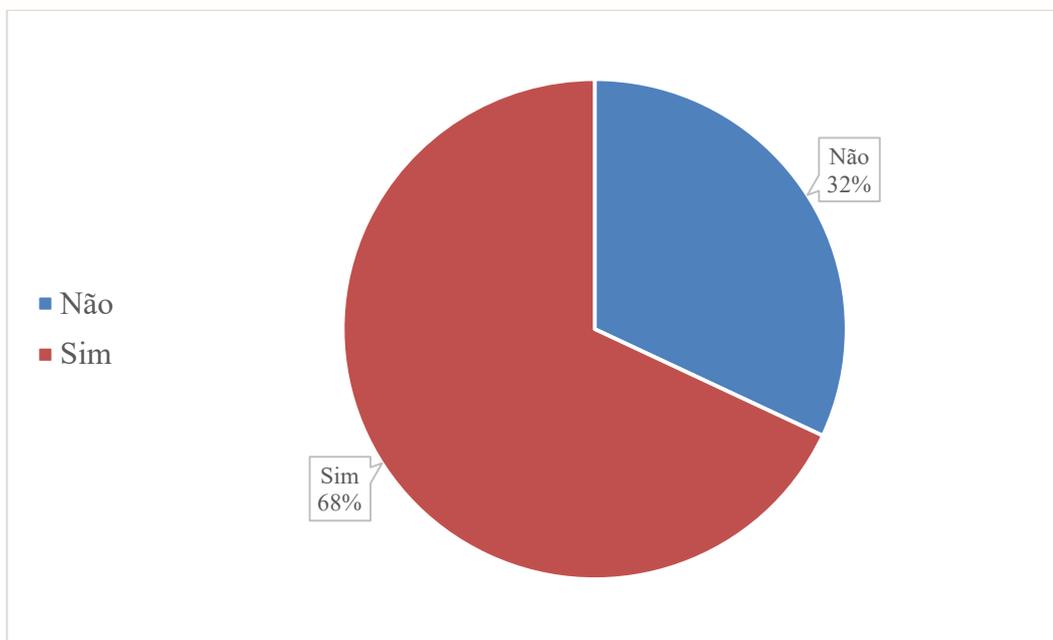


Fonte: O autor.

A seguir se indagou aos participantes se eles tiveram alguma dificuldade em se adaptar à nova forma de ensino. Conforme ilustrado na figura 5, cerca de 68% dos participantes

responderam que sim, expondo que esses profissionais sentem dificuldades em trabalhar no atual modelo de ensino remoto.

Figura 5 - Você teve dificuldade de adaptação nessa nova forma de ensino?



Fonte: O autor.

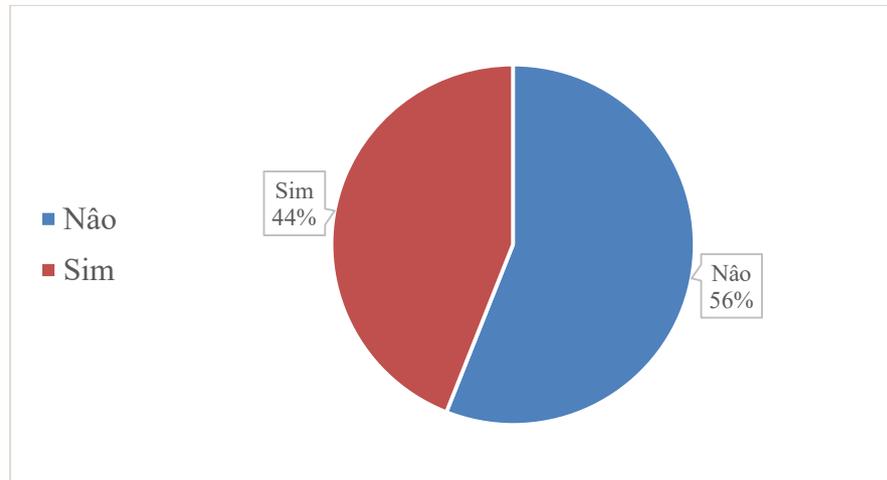
Essa dificuldade estão atreladas a fatores metodológicos, avaliativos e de conteúdos, de maneira que a relação professora aluno é de suma importância para o desenvolvimento do estudante. Para Oliveira e Souza (2020):

“Destaca-se que essa relação professor-estudante é essencial, inclusive, para sanar muitos dos problemas de aprendizagem dos estudantes que podem em alguns casos estar atrelados à metodologia utilizada pelo professor, que geralmente é presença marcante no processo de avaliação definido por este. (OLIVEIRA; SOUZA, p.21,2020)”

Com meses de isolamento social e, consequentemente, de ensino remoto, buscou-se saber sobre a adaptação dos docentes após esse período. As respostas referentes a esse questionamento são ilustradas na figura 6 e revelam que mesmo com o ano letivo já próximo ao fim, cerca de 56% dos professores ainda não se consideram adaptados a nova forma de ensino.



Figura 6 - Você considera-se adaptado com essa nova forma de ensino?



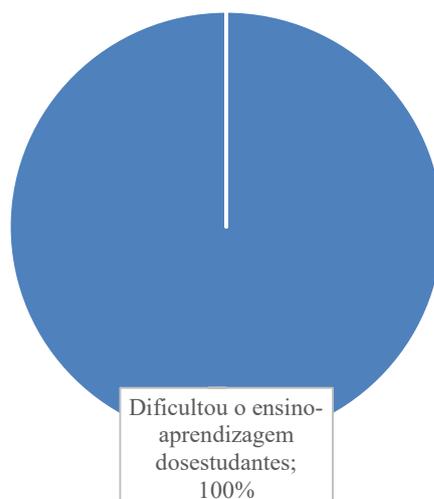
Fonte: O autor.

Essa constatação sugere a preferência desses profissionais pelo ensino presencial. Compreende-se o atual contexto e a necessidade de dar continuidade aos processos educativos, entretanto, autores como Filho e colaboradores (2020) mostram-se preocupados com o prejuízo que esses estudantes terão, dado que nem todas têm acesso as ferramentas tecnológicas, embora haja um acompanhamento por parte da escola.

Afim de denotar a percepção dos docentes em relação ao processo de ensino e aprendizagem, questionou-se sobre sua avaliação da mesma tomando como referência o ensino remoto. Todos os professores revelaram que o ensino remoto dificultou o ensino aprendizagem dos estudantes.

Figura 7 - Como você avalia a aprendizagem dos estudantes no ensino remoto em relação ao ensino presencial?

- Dificultou o ensino-aprendizagem dos estudantes
- Continuou da mesma forma o ensino-aprendizagem dos estudantes
- Melhorou ensino-aprendizagem dos estudantes



Fonte: O autor.

Os achados vão de acordo com o pensamento de Freire, 1996 que afirma a necessidade do contato entre o docente e discente para a construção do saber. Através desse contato ocorre a construção de conhecimento no embate entre as diferentes experiências, conhecimentos, e perspectivas de mundo aliada a reflexão crítica dos fenômenos (FREIRE, 1996).

Por fim, no último questionamento, pediu-se que os docentes relatassem suas experiências com a forma de ensino adotada nesse período de pandemia. No geral os participantes afirmaram não ter sido uma experiência positiva, deste modo por aproximação destaca-se a fala dos “PROFESSOR D”, que engloba as respostas dos demais:

A experiência tem sido complicada devido ao grande volume de trabalho e burocracias, procedimentos documentais e de controle, que são características dessa modalidade de ensino. A carga de trabalho aumentou devido às gravações das aulas, bem como acompanhamento diminuído do aprendizado dos alunos. Pessoalmente, a experiência do ensino remoto me causou aumento da ansiedade, sendo necessário a procura de atendimento psicológico e psiquiátrico (PROFESSOR D).

A fala do PROFESSOR D revela um dado preocupante acerca do contexto da pandemia. A Organização Mundial da Saúde (OMS) afirma que o coronavírus está afetando a saúde mental das pessoas, de maneira que há um aumento nos casos de ansiedade e depressão (UNITED NATIONS, 2020). Outra síndrome que pode surgir devido à exaustão desses profissionais é a síndrome de Burnout, uma vez que, conforme afirma o professor D, há um aumento na carga de trabalho desses profissionais (CARLOTO, et. al, 2006).

Outra fala que engloba os anseios dos participantes é a fala do PROFESSOR H, que afirma que:

Os desafios no ensino remoto são muitos, desde a dificuldade de acesso às tecnologias de ensino que boa parte dos alunos têm, a falta de apoio de alguns pais (em muitos casos por não terem o conhecimento necessário), até mesmo a busca pela participação dos alunos nas aulas remotas. Aprendi muito neste período de aulas remotas sobre métodos de ensino e, também, sobre a estrutura familiar de cada aluno. Sempre busquei gravar vídeos e/ou fazer aulas online para que a perda de aprendizagem fosse mínima, mas apenas uma pequena parcela dos alunos aproveitavam os momentos (PROFESSOR H).

A resposta do PROFESSOR H vai de encontro a Filho e colaboradores 2020, que expõem as problemáticas relativa à falta de acesso de alguns estudantes, além do mais expõe a problemática relativa à assimilação dos conteúdos por parte dos discentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pandemia de COVID-19 mostrou como uma mudança repentina pode acarretar problemas na educação, tanto para os estudantes que acabam por ter um ensino debilitado, como também para o docente, que teve que se reinventar, visto que a adaptação ao ensino remoto não foi e nem está sendo fácil, conforme os dados do estudo.

Entre os principais problemas apresentados, a ansiedade e distúrbios similares foram os que mais causaram preocupações, as obrigações antes delimitadas por horário de trabalho passaram a conflitar com o tempo particular de cada um. As cobranças por sua vez, maiores do que as normais, tornaram-se uma bomba relógio para o bem estar dos profissionais.

Conforme todos os dados, ficam questionamentos: Como ficará a educação destes jovens após o ensino remoto? como o déficit de aprendizagem irá prejudicar essa geração de estudantes que naturalmente encontra-se em um cenário precário, cheios de desmontes e retrocessos?

É evidente que a sociedade e suas instituições sociais bem como as expressões culturais dessas instituições não serão mais as mesmas após esse momento de pandemia. Contudo a reestruturação da educação e dos ambientes escolares se faz necessário e obrigatoriamente perpassa por dar condições mínimas do ponto de vista físico, instrucional e psicológico para que os docentes possam atuar com eficácia nesse novo contexto.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos aos professores Escola de Ensino Infantil e Fundamental Maria Áurea Leal Rodrigues Guerra, pela participação da pesquisa.



REFERENCIAS

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. Gestão de tecnologia na escola. Série “Tecnologia e Educação: Novos tempos, outros rumos” - Programa Salto para o Futuro. Setembro, 2002.

BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto. Conselho Nacional de Educação/ Conselho Pleno. Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002. Institui diretrizes curriculares 10205 nacionais para a formação de professores da educação básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília, DF, 18 fev. 2002.

CARLOTTO, Mary Sandra; PALAZZO, LÍlian dos Santos. Síndrome de burnout e fatores associados: um estudo epidemiológico com professores. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, p. 1017-1026, 2006.

CASTELLS, Manuel. **A Sociedade em Rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

DE FRANÇA FILHO, Astrogildo Luiz; DA FRANÇA ANTUNES, Charles; COUTO, Marcos Antonio Campos. ALGUNS APONTAMENTOS PARA UMA CRÍTICA DA EaD NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA EM TEMPOS DE PANDEMIA. **Revista Tamoios**, v. 16, n. 1, 2020.

DE OLIVEIRA, Hudson do Vale; DE SOUZA, Francimeire Sales. Do conteúdo programático ao sistema de avaliação: reflexões educacionais em tempos de pandemia (COVID-19). **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 2, n. 5, p. 15-24, 2020.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GATTI, Bernardete A. Formação continuada de professores: a questão psicossocial. **Cadernos de pesquisa**, n. 119, p. 191-204, 2003.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

HACK, Josias Ricardo. Introdução à educação à distância. Florianópolis: LLV/CCE/UFSC, 2011.

IIVARI, N.; SHARMA, S.; VENTÄ-OLKKONEN, L. Digital transformation of everyday life – How COVID-19 pandemic transformed the basic education of the young generation and why information management research should care? **International Journal of Information**

Management, n. June, p. 102183, 2020.

IMBERNÓN, Francisco. **Formação continuada de professores**. Artmed Editora, 2010.

MEC / SEED – Programa Nacional de Formação Continuada em Tecnologia Educacional PROINFO INTEGRADO. Introdução á Educação Digital: caderno de estudo e prática – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação à Distância; 2008. 268p.

MERCADO, Luís Paulo Leopoldo. Formação docente e novas tecnologias. **Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática. Maceió: EDUFAL**, p. 11-28, 2002.

MINAYO, M. C. S. (Org.). (2001). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. Rio de Janeiro: Vozes.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. (Org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 16ª edição. Petrópolis: RJ. Vozes, 2000.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. O desafio do conhecimento. 11 ed. São Paulo: Hucitec, 2008.

MORIN, E. Os sete saberes necessários à educação do futuro. São Paulo: Cortez; Brasília, Distrito Federal: UNESCO, 2000.

Pádua EMM. Metodologia da pesquisa: abordagem teórico-prática. 9ª edição. Campinas: Papirus; 2003.

PEREIRA, Rita de Cassia de Senna Perreira. **Tecnologias Assistivas e Deficiência: algumas considerações**. Revista Educação, Tempo, Digitalização.v.13, n.1, p.119-133, jul/dez .2011

SOUSA, A. da S. Q.; RAMALHO, B.L. Políticas de Formação de Professores no Brasil e a modalidade a distância: pontos para reflexão, IN Revista Exitus UFOPA Belém, PA: Editora: Destaque-se- ano 2, 2012.

UNITED NATIONS. Policy brief: COVID-19 and the need for action on mental health. 2020.

DESCARTE DE MEDICAMENTOS: UM PROBLEMA NA REGIÃO DO SERIDÓ NA DEGRADAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Márcia Maria Fernandes Silva¹
Whiston Thiago de Azevedo Santos²

RESUMO

Diante de tantas formas de degradação ao meio ambiente, o descarte de medicamentos de maneira incorreta proporciona prejuízos ao meio ambiente, aos seres vivos e a saúde pública. Alguns dos principais fatores desse problema no Brasil estão relacionados na falta de incineradores ou o processo de logística reserva, de políticas públicas e de uma legislação específica. O objetivo deste trabalho está relacionado numa análise bibliográfica sobre os impactos que os medicamentos podem ocasionar ao meio ambiente. Teve-se também como objeto de estudo a realização de pesquisas em algumas cidades da região do Seridó, tendo como um público de 45 famílias, funcionários de farmácias e secretários de saúde. Após isso, foram ministradas palestras em três escolas nas turmas dos terceiros anos, e uma palestra no IFRN-CN abordando sobre os impactos ambientais ocasionados através de medicamentos, relacionando às práticas incorretas, além da falta de conhecimento por parte das pessoas, de uma legislação que norteie a população e de incineradores. Observou-se que boa parte das pessoas não têm o conhecimento sobre o processo de descarte de medicamentos, sendo jogados principalmente no lixo comum, pias e vasos sanitários. Outro fator importante estar relacionado nas farmácias que não auxiliam no recolhimento e não prestam nenhum auxílio quanto a informação e o recolhimento desses resíduos, além disso, os municípios não têm desenvolvido um projeto para o recolhimento. Por conseguinte, as palestras realizadas sobre essa problemática, transmitiram aos alunos informações, esclarecimentos de dúvidas e mostrou a realidade dos municípios dessa região.

Palavras-chave: Meio ambiente, Descarte, Resíduos.

INTRODUÇÃO

Em um mundo de constantes transformações, onde a problemática do consumo, da poluição, queimadas, desmatamento, provocam danos ao meio ambiente, dentre eles o aquecimento global. Com o avanço das indústrias esses problemas tiveram um impacto maior, influenciando também no crescimento demográfico, ocasionando assim, impactos ao meio ambiente. Outro fator relacionado a isso, destaca-se o descarte casual de medicamentos vencidos pode ter como consequências impactos ambientais proeminentes, afetando diversos ecossistemas (MELO et al., 2005).

O problema quanto ao descarte de medicamentos que passam do prazo de validade ou que não foram consumidos, na maior parte dos casos, são jogados diretamente ao meio ambiente. Outra dificuldade estar na grande quantidade de medicamentos que são produzidos pelas indústrias, gerando assim um maior número de embalagens e de sobras de medicamentos que terão como destino o lixo comum. Além disso, um dos grandes geradores de resíduos são as unidades que prestam serviços de saúde, tanto os relacionados com o atendimento à saúde

humana ou animal, quanto às farmácias de manipulação, drogarias e distribuidores de produtos farmacêuticos.

O fácil acesso a esses produtos faz com que muitas vezes as pessoas antes de utilizarem os medicamentos por completo já compram outro ou consomem apenas até o tratamento, e quando vencidos são jogados principalmente no lixo comum e vasos sanitários. A principal forma de entrada de resíduos de medicamentos no meio ambiente é por meio do lançamento direto na rede de esgotos domésticos, tratados ou não, em cursos de água (MELO et al. 2009 p.188 apud CORREIA; SANTOS, 2014, p.3; PINTO, Et al, 2017).

O descarte de alguns grupos de remédios, por exemplo, devem ser alvo de atenção especial, pois existem bactérias resistentes a substâncias contidas neles; quando esses são jogados nos rios, podem afetar os organismos de seres aquáticos, impedindo a reprodução deles, além da contaminação do lençol freático.

Esse assunto é também de importância para o Poder Público para que elaborem projetos no desenvolvimento de recolhimento desses resíduos. As farmácias também podem contribuir prestando informações e sendo pontos de coletas. O tema também é importante na área da educação ambiental sendo propagada de forma que aproxime a humanidade e a natureza, gerando vínculos de conscientização, a fim de permitir a ampliação de percepções e mudanças de atitude.

Este trabalho está relacionado numa análise bibliográfica quanto ao descarte de medicamentos e de como essa prática vem sendo feita. A falta de informação das pessoas, falta de infraestrutura, de uma Legislação específica que norteie o procedimento correto, vê-se a necessidade de medidas e informações sobre o descarte desses resíduos para minimizar esse problema que degrada ao meio ambiente.

O trabalho foi desenvolvido em quatro partes, na primeira, foram visitadas um total de 45 residências, nas cidades de Acari, Currais Novos e Jardim do Seridó, para se ter conhecimento, quais os cuidados que esses moradores têm com os medicamentos. Na segunda etapa, teve-se o objetivo de saber, quais as medidas tomadas por parte das farmácias, na terceira etapa foi-se as Secretarias de Saúde desses municípios obter informações se eles tinham algum projeto em desenvolvimento para minimizar esse problema. Por fim, foram ministradas palestras nas turmas do terceiro ano das escolas: Escola Estadual Professora Iracema Brandão de Araújo, da cidade Acari, Escola Estadual Doutor Silva Bezerra de Melo, em Currais Novos, e no Centro Educacional Felinto Elísio no município de Jardim do Seridó, abordando esse tema.

¹Doutora pelo Curso de Química da Universidade Federal da Paraíba, Campus III, marciafsil762@gmail.com;

²Graduado do Curso de Lic. Química do Instituto Federal do Rio Grande do Norte, whistonthg@gmail.com;

METODOLOGIA

A pesquisa nas residências foi realizada nas cidades de Acari, Currais Novos e Jardim do Seridó, apesar de serem cidades pequenas que não apresentam um número demográfico tão alto, onde foram entrevistadas um total de 45 famílias. A pesquisa foi voltada com perguntas sobre, o que as pessoas têm feito com medicamentos vencidos, qual o modo de descarte, nisso também foi perguntado se tinham algum conhecimento sobre o assunto, se tinham recebido alguma orientação ou informação quanto a isso, e se tinham o conhecimento de alguns danos causados ao meio ambiente quando jogados incorretamente.

Para as farmácias da região foram entrevistadas 10, onde foi exposto que os resultados apurados seriam apenas para dados estatísticos e que não seriam divulgados os nomes desses estabelecimentos. Elaborou-se um questionário para as farmácias do Seridó, com os seguintes questionamentos, se esses locais tinham algum farmacêutico responsável, quais as medidas tomadas quando os medicamentos estão próximos ou quando passam do prazo de validade, se os funcionários possuem o conhecimento quanto ao modo correto de descarte, se transmitiam alguma orientação aos clientes quanto ao descarte e armazenamento de medicamentos, se a farmácia participa de algum programa ou “parceira” com alguma empresa para que seja feito o procedimento de descarte corretamente.

Essas informações foram feitas seguindo algumas das recomendações dispostas na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) da ANVISA Nº 44/2009.

Buscou-se também neste trabalho envolver os governos municipais para ajudar a minimizar esse problema, onde foi conversado com Secretários de Saúde dessas cidades sobre o assunto deste trabalho e quais as medidas tomadas por parte do governo.

A última etapa foi o desenvolvimento do trabalho socioeducativo, nas quais foram realizadas palestras abordando o assunto descarte de medicamentos relacionando com a química orgânica para as turmas de terceiros anos do Ensino Médio nas seguintes escolas: Escola Estadual Professora Iracema Brandão de Araújo na cidade de Acari, Escola Estadual Doutor Sílvio Bezerra de Melo em Currais Novos e no Centro Educacional Felinto Elísio no município de Jardim do Seridó.

Em outra oportunidade esse assunto foi debatido na Semana do Meio Ambiente, realizado no IFRN campus Currais Novos, na qual foi feito através de uma mesa redonda com o tema “Meio Ambiente e Química”, onde houve também a participação de alguns ex-alunos e alunos do curso de Licenciatura em Química dessa mesma instituição.

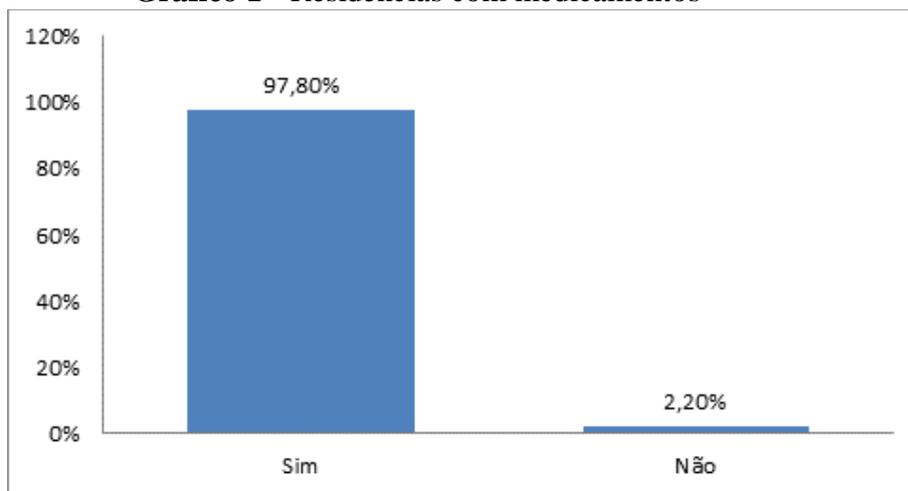
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pesquisas nas residências

No início das perguntas algumas pessoas acharam estranho o tema a ser tratado, mas no decorrer da conversa foram sentindo-se mais à vontade. Após a realização dessa pesquisa e observando os resultados colhidos pôde-se analisar algumas semelhanças e distinções no que se refere ao comportamento das pessoas quanto ao tema descarte de medicamentos. A partir destes dados foram discutidos os resultados a seguir:

A primeira questão tratou da presença de medicamentos nas residências, os resultados obtidos mostraram que há muitos domicílios que acumulam medicamentos, isso porque algumas pessoas são medicadas por causa de algum tratamento ou os têm como uma forma de utilização quando necessário. O Gráfico 1 mostrou que das 45 famílias entrevistadas, 97,8% possuem medicamentos em suas residências.

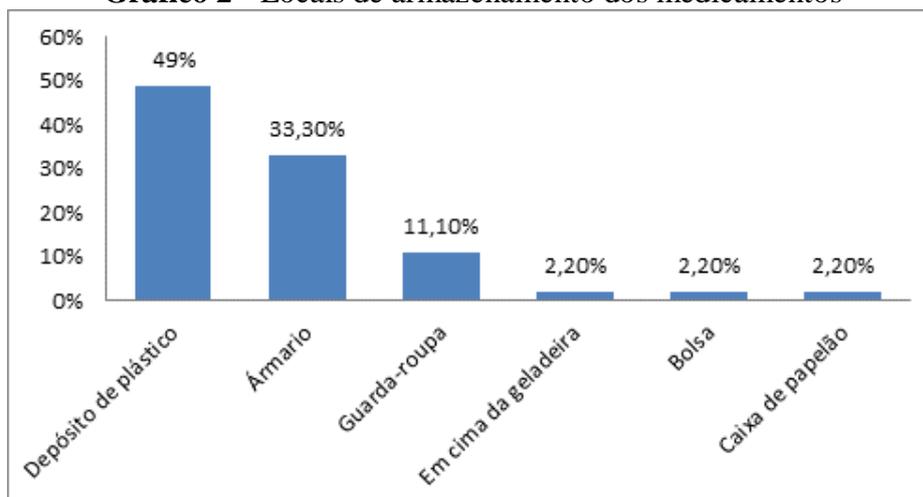
Gráfico 1 - Residências com medicamentos



Fonte: Pesquisa de Campo.

Diante dos dados mostrados percebeu-se que com a presença de medicamentos nas residências, há probabilidade de um acúmulo e o não uso deles, podendo ocasionar seu vencimento, pois na maior parte dos casos as pessoas consomem até a cura de determinada doença, com exceção daquelas que dependem de um tratamento médico. Além disso, deve-se ter os devidos cuidados quanto a forma de armazená-los, preservando sua identidade e integridade química, física e microbiológica. No que se refere a esse assunto o Gráfico 2 mostrou onde esses resíduos são guardados pelas pessoas.

Gráfico 2 - Locais de armazenamento dos medicamentos

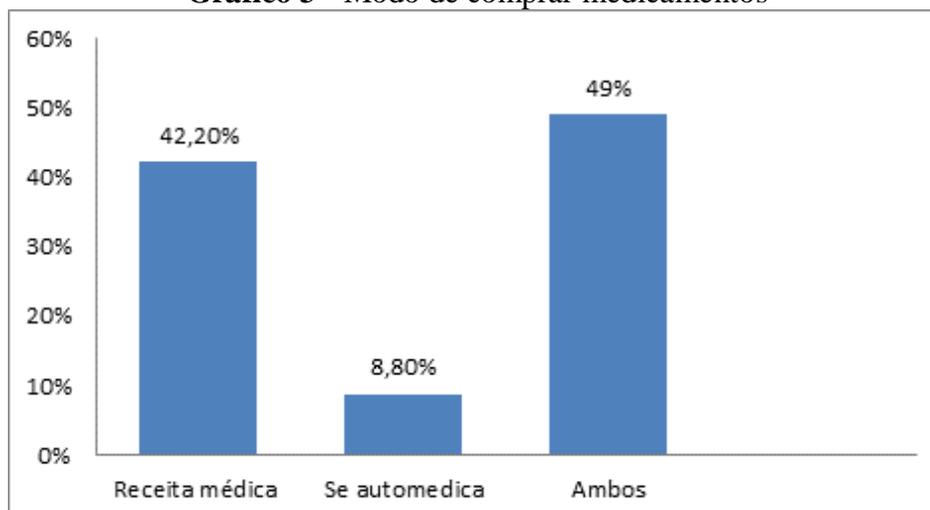


Fonte: Pesquisa de Campo

O §2º do Art. 35 da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) Nº 44/2009 da ANVISA estabelece que o ambiente deve ser mantido limpo, protegido da ação direta da luz solar, umidade e calor, de modo a preservar a identidade e integridade química, física e microbiológica, garantindo a qualidade e segurança dos mesmos; essa resolução está voltada para as farmácias, porém é de conhecimento também para os usuários.

Ao serem questionados quanto a forma da compra de medicamentos, a maior parte dos entrevistados responderam que realizavam das duas formas, isso porque alguns são vendidos apenas com receita médica e a automedicação se dá para aquelas doenças “menos graves” como a gripe, resfriado, dor de cabeça entre outras.

Gráfico 3 - Modo de comprar medicamentos

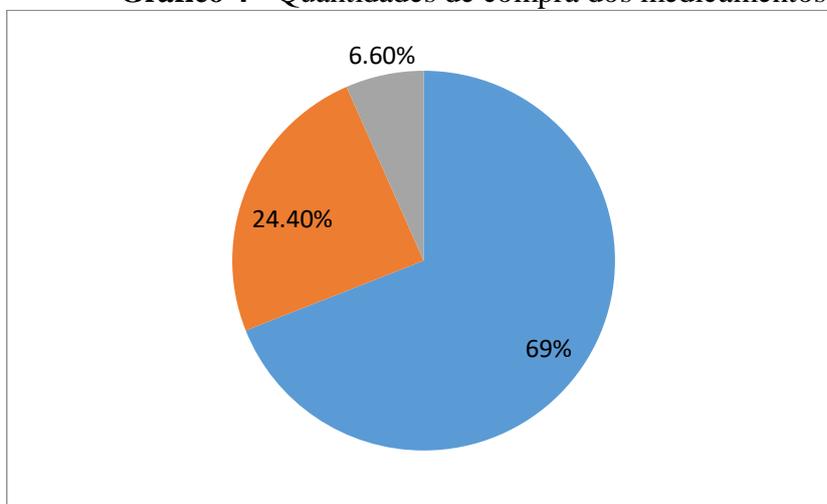


Fonte: Pesquisa de Campo

Apesar das duas formas de compra serem utilizadas pelas pessoas, essa é feita na maior parte dos casos proporcional ao tratamento. O Gráfico 4 demonstrou que 69% dos entrevistados

têm o cuidado ao comprar uma quantidade que seja utilizada apenas no tratamento da doença, 24,4% responderam que compram uma quantidade maior e 6,6% aderem as duas formas.

Gráfico 4 - Quantidades de compra dos medicamentos

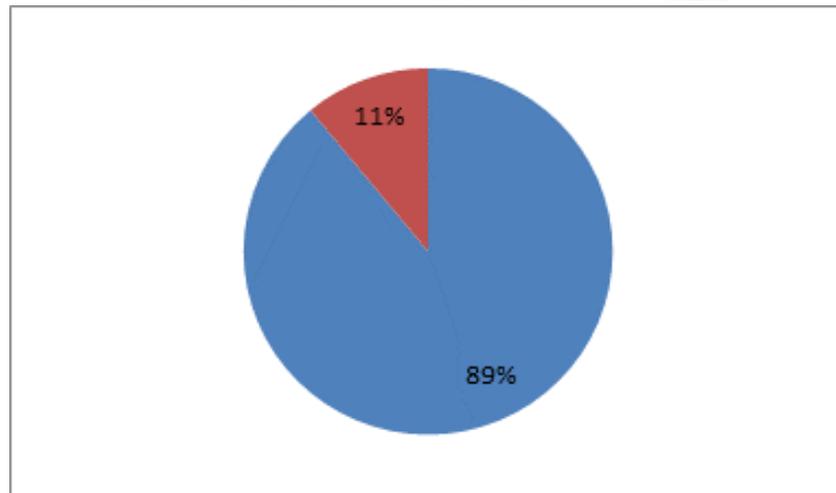


Fonte: Pesquisa de Campo

Observou-se que a maior proporção está relacionada aos medicamentos que são vendidos sem receitas médicas, como para o tratamento de doenças como gripe, resfriado, dores de cabeça. Porém, ao analisar esses dados, pode ser destacado novamente, uma maior proporção de medicamentos nas residências, ou seja, em caso de não os consumir podem ultrapassar a validade e serem jogados de forma incorreta.

O acúmulo de medicamentos pode gerar um número elevado desses resíduos sólidos vencidos nas residências, como as pessoas aderem as duas formas, tanto por receitas médicas quanto por automedicação. Observou-se que esses fatores podem contribuir também para uma maior proporção de medicamentos vencidos; diante desse estudo, o Gráfico 5 trouxe uma demonstração de residências que apresentam remédios vencidos, onde 89% das pessoas responderam que tinham medicamentos vencidos em suas casas e 11% disseram que não.

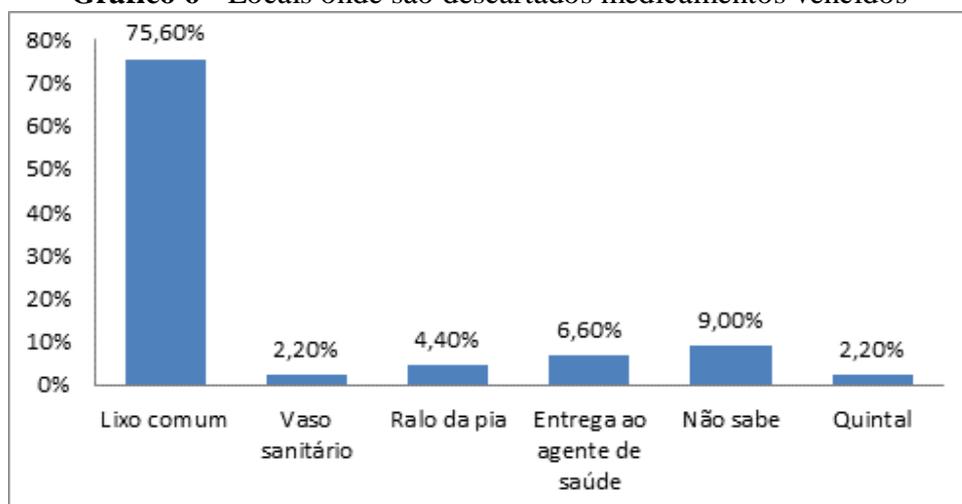
Gráfico 5 - Residências com medicamentos vencidos



Fonte: Pesquisa de Campo.

Quanto ao destino final, Observou-se no Gráfico 6 que o número estatístico de remédios vencidos presentes nas casas, mostrou o quanto deve ser levado a sério no que se refere a esse assunto, apesar quer, havendo esse acúmulo a maior parte deles são jogados ou descartados de forma incorreta, afetando diretamente o meio ambiente. Seguindo esse estudo, o lixo comum foi apresentado em maior proporção como destino final desses resíduos, outros têm o comportamento de entregar aos agentes de saúde para que levem para os postos de saúde para serem incinerados juntamente com os do município. Outros locais também foram citados, como, vaso sanitário, ralo das pias e do banheiro e no quintal. “A inutilização e o descarte desses produtos deve obedecer às exigências de legislação específica para Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, assim como normas estaduais ou municipais complementares” (ANVISA, 2009, p.4).

Gráfico 6 - Locais onde são descartados medicamentos vencidos

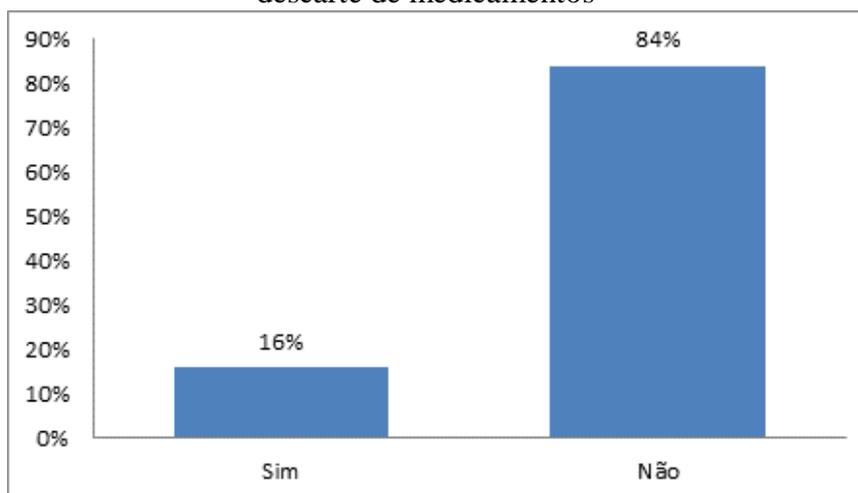


Fonte: Pesquisa de Campo

Outro ponto é a informação e a orientação aos cidadãos, esse problema envolve diversos fatores, seja por parte do Poder Público que não oferece melhores condições de infraestrutura para o processo de incineração, bem como falta de alguma lei que estabeleça meios para minimizar esse problema, além das pessoas que não têm essa cultura de procurar descartar os medicamentos corretamente, porém elas sentem a necessidade de obter alguma informação ou orientação quanto a esse assunto, onde 84% nunca receberam nenhum conhecimento quanto a isso, e 16% já obtiveram, como mostrado no Gráfico 7.

Também é fundamental o envolvimento de várias entidades, em forma de parcerias: a Prefeitura do Município, o Governo do Estado, indústrias farmacêuticas, distribuidoras de medicamentos, empresas de transporte, empresas responsáveis pelo aterro ou incineração, sindicatos, associações e as farmácias e drogarias (que seriam os postos coletores dos medicamentos) (MEDEIROS; MOREIRA; LOPES, 2014, p.658).

Gráfico 7- Pessoas que receberam informação ou orientação quanto armazenamento e descarte de medicamentos

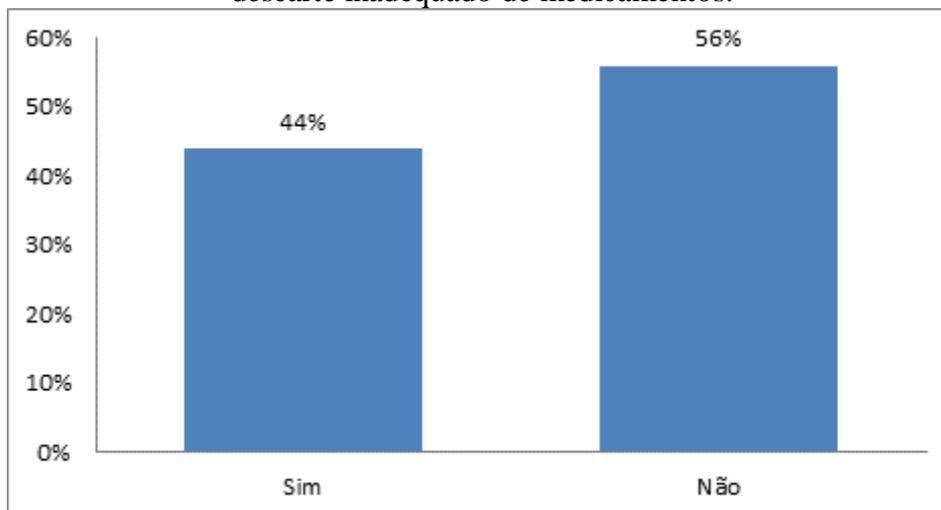


Fonte: Pesquisa de campo

A falta de informação para as pessoas contradiz o que estabelece a RDC 44/2009, onde o estabelecimento farmacêutico deve assegurar ao usuário o direito à informação e orientação quanto ao uso de medicamentos (ANVISA, 2009, p.5). Além de que o usuário dos produtos comercializados em farmácias e drogarias, conforme legislação vigente, tem o direito a obter informações acerca do uso correto e seguro, assim como orientações sobre as condições ideais de armazenamento (ANVISA, 2009, p.6).

Buscou-se saber se essas pessoas tinham algum conhecimento relacionado aos malefícios que o descarte inadequado de medicamentos pode causar ao meio ambiente. Nesse ponto, os que foram mais citados pelos entrevistados foram: poluição do solo e da água, como ilustrado no Gráfico 8.

Gráfico 8 - Pessoas com conhecimento quanto aos malefícios ao meio ambiente causado por descarte inadequado de medicamentos.



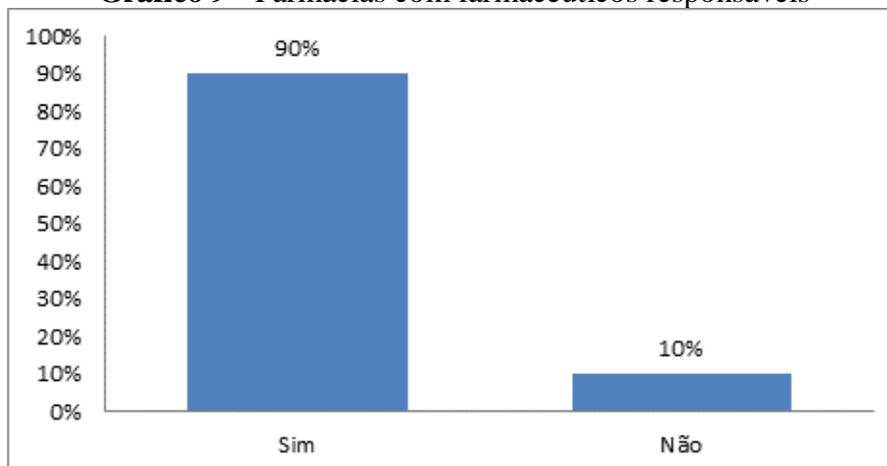
Fonte: Pesquisa de campo

Pesquisas nas farmácias

Após a pesquisa ser realizada nas residências, a próxima etapa desse trabalho foi de obter informações de algumas farmácias das cidades pesquisadas, visando perceber se esses estabelecimentos seguem condições mínimas para o cumprimento das boas práticas farmacêuticas escritas na RDC N° 44/2009 da ANVISA, na qual assegura que os funcionários devem prestar informações ou orientação aos usuários quanto aos cuidados que deve-se ter com os medicamentos.

Segundo a Resolução da ANVISA N° 44/2009, as farmácias e drogarias devem apresentar obrigatoriamente um farmacêutico responsável durante o horário de funcionamento. De acordo os resultados, a maior parte desses estabelecimentos tem a disponibilização de algum farmacêutico como mostrou o Gráfico 9.

Gráfico 9 - Farmácias com farmacêuticos responsáveis



Fonte: Pesquisa de Campo

O estabelecimento que não apresentou farmacêutico responsável estava em um processo de transição, ou seja, mudança de uma pessoa para ocupar esse cargo. Como ilustrado no Gráfico 9.

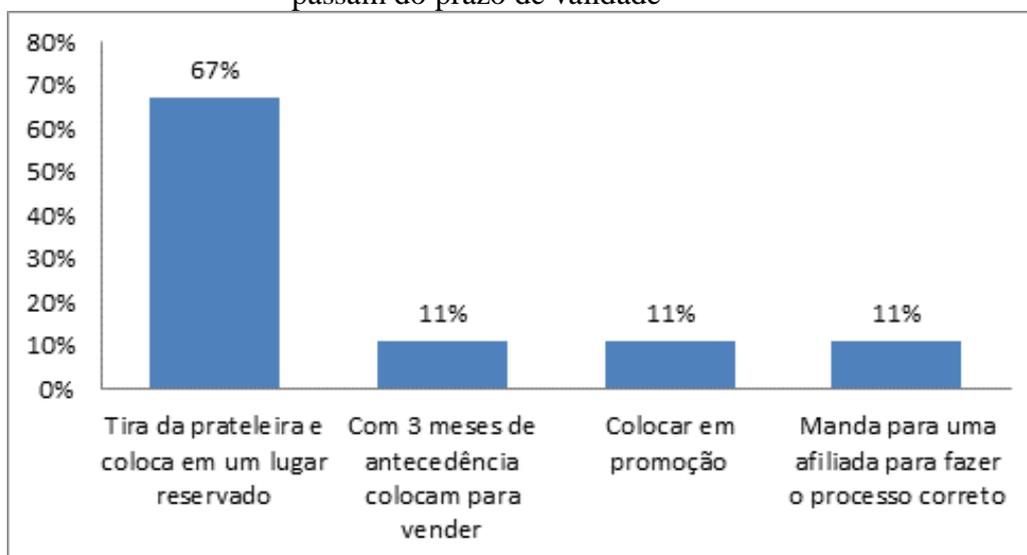
Os cuidados com esses resíduos quando estão próximos ou passam do prazo de validade são trabalhados de formas diferentes. Algumas farmácias retiram das prateleiras em um determinado tempo e colocam em lugares reservados; enviam para outra farmácia afiliada para ser feito o processo correto; e outras colocam em promoção. O Gráfico 10 mostrou o percentual das medidas tomadas nesses estabelecimentos.

Quanto aos cuidados com esses produtos, a Resolução da ANVISA N° 44/2009 decreta que:

Art. 38. Os produtos violados, vencidos, sob suspeita de falsificação, corrupção, adulteração ou alteração devem ser segregados em ambiente seguro e diversos da área de dispensação e identificados quanto a sua condição e destino, de modo a evitar sua entrega ao consumo.

§4° A política da empresa em relação aos produtos com o prazo de validade próximo ao vencimento deve estar clara a todos os funcionários e descrita no Manual de Boas Práticas Farmacêuticas do estabelecimento (ANVISA, 2009, p.4).

Gráfico 10- Medidas que são tomadas quando os medicamentos estão próximos ou passam do prazo de validade

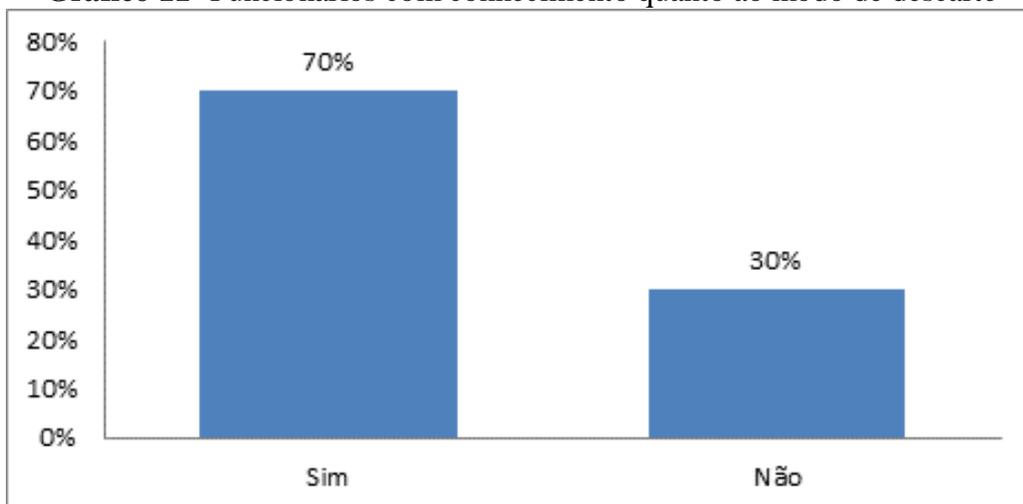


Fonte: Pesquisa de Campo

De acordo com as informações do Gráfico 10 observou-se que algumas farmácias seguem o que estabelece as normas de boas práticas, disponibilizada pela ANVISA, porém a maneira de colocar em promoção pode ser um problema, pois se o usuário não consumir durante o tempo determinado, não será mais útil para o consumo humano, podendo passar do prazo de validade e ser jogado de maneira incorreta ao meio ambiente.

Conforme as práticas dos funcionários, 70% deles possuem o conhecimento quanto ao modo correto de descarte na farmácia, e 30% não têm esse conhecimento. De acordo com o que foi observado no Gráfico 11, eles informaram que esse processo está mais voltado para a empresa que faz o processo de recolhimento e de incineração.

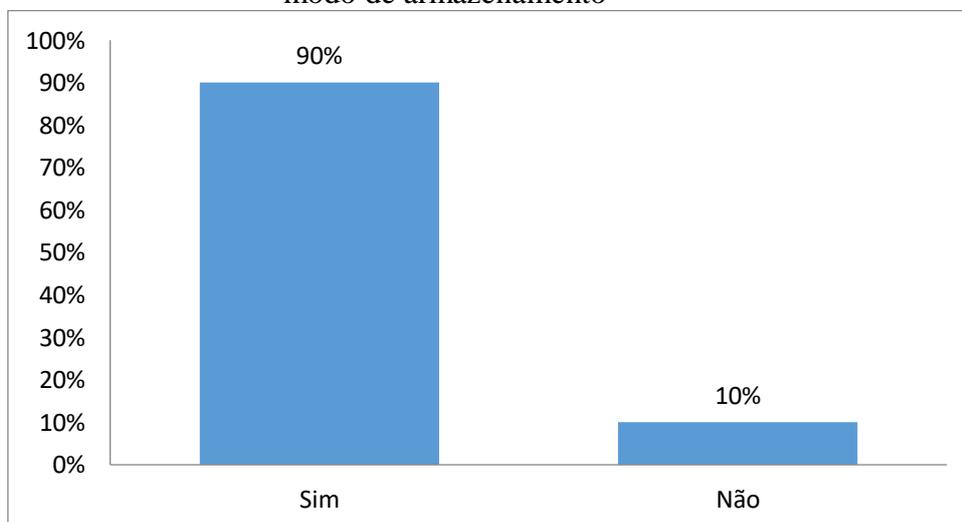
Gráfico 11- Funcionários com conhecimento quanto ao modo de descarte



Fonte: Pesquisa de Campo

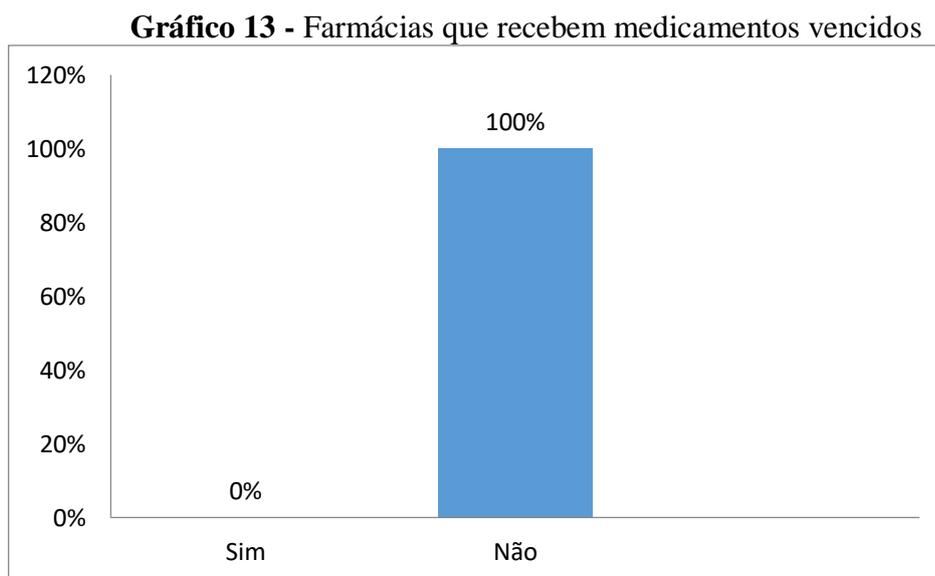
A maior parte dos Funcionários entrevistados informou que orientam os clientes quanto aos cuidados do prazo de validade e o modo de armazenar os medicamentos. O estabelecimento farmacêutico deve assegurar ao usuário o direito à informação e orientação quanto ao uso de medicamentos (ANVISA, 2009). A prática de informar aos clientes pode ajudar de maneira que eles possam ter os cuidados necessários ao descartarem os medicamentos. O Gráfico 12 mostrou o percentual do qual é realizado.

Gráfico 12 - Funcionários que orientam aos clientes quanto ao prazo de validade e modo de armazenamento



Fonte: Pesquisa de Campo.

Foi perguntado se as Farmácias recebem medicamentos da população, além da falta de informação que deixam de prestar às pessoas, outro problema é a falta de recolhimento para que sejam descartados juntamente com os da farmácia, isso porque geraria um alto custo, porém foi relatado também que a população não tem a cultura de se informar e de entregar esses resíduos. Como observado no Gráfico 13.



Fonte: Pesquisa de Campo

Iniciativas dos municípios

Foi realizada uma visita às Secretarias de Saúde dos municípios pesquisados, onde foi conversado sobre esse assunto. Os secretários responderam que não sabem como é feito o processo de descarte do município, porém os medicamentos, os lixos dos hospitais e dos postos de saúde são recolhidos por uma empresa para o processo de incineração. Nesses municípios não existe nenhum projeto que contribua no recolhimento de medicamentos da população.

Foi sugerido para os mesmos a possibilidade de o município trabalhar em conjunto com os agentes de saúde no recolhimento de medicamentos. Dessa forma, seriam levados para os postos, e por sua vez, enviados à empresa que faz o processo de descarte. A ideia foi bem aceita por eles, pois atividades que contribuam para o bem-estar da população são sempre bem-vindas.

Trabalho socioeducativo

Em outra etapa do trabalho, foram ministradas palestras em três turmas dos terceiros anos do Ensino Médio, na Escola Estadual Professora Iracema Brandão de Araújo, localizada na cidade de Acari; na Escola Estadual Doutor Sílvio Bezerra de Melo, em Currais Novos, e no

Centro Educacional Felinto Elísio no município de Jardim do Seridó, tendo a participação de alunos e de professores.

Os participantes demonstraram interesse sobre o assunto, na qual nunca tinham sido informados sobre os cuidados com os resíduos de medicamentos, assim como, o modo de fazer o descarte.

Ao serem questionados quanto às medidas tomadas por eles, responderam que não tinham o cuidado com o prazo de validade, e que havia medicamentos vencidos em suas residências e que são jogados no lixo no comum.

As palestras serviram como uma orientação, informação e conscientização sobre esse assunto, podendo ser também fundamental para argumentos dissertativos em provas de redação do Enem a que forem prestar. Esse tema também foi abordado em palestra na Semana do Meio Ambiente do IFRN-campus Currais Novos como ilustrado na imagem 1, onde houve também outras palestras sobre outras formas de poluição ao meio ambiente.

Imagem 1 - Palestra no IFRN campus Currais Novos



Fonte: Própria

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho fez uma análise de como as pessoas tratam esses resíduos nas cidades de Acari, Currais Novos e Jardim do Seridó, ambas da região do Seridó, onde o processo de

descarte é realizado de forma negativa. Os municípios também não oferecem à população pontos de coleta e não têm uma lei ou projeto para desenvolver esse trabalho nas cidades.

Na análise bibliográfica, observou-se que em algumas cidades do nosso país, já é desenvolvido um trabalho de coleta desses resíduos, porém a região do Seridó ainda não progrediu sobre as coletas, apesar de ter sido decretada a Lei Nº 10.094/2016 pelo governo do Rio Grande do Norte sobre a coleta e o descarte de medicamentos vencidos no estado. No que se refere ao nosso país, precisa-se investir em melhorias, uma delas é a implantação de políticas públicas e uma legislação vigente que trate desse assunto, apesar de que, também, o Brasil é muito pobre em questões como, a falta aterros sanitários, e incineradores que possam contribuir para que o meio ambiente não seja tão atingido.

O estudo mostrou que boa parte da população de algumas cidades da região do Seridó, não tem o conhecimento sobre esse assunto. Os municípios, por meio das Secretarias de Saúde, deveriam trabalhar no aspecto de recolher medicamentos, podendo confeccionar cartazes onde pudessem ser de fácil visualização pelas pessoas, podendo ser recolhidos pelos agentes de saúde que frequentemente passam nas residências, além de deixarem nos pontos específicos para a coleta.

Como foi visto, esse problema envolve diversos fatores, entre eles está a falta de interesse das pessoas, onde muitas vezes não têm o cuidado de ler as bulas dos medicamentos, porém, acredita-se que através de divulgação, campanhas nos municípios, dentre outros, esse problema possa ser diminuído. As farmácias e drogarias também poderiam contribuir de maneira informativa para as pessoas, quanto aos cuidados que se deve ter com esses resíduos.

Outra maneira desse tema ser tratado seria nas escolas, onde muitas vezes os alunos aprendem de forma repetitiva algumas formas de degradação ao meio ambiente, e são deixados de lado diversos meios de poluentes para o ambiente, isso foi observado nas palestras nas escolas, onde os alunos demonstravam nunca ter alguma informação quanto a esse assunto. As escolas poderiam contribuir ainda com pontos de coletas de sobras de medicamentos, assim, com a ajuda do poder municipal seriam levados pelas empresas que fazem o processo de recolhimento dos resíduos do município. Nesse sentido, compreende-se, portanto, a grande importância de um trabalho de conscientização e intervenção como prevenção ao mau descarte de resíduos de medicamentos.

REFERÊNCIAS

ANVISA. Resolução da diretoria colegiada – RDC nº 44, de 17 de agosto de 2009. **Diário Oficial [da] União**, p. 86, em reunião realizada em 14 de julho de 2009. Disponível em: http://cfo.org.br/wp-content/uploads/2010/02/180809_rdc_44.pdf. Acesso em: 04 set. 2020.

CORREIA, E. J; SANTOS, K. A. **Estudo do descarte de medicamentos realizado com a população da zona leste de São Paulo**. In: Congresso Nacional de Iniciação Científica 14, 2014. **Anais... 2014**. Disponível em: <<http://conic-semesp.org.br/anais/files/2014/trabalho-1000017288.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2020.

ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. **Decreto nº 10.094, de 04 de agosto de 2016**. Dispõe sobre a coleta e o descarte de medicamentos vencidos no Estado do Rio Grande do Norte, e dá outras providências, Natal, 4 ago. 2016. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/gac/DOC/DOC000000000124034.PDF>>. Acesso em: 04 set. 2020.

MEDEIROS, M. S,G; MOREIRA, L. M. F; LOPES; C. C.G. O. Descarte de medicamentos: programas de recolhimento e novos desafios. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, 35(4): 651-662, 2014. Disponível em: <http://servbib.fcfa.unesp.br/seer/index.php/Cien_Farm/article/viewFile/2783/2783>. Acesso em: 04 set. 2020.

MELO, V. et al. Descarte de medicamentos vencidos por usuários residentes na cidade de São Paulo. In: CONGRESSO PAULISTA DE FARMACÊUTICOS, 14; 2005: São Paulo. **Anais...** São Paulo, SP, 01 a 0 out. 2005. Out. Disponível em <<http://www.oswaldocruz.br/download/artigos/saude20.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2020.

PINTO, N.B; LUSTOSA, J.P.G; FERNANDES, M.C.A. **O descarte incorreto de fármacos e seus impactos no meio ambiente e na saúde pública**. Revista de Pesquisa Interdisciplinar, Cajazeiras, n.2, suplementar, p.563 - 570, 2017. <[file:///D:/Downloads/357-1470-1-PB%20\(1\).pdf](file:///D:/Downloads/357-1470-1-PB%20(1).pdf)>. Acesso em: 04 set. 2020.

RAMOS, H.M.P; CRUVINEL, V.N.R; MEINERS, M.M.M.A; QUEIROZ, C.A; GALATO, D. **Descarte de medicamentos: uma reflexão sobre os possíveis riscos sanitários e ambientais**. Ambiente. Sociedade. vol.20, n.4, p. 149-174, 2017. <https://www.scielo.br/pdf/asoc/v20n4/pt_1809-4422-asoc-20-04-00145.pdf>. Acesso em: 04 set. 2020.

DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM E A INSERÇÃO DE SITUAÇÕES PROBLEMAS COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA

Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira¹

Flávio José da Silva²

Valeria da Silva Ferreira³

Everton Vieira Silva⁴

RESUMO

A adoção de metodologias específicas e padronizadas de ensino, como é o caso da vertente restritamente tradicionalista, não tem favorecido a aprendizagem e acarreta em desmotivação e déficit de aprendizagem dos discentes. No ensino de química percebe-se ainda mais essa dificuldade e desinteresse, principalmente em conteúdos que envolvam teorias e cálculos matemáticos, como é o caso da Cinética Química, muitas vezes trabalhada através da memorização de conceitos e fórmulas e desvinculada do dia a dia, acarretando em uma considerável rejeição dos discentes. Nesse contexto, pesquisadores da educação química tem procurado desenvolver propostas metodológicas diversificadas e que contribuam para um processo formativo eficiente e funcional. Este estudo buscou discutir as dificuldades de aprendizagem e propor a inserção de situações problemas como ferramenta para o ensino de Cinética Química. Para isso, foi realizada uma pesquisa explicativa e de cunho bibliográfico. Em seguida, construíram-se cinco propostas de situações problemas relacionados à temática de Cinética Química, de modo que possam ser utilizados como ferramenta para facilitar a aprendizagem. Para isso, foram adotados diferentes contextos que envolvam o cotidiano dos discentes e contribuam para a relação entre teoria e prática. Constatou-se que é possível utilizar essa metodologia em sala de aula, pois possibilita o protagonismo dos discentes na resolução de problemas cotidianos e contribui para uma relação efetiva entre teoria e prática. Portanto, compreende-se que apesar dos empecilhos envolvendo a educação, a metodologia de situações problemas surge como mais uma possibilidade de promover o ensino de qualidade e com aprendizagens significativas.

Palavras-chave: Metodologias inovadoras; Processo de Ensino Aprendizagem; Construção do conhecimento; Aprendizagem significativa.

¹ Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Química da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, darlei.oliveira@aluno.uepb.edu.br;

² Graduando pelo Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, flavio_josel@hotmail.com.com;

³ Graduanda pelo Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, coautor1@email.com;

⁴ Professor Doutor do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Campina Grande- UFCG,

Uma das grandes dificuldades encontradas nos processos de ensino aprendizagem está relacionada com os métodos de ensino utilizado pelo professor. Tradicionalmente, esses métodos têm focado apenas em aulas teóricas e expositivas, o que vem apresentando uma ineficiência no atendimento das necessidades impostas por componentes curriculares, como é o caso da Química. Para o ensino de Química, que muitas vezes era apresentado de forma abstrata, deve passar a ser relacionada com cotidiano do aluno e requer ainda mais o uso de recursos didáticos diferenciados (materiais para experimento e jogos lúdicos, por exemplo) aliados a metodologias inovadoras, como a adoção de tecnologia e situações problemas (ROCHA; VASCONCELOS, 2016). Todo esse conjunto pode contribuir para um processo de ensino e aprendizagem mais dinâmico, efetivo e significativo.

Percebe-se que essa proposta de ensino tradicional supramencionada, torna a aprendizagem pragmática e sem eficácia, isto é, com a construção do conhecimento unidirecional, na qual o aluno apenas escuta e aceita passivamente a exposição do professor (BENEDETTI FILHO; CAVAGIS; BENEDETTI, 2020). Por isso, essa abordagem passa ser insuficiente, pois é preciso instigar o aluno a pensar, refletir e tomar suas próprias decisões e conclusões sobre determinados assuntos.

Contribuindo com esse pensamento, Lima (2012) defende que o tempo de permanência dos alunos na escola deve auxiliar na formação de cidadãos capazes de entender o mundo, compreender notícias, discutir e argumentar suas concepções e não apenas cumprir o currículo escolar.

Em relação ao ensino de Química, um dos conteúdos que possibilita a capacidade de fomentar os questionamento e indagações dos alunos é a Cinética Química, principalmente por apresentar relação direta com o cotidiano. No entanto, observam-se muitas reclamações por partes dos discentes na forma em que a temática é abordada em aula, sendo muitas vezes, a sequência traçada do livro didático direcionamento para explanação dos conceitos, teoria e cálculos matemáticos que envolvem o assunto. Além disso, os docentes tem considerado o conteúdo como de difícil abordagem devido à necessidade de interpretação de dados experimentais, bem como leitura de tabelas e elaboração de gráficos, necessitando assim uma compreensão mais complexa, acarretando em uma aprendizagem deficitária (SOUSA et al, 2020).

O conteúdo de Cinética Química apresenta uma significativa importância para compressão de fenômenos que ocorrem no cotidiano do aluno, como por exemplo, na

conservação de alimentos. Assim, o ensino investigativo apresenta condições de potencializar essas abordagens com propriedades. De acordo com a BNCC (2018) os instrumentos para realizar uma investigação com os alunos podem ser: Reconhecimento de problemas, elaboração de questões, sugerir e testar hipóteses, propor argumentos e explicações, produzir ações de investigações entre outros.

Destarte, destaca-se a possibilidade de realizar um ensino investigativo através de situações problemas, e com isso, dar suporte ao ensino, pois essas atividades possuem atribuições que facilitam à construção do conhecimento. Segundo Fernandes e Campos (2017) fazer o uso de resolução ou situação problema no ensino de Química são viáveis, uma vez que pode integrar diversos conceitos dessa ciência que se relacionam simultaneamente aos três objetos de estudo que compõem essa componente curricular (Constituição, propriedades e transformações das substâncias e dos materiais).

Portanto, para a pesquisa em tela, objetivou-se realizar uma discussão a respeito das dificuldades de aprendizagem, e a partir dessa discussão propor a inserção de situações problemas no ensino de Cinética Química como ferramenta didático-pedagógica. Desta forma, contribuir com alternativas de aprendizagens significativas na área da Química, tratando-se especificamente do conteúdo de Cinética.

PERCURSO METODOLÓGICO

Nesse estudo buscou-se pesquisar as dificuldades de aprendizagem e a inserção de situações problema como ferramenta para o ensino de Cinética Química, o que caracterizou a pesquisa como sendo do tipo explicativa e fazendo uso de uma revisão bibliográfica qualitativa acerca da temática estudada.

Segundo Duarte et al. (2009) a pesquisa explicativa diz respeito aquelas que tem como foco central identificar os motivos que determinam a ocorrência dos fatos. Esse tipo de trabalho são os que mais investigam o entendimento da realidade, já que esclarece o motivo do porquê das coisas, sendo o modelo mais complexo e delicado, tendo em vista que cometer erros é um risco que pode comprometer a qualidade da pesquisa.

Com relação à revisão bibliográfica, é dado o primeiro passo para o levantamento de hipóteses e questionamento, pois ela proporciona ao pesquisador o primeiro contato com os problemas que envolvem determinados temas. Assim, a pesquisa bibliográfica pode ser feita através da leitura de publicações já realizadas, como: livros, artigos científicos, *sites* especializados entre outras fontes (PIZZANI, 2012; GERHARDT, SILVEIRA, 2009).

Portanto, para realização dessa revisão, os dados foram coletados em bancos de dados bibliográfico, tais como: Periódicos CAPES, *Google Acadêmico*, *Scielo*, Sistema de Biblioteca da UFCG e Biblioteca Digital Brasileira de Tese e Dissertação (BDTD). Nessa pesquisa digital foram adotados alguns critérios para seleção de artigos, Dissertações, Teses e Livros para leituras, tais como: Um delineamento temporal, sendo selecionadas as publicações recorrentes dos últimos 10 anos e foram consideradas como palavras-chaves para realização das buscas: dificuldades de aprendizagem, metodologias de ensino de Química, situação problema com ferramenta didática, ensino de Cinética Química.

A partir desse levantamento, construiu-se cinco propostas de situações problemas relacionados a temática de Cinética Química e de modo que possam ser utilizados como ferramenta para facilitar a aprendizagem, para isso foram adotados diferentes contextos que envolvam o cotidiano dos discentes e contribuam para a relação entre teoria e prática.

O ENSINO DE QUÍMICA E A DIFICULDADE DE APRENDIZAGEM DE CINÉTICA DE QUÍMICA

A Química é uma ciência que apresenta muitos dos seus conceitos e conteúdos de uma forma abstrata, como a descrição da estrutura íntima da matéria, isto é, os elétrons, os átomos e moléculas, que não podemos ver o que requer uma boa capacidade de imaginação (GONÇALVES, 2016). Diante disso, relaciona-la com os acontecimentos do cotidiano pode favorecer na sua compreensão, pois é notória a sua íntima relação com simples atividades do dia a dia, como fazer um café, conservar um alimento, cozinhar e entre outras atividades. Tratando-se do ensino de Química, utilizar metodologias simples, mas de um modo contextualizado pode contribuir para uma aprendizagem mais significativa. Portanto, para que se tenha um avanço na qualidade do ensino deste componente curricular precisam-se ser adicionadas aos seus conhecimentos teóricos, práticas que se relacionem com as realidades dos alunos (DANTAS, 2019).

Entretanto, tem-se observado em diversas situações, que o ensino de Química vem sendo abordado de forma restritamente tradicionalista, com o professor apenas transmitindo um conhecimento descontextualizado e os alunos “atuando” como meros ouvintes. Isso proporciona aos discentes diversas dificuldades, entre aprender os conceitos e teorias e a capacidade de relacionar o assunto com o cotidiano. Sendo assim, faz-se necessário uma metodologia ensino que proporcione a compreensão da importância da Química, e sobretudo,

possam compartilhar e relacionar esse conhecimento com seu contexto social, de modo a solucionar problemas que o norteiam, seja ele de cunho ambiental, alimentar ou de saúde (BENEDETTI FILHO; CAVAGIS; BENEDETTI, 2020).

Existem diversas barreiras que dificultam a progressão efetiva na aprendizagem dos conteúdos de Química, pois segundo Paz e Pacheco (2010), além das diversas dificuldades apontadas pelos estudantes em aprender Química, eles também não conseguem entender a razão de estudar o componente curricular, pois na maioria das vezes a abordagem apresentada não possibilita ao discente a compreensão da sua importância e a sua relação direta com o cotidiano.

Segundo Sousa (2010) aspectos como a falta de contextualização do assunto; ausência recursos tecnológicos; ausência de experimentação; falta do hábito de leitura, muitas vezes causadas por uma biblioteca com poucos itens disponíveis, intensificam o desinteresse por partes dos alunos e muitas vezes dos próprios professores. Todas essas questões comprometem a evolução do ensino de Química, como também avançar na discussão de assuntos mais complexos, como é o caso da Cinética Química, que envolve a compreensão de teorias, fórmulas e leituras de gráficos e tabelas.

Por isso, Gonçalves (2019), apontam algumas maneiras que podem corroborar no despertar os alunos em querer aprender o conteúdo de Química, tais como: relacioná-lo com o dia a dia dos alunos, realização de experimentação entrelaçados com a teoria abordada em sala de aula, fazer uso de situações problemas para despertar a curiosidade, tornar o discente protagonista da aprendizagem, utilizar atividades lúdicas (jogos e aplicativos), entre outras práticas.

Portanto, atrelado a esse contexto, o ensino de Cinética Química precisa ser fundamentado para os discentes a partir de metodologias como as indicadas por Gonçalves (2019). Contudo, ao elencar esse tema, Barbosa (2018), relata que os alunos do ensino médio tem o primeiro contato com a Cinética Química de maneira monótona, com o professor reproduzindo apenas o que está descrito no livro didático. Apesar de ser um assunto bem presente nas vivências dos alunos (como a utilização da garrafa térmica para conservar a temperatura do café), muitas vezes não é levado em consideração os seus conhecimentos prévios.

A aprendizagem da Cinética Química tem sua importância destacada facilmente, principalmente devido à boa parte de suas teorias estarem relacionadas com fenômenos que podem ser constatados na vida diária de qualquer pessoa. Bem trabalhado, esse conteúdo pode ser um potencializador do interesse dos alunos em querer se aprofundar no universo da

Química, pois quem não gostaria de saber por que determinado alimento se decompõe mais rápido fora da geladeira? Conceitualmente, a Cinética Química trata justamente da velocidade com que as reações ocorrem (BATISTA;GOMES, 2020).

No entanto, os docentes têm considerado o tema de Cinética Química como sendo de difícil abordagem, justificado pelo seu caráter empírico e abstrato, pois para uma melhor compreensão de alguns conceitos, como é o caso da velocidade de uma reação química necessita-se a interpretação de dados experimentais e o entendimento do caráter dinâmico das partículas. Dessa forma, o estudante precisa transitar entre o mundo macroscópico e o microscópico, o que requer uma compreensão mais complexa da natureza da matéria e os fenômenos de reações (MARTORANO; JUNIOR; MARCONDES, 2013).

Sabe-se que para uma apresentação de modo significativo da Cinética é preciso abordar de modo interdisciplinar, devido as diversas situações que envolvem a interpretação de dados experimentais e entendimento dos fenômenos. Portanto, passa a ser fundamental o desenvolvimento de habilidades relacionadas à leitura de tabelas e elaboração de gráficos no estudo do conteúdo em questão, para que o estudante possa explicar os diferentes dados cinéticos, que são obtidos experimentalmente e compreender, por exemplo, o efeito da variação da concentração na velocidade de uma reação química (MARTORANO; CARMO; MARCONDES, 2014).

Assim sendo, o estudo de Cinética Química proporciona ao estudante a compreensão de diversos processos existentes no dia a dia, o que torna fundamental as formas de abordagem e contextualização utilizada pelo docente (MARTORANO; CARMO; MARCONDES, 2014). Outro aspecto impotente que vale destacar é capacidade com que o aluno compartilhar esse conhecimento com as pessoas ao seu redor, ou seja, é preciso que ele não só aprenda, mas que utilize para ajudar a sua sociedade através dos fundamentos da Cinética Química.

SITUAÇÕES PROBLEMAS APLICADAS AO ENSINO: CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS

A educação, em um contexto geral, vem enfrentando diversos desafios para promover um ensino de qualidade e contribuir para os avanços econômicos e sociais. Entre esses empecilhos, a falta de investimento na formação de professores tem comprometido a atuação do docente na educação básica, pois, o mau desempenho na graduação corrobora para um profissional sem criatividade para propor diferentes formas de lecionar. Esse conjunto de

fatores reflete na formação de um cidadão ético e preocupado com as questões humanas e com a colaboração para o desenvolvimento científico, tecnológico, social, cultural, econômico e ambiental (SOUZA; DOURADO, 2015).

Diante dessa problemática, ainda sim, autores como Ferretti (2018) reforça que o professor precisa buscar, dentro de sua realidade, a melhor forma de promover um ensino de qualidade. Além de contribuir também para construção de uma sociedade crítica e posicionada com relação às questões que envolvem, principalmente, seu contexto social.

Por isso, diferentemente do ensino tradicionalista, as práticas de ensino inovador tendem a buscar novas alternativas nos processos educacionais, para potencializar as possibilidades de mudança (ROCHA; VASCONCELLOS, 2016). Nesse sentido, surge a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), como uma metodologia inovadora, opondo-se aos modelos tradicionais. Para Lima (2012) a ABP ou ensino por investigação, tem como principal objetivo a aprendizagem por meio de situações problemas ou enigmas que melhorem suas habilidades cognitivas fundamentais a todas as áreas de conhecimento, centrando o ensino no discente.

A ABP é capaz de favorecer características essenciais para futura carreira profissional do estudante, tais como: adaptações às mudanças; capacidade de resolver problemas em situações não rotineiras; a adoção de uma metodologia organizada; trabalho em equipe; construção de um pensamento crítico e inovador; habilidade de reconhecer pontos fracos e fortes e ainda empenho com o aprendizado. Essas características podem incentivar os discentes a iniciarem seus próprios caminhos (SILVA, 2017). Além disso, percebe-se que ABP possibilita desenvolver um trabalho sem grandes recursos.

No processo de ensino aprendizagem, o discente deve ser levado a mobilizar frequentemente seu conhecimento fazendo uma inter-relação contínua entre conceito e aplicação prática, o ensino fundamentado na solução de problemas, podendo colaborar para a inserção dos conhecimentos declarativos e procedimentais. No entanto, é importante salientar que, assim como todo método de ensino, a ABP possui limitações, pois requer uma grande dedicação no planejamento, aplicação e avaliação das atividades por parte do docente (FREIRE; JÚNIOR; SILVA, 2011).

Neste sentido, Raimondi e Razzoto (2020), destacam em seu estudo as atribuições que os docentes precisam desenvolver para elaborar uma aula que envolva situações problemas, sendo: a construção do problema inicial, que deve ser instigante assim como de fácil assimilação; manter o aluno focado, bem como os envolver na estratégia de resolução; sanar as dificuldades exposta pelos discentes em fazer uso do raciocínio lógico; interpretação do

enunciado; compreensão do que está sendo exposto; seleção dos conceitos que são essenciais para resoluções de problemas. Também, é importante salientar que uma metodologia nova, não é garantia de sucesso, é preciso o conhecimento do método e dedicação do professor para o seu êxito.

Para Magedanz e Herber (2016), as contribuições envolvendo uma aprendizagem baseada em problemas, são dadas pelo fato do foco principal ser o discente. Isso possibilita aos alunos a oportunidade de lidar com o propósito de buscar conhecer, compreender, e resolver situações que os desafie. Com base no entendimento prévio dos estudantes, a ABP está focada nas questões da pesquisa, no aprender a analisar, criar possibilidades e testá-las, tendo assim o conhecimento para resolução dos problemas. Os estudantes não transcrevem e nem absorvem ideologias do exterior, mas sim criam suas próprias concepções através de observações e experiências vivenciadas.

Outro ponto positivo da ABP destacado por Silva (2019) é a possibilidade de colocar o discente em uma condição aproximada de sua realidade, fazendo com que ele perceba a utilidade da Química na resolução de problemas do cotidiano. Além disso, corrobora no favorecimento de um sentido mais abrangente, e não apenas em uma simples aplicação de formulas e equações, que muitas vezes são aplicadas sem contextualização e sem reflexão.

De acordo com Borochovicus e Tortella (2014) a aprendizagem baseada em problemas apresenta contribuições para a sociedade, pois um profissional formado nesse contexto de aprendizagem estará sempre buscando respostas para problemas que envolvem a sociedade com intuito de contribuir para sua melhoria.

Para o êxito dessa metodologia é necessário que os professores apresentem conhecimento do método, e não o torne apenas como uma aula expositiva, por isso, é importante que o docente esteja apto a proporcionar um ensino interdisciplinar e contextualizado. Logo, quando o docente consegue fazer com que os estudantes consigam solucionar problemas propostos, passa a proporcionar o desenvolvimento de práticas que torna o discente apto a usar o que foi aprendido na resolução de situações cotidianas (MEDEIROS, 2019).

Neste sentido, com a finalidade de proporcionar aos estudantes um envolvimento, a situação problema precisa partir de acontecimentos relevantes do contexto histórico, local e cultural dos discentes. A observação e interpretação da situação problema através das noções científicas e de senso comum possibilita aos alunos a pensar sobre a problemática, construir questionamentos e apresentar argumentos, apontando opções prováveis de resolução (NUNES; HERNANDEZ; GALIAZZI, 2015).

Para compreender como é dado o processo de construção de uma situação problema, Prates Junior e Simões Neto (2015), apresentam os pontos que precisam está explícito na criação dessa proposta: um contexto, um problema, uma série de restrição e um conjunto de recursos que desperte o interessante do aluno.

Portanto, percebe-se que nas literaturas produzidas sobre ABP, há um consenso em relação as suas características básicas. Diversos autores reconhecem que a ABP possibilita a religação dos saberes, o alcance de conhecimentos transdisciplinares, a evolução de habilidades, de competências e ações em todo método de aprendizagem, além de beneficiar a execução de seus princípios em outros contextos da vida do discente. Logo, a ABP exibe-se como um método didático transdisciplinar que possibilita uma aprendizagem integrada e contextualizada. (SOUZA, 2015).

PROPOSTAS DE SITUAÇÕES PROBLEMAS APLICADOS AO ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA

A construção das propostas das situações problemas estão esquematizadas em quadros. Na primeira problematização (Quadro 01) observa-se uma situação que pode ocorrer com qualquer pessoa, nela o sujeito precisa resolver um problema de imediato. Logo a proposta coloca o aluno a pensar sobre a resolução do mesmo e conseqüentemente compreender a relação da Cinética Química envolvida para obtenção de bons resultados.

Quadro 01 – Proposta de situação problema para escolha de uma ação imediata de um medicamento

Propostas	Situação Problema	Questionamentos
Proposta 01	Suponha Você vai a um restaurante e come tudo o que tem direito e depois acaba passando mal, necessitando de um antiácido (efervescente). Como estar passando mal e precisa que o remédio reaja rápido, você usaria o comprimido inteiro ou no formato de pó?	Há uma diferença significativa entre os dois? Descreva a diferença entre os dois tipos? Qual dos dois traria um efeito mais rápido, e por quê?

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

De acordo com a situação problema destacada no Quadro 01, o professor pode utilizar essa abordagem para aplicação do conteúdo de Cinética Química, pois na ocasião o discente

precisa identificar qual medicamento apresentará um efeito mais rápido e consistente. Além disso, observa-se que é uma situação comum que pode acontecer com o aluno ou ser vivenciado por ele. Desse modo, Nunes (2015) destaca a importância de abordar no ensino de Química, tópicos relevantes e que possam ser relacionados com situações comuns da vida do discente.

Compreende-se que a proposta pode ser usada no conteúdo de superfície de contato, na qual se observa a velocidade com que cada medicamento irá atuar e atingir os efeitos desejados. Além disso, percebe-se que a situação pode envolver questões interdisciplinares, como no caso da medicina, farmácia, podendo também incluir a área da economia, pois é preciso levar em conta o custo benefício que o medicamento apresenta. Todo esse contexto potencializa a capacidade cognitiva e de construção do conhecimento do aluno, isto é, promove a aprendizagem significativa (GONÇALVES, 2016; BATISTA; GOMES, 2020).

Na sequência, a situação problema observada no quadro 02 traz uma problematização a respeito do uso da palha de aço para lavagem dos utensílios domésticos. Na ocasião, o aluno é posto a investigar um processo de oxirredução e identificar em qual situação esse fenômeno irá ocorrer primeiro.

Quadro 02 – Situação Problema envolvendo o processo da velocidade em que a Oxirredução ocorre

Propostas	Situação Problemas	Questionamentos
Proposta 02	Em sua casa, ao lavar a louça, sem a intenção, você abre duas palhas de aço que estão embaladas. Uma delas é molhada com água e a outra foi deixada exposta ao ar livre. Poucos dias depois nota-se a presença de ferrugem em ambas, porém em quantidade diferente.	Qual das duas palhas de aço teve uma maior formação de ferrugem mais intensa? E porque isso aconteceu? Caso uma das palhas de aço estivesse na embalagem, esse processo aconteceria? Explique.

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Na proposta apresentada no Quadro 02, o docente fará uso do conteúdo de velocidade das reações, as influências que ocasionam a reação e os aspectos que levaram tal fato acontecer. O estudante através de seus conhecimentos prévios, irá formular possíveis soluções para o problema e o docente poderá estimular o trabalho em equipe, fazendo com que os alunos troquem experiências e busquem construir o conhecimento de modo compartilhado.

Martins e colaboradores (2016) ressaltam a importância da realização de trabalhos em equipe. O autor destaca que quando o aluno é estimulado a desenvolver atividades em grupo isso contribui não só para o compartilhamento de ideia, mais também nas vivências do no âmbito de sociedade, flexibilizando o pensamento do discente e auxiliando no desenvolvimento da autoconfiança e resolução de problemas. A escola, de uma forma geral, precisa assumir esse papel de formadora de cidadãos éticos e que busquem viver harmoniosamente em sociedade.

Diante disso, percebe-se que o ensino de Química não está relacionado apenas com aplicações de formulas e conceitos. Esta ciência pode envolver diversas situações que são de extrema importância para o desenvolvimento pessoal, cidadão e profissional do aluno. É através dessa concepção de educação que podemos melhorar e contribuir para os avanços sociais, econômicos e ambientais, três pilares muito importante na formação escolar.

A respeito do Quadro 03, que também envolve uma situação problema do cotidiano do aluno, o conceito de cinética química pode ser identificado na proposta e relaciona-se com a conservação de alimentos, isto é, como fomentar a longevidades de frutas sem comprometer a saúde do consumidor e apresentar as condições nutricionais adequadas.

Quadro 03 – Situação Problema sobre conservação de Frutas

Proposta	Situações problemas	Questionamentos
Proposta 03	Você e seu amigo desejam fazer uma salada de frutas, para a sobremesa da tarde. Então decidem cortar a metade de algumas frutas, como: Maça, Banana e Pêra e guardam a outra metade. Mais tarde eles perceberam que as frutas cortadas e reservadas estavam escuras.	Explique que processo ocorreu para que as frutas ficassem escuras? Poderia ser feito algo para minimizar esse efeito?

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Diante da observação do Quadro 03, a situação problema desenvolvida permite a realização de um debate produtivo entre os alunos. Além disso, pode-se realizar uma experimentação real, por exemplo: ao iniciar a aula, o professor corta a maça em duas partes, deixando uma delas exposta ao ar e a outra coberta por plástico PVC ou armazenada em um determinado recipiente. Assim, ao final da aula observa-se o que aconteceu com ambas partes da maça e solicita que os alunos apresentem respostas para os fenômenos ocorreram.

O debate em sala de aula segundo Mello (et al., 2020) colabora com a interação e a

diferentes de descrever determinadas situações. Esse tipo de metodologia instigam os alunos a criarem seus argumentos e apresentar um posicionamento crítico em relação ao assunto abordado. Além disso, também contribui para uma aprendizagem significativa e corrobora com a formação cidadã, pois o aluno terá vivenciado e compreenderá a importância de expor suas opiniões e conhecimentos a respeito de determinada temática. Esse tipo de abordagem também pode ser realizado com a proposta descrita no Quadro 04.

Quadro 04 – Situação Problema sobre conservação de alimentos

Proposta	Situação Problema	Questionamentos
Proposta 04	Certo dia, sua mãe comprou 2 kg de carne no mercado local. Chegando a sua residência, ela cortou a carne em algumas fatias para ser guardada. Um fato inusitado aconteceu na hora de guardar no frizer, ela esqueceu uma das fatias, que acabou ficando exposta ao ar. No dia seguinte, tendo percebido o ocorrido, ela verificou que a fatia esquecida estava escurecida, mas as que estavam no frizer apresentavam em bom estado.	Porque a carne que ficou na geladeira não estragou também? Poderia ser feito outro processo, para conservar a carne que ficou exposta ao ar?

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Além das possibilidades já mencionadas para explanação da proposta do Quadro 04, o professor também pode fazer uso das tecnologias digitais como vídeo, aplicativos, *podcast* entre outros recursos tecnológicos. Através dessas ferramentas, o professor poderá expor parte do problema e buscar despertar a curiosidade do discente sobre a temática apresentada, tendo em vista que nos dias atuais essas tecnologias estão presentes na rotina deles. Em seguida, exhibe a situação problema que expõe o subtema de conservação dos alimentos e assim pode gerar discussões produtivas acerca das hipóteses levantadas, dando ao discente autonomia para produção do conhecimento e torná-lo protagonista da aprendizagem.

Essa discussão pode ser pautada na busca em *web sites* específicos do tema, sempre com a supervisão do professor. Portanto, a situação problema pode sim ser realizada de forma mais sofisticada, envolvendo os recursos disponíveis para realização das atividades. De acordo com Barbosa, Oliveira e Martins (2017), quando professor apropria-se das ferramentas tecnológicas para ministrar sua aula um leque de possibilidades é aberto, pois o mundo da tecnologia apresenta muitas informações, mas é importante que as fontes sejam criteriosamente escolhidas.

A última proposta de situação problema elaborada nesta pesquisa está esquematizado no Quadro 05. Realiza-se uma abordagem sobre o uso da água oxigenada, comumente utilizada para o tratamento de feridas na pele, devido à sua ação antisséptica em atuar contra células de bactérias presentes em um machucado.

Quadro 05 – Situação Problema envolvendo água oxigenada (H_2O_2)

Proposta	Situação Problema	Questionamentos
Proposta 05	Água oxigenada é um composto químico formado por Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2), normalmente é utilizada na limpeza de ferimentos. Rodrigo acidentou-se de moto e teve alguns ferimentos. Ao chegar em casa, ele limpou os ferimentos com a água oxigenada e percebeu a liberação de bolhas no local e se assustou um pouco.	Explique porque aconteceu a formação de bolhas no local dos ferimentos?

Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Assim como nas demais situações problemas, o contexto geral apresentado está relacionado com fatos que podem ou ocorrem no nosso cotidiano. Deste modo, ao depara-se com uma situação similar, o aluno poderá tomar as atitudes possivelmente corretas. Silva e colaboradores (2015) destacam que quando se trabalha temas do cotidiano em sala de aula o aluno consegue ter mais atenção, dedicação e um bom desempenho. Portanto, percebe-se que utilizar na metodologia de ensino situações problemas abre espaço para conceituar os assuntos da Química dentro do contexto do discente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das dificuldades que a educação enfrenta para promover um ensino de qualidade, entende-se que as aulas com a utilização de situações problemas podem contribuir de forma significativa na aprendizagem do aluno. Essa metodologia apresenta diversas características positivas, como a capacidade de promover debates e levar o discente a relacionar o conteúdo trabalhado com o cotidiano e por fim, a possibilidade de estimular os alunos a solucionar determinados problemas diários.

Ao longo da pesquisa, verificou-se que a utilização de situações problemas no Ensino de Química, abordando especificamente o conteúdo de Cinética é possível, simples e

funcional. Isso se dá pelo fato da metodologia de situações problemas ser muito diversificada, isto é, de poder ser realizada de diversas maneiras, seja envolvendo ocorrências do dia a dia ou até mesmo abordando questões mais complexas. Positivamente, a situação problema favorece fortemente o uso de tecnologias digitais, ferramentas essas consideradas como inovadoras no processo de ensino e aprendizagem e, que estão bem presentes na rotina dos discentes.

Portanto, compreende-se que apesar dos empecilhos envolvendo a educação, como a falta de investimento, estrutura, desinteresses dos alunos e falta de estímulos de alguns professores, a metodologia de situações problemas surge como mais uma possibilidade de promover o ensino de qualidade. Porém, vale destacar que é preciso está sempre buscando novas possibilidades e também, como profissionais da educação e formadores de opiniões, lutar por investimentos e melhorias na área.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, M.G.L.; **Cinética Química: Análise de livros didáticos de Química do PNLD 2018**. 2018. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Química) – Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, PB, 2018.

BARBOSA, J. P. S.; OLIVEIRA, D. G. D. B. O.; MARTINS, G. S. V. **As tecnologias de informação e comunicação: um instrumento potencializado no processo de ensino aprendizagem**. **Anais IV CONEDU**. Campina Grande: Realize Editora, 2017. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/35970>>. Acesso em: 12 de novembro de 2020.

BATISTA, J. DE S.; GOMES, M. G. **Contextualização, experimentação e aprendizagem significativa na melhoria do ensino de Cinética Química**. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 11, n. 4, p. 79-94, 22 jul. 2020.

BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J.C.B.; **Aprendizagem baseada em problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas**. *Revista Ensaio: aval.pol.públ.educ*, v.22, n.83, p.263-294, abril/junho, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação-MEC, Secretaria de Educação Básica. **A BNCC do Ensino Médio: Ciências da natureza e suas tecnologias**. Brasília, 2018.

BENEDETTI FILHO, Edeimar; CAVAGIS, Alexandre Donizeti Martins; BENEDETTI, LPS. **Um Jogo Didático para Revisão de Conceitos Químicos e Normas de Segurança em Laboratórios de Química**. *Química nova na escola*, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 37-44, 2020.

DANTAS, F.M.S.; LIMA, B.C.; BEZERRA, A.C.O.; BARROSO, M.C.S.; **Os desafios do ensino da química do ensino médio.** In: VI Congresso Nacional de Educação – VI CONEDU, 2019, Fortaleza, CE, Outubro/2019.

DUARTE, R.A.S.; FREITAS, M.Z.S.; OLIVEIRA, M.R.M.; SOUSA, A.A. **O ensino de química: as dificuldades de aprendizagem dos alunos da rede estadual de ensino do município de Maracanaú-CE.** In: 8º Simposio Brasileiro de Educação Química – SIMPEQUI, 2010, Natal, RN, Julho/2010.

DUARTE, E.N.; RAMALHO, F.A.; AUTRAN, M.M.M.; PAIVA, E.B.; ARAUJO, M.B.S.; **Estratégias Metodológicas adotadas nas pesquisas de Iniciação Científica premiadas na UFPB em foco a série “iniciados”.** Encontro Bibli: Revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, v.14, n.27, p.170-190, maio 2009.

FERNANDES, L.S., CAMPOS, A.F. **Tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em Química.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 16, n. 3, p. 458-482, 2017.

FERRETTI, Celso João. **A reforma do Ensino Médio e sua questionável concepção de qualidade da educação.** Estudos Avançados, v. 32, n. 93, p. 25-42, 2018.

FREIRE, M.S.; JUNIOR, G.A.S.; SILVA, M.G.L. **Panorama sobre o tema Resolução de Problemas e suas aplicações no ensino de Química.** Revista Acta Scientiae, v.13, n.1, p.106-120, 2011.

FREITAG, Isabela Hrecek. **A importância dos recursos didáticos para o processo ensino-aprendizagem.** Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar, v. 21, n. 2, p. 20-31, 2017.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. (Orgs.). **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, (Série Educação a Distância), 2009.

GONÇALVES, Adriana Fernandes. Aprendizagem da Química e da Física. **Metodologia de Ensino de Ciências.** Edição 1. Editora A, Porto Alegre, 2016.

_____, Adriana Fernandes. Aprendizagem significativa: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. **Metodologia de Ensino de Ciências.** Edição 1. Editora A, Porto Alegre, 2016.

GONÇALVES, Raquel Pereira Neves. **Experimentação do ensino de Química na Educação Básica.** 148 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2019.

JUNIOR, M.S.L.P.; NETO, J.S. **Situações problemas como estratégia didática para o ensino dos modelos atômicos.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v.8, n.2, p.181-201, maio/agosto, 2015.

LIMA, D.B. **O ensino investigativo e suas contribuições para a aprendizagem de Genética no ensino médio,** 2012. 48 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2012.

MAGEDANZ, A; HERBER, J. ; SILVA, M.C.A. **Propostas de abordagens por meio de metodologias ativas no ensino superior.** Revista Destaques Acadêmicos, Lajeado, v. 8, n. 4, p. 8-20, 2016.

MARTINS, V. J et al. **A aprendizagem baseada em projetos (abpr) na construção de conceitos químicos na potabilidade da água.** Revista Prática Docente, v. 1, n. 1, p. 79-90, 12 dez. 2016.

MARTORANO, S.A.A.; CARMO, M.P.; MARCONDES, M.E.R.; **A história da ciência no ensino de Química: o ensino e a aprendizagem do tema Cinética Química.** Revista História da Ciência e Ensino, v.9, p.19-35, 2014.

MARTORANO, S.A.A.; MARCONDES, M.E.R.; JUNIOR, J.B.S.; **Uma análise da transição progressiva de uma professora do ensino médio em seus modelos de ensino de Cinética Química.** In: IX Congresso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, 2013, Girona, Setembro 2013.

MEDEIROS, D. R., **Resolução de problemas como proposta metodológica para o ensino de química,** 2019. 147 f. Dissertação (Pós-graduação Stricto Sensu no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Pampa – Caçapava do Sul - RS, 2019.

MELLO, Lohayne Gomes et al. Debate regrado: uma experiência na sala de aula. P.37. **Gêneros textuais e ensino: propostas metodológicas de leitura e escrita.** São Carlos: Pedro & João Editores, 156p, 2020.

NUNES, B.R. LINDEMANN, R. H.; GALIAZZI, M.C. **Abordagem de Situação-Problema na sala de aula de química: o ensino CTS contribuindo para a percepção social.** In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC, 2015, Águas de Lindóia ,SP , Novembro/2015.

PAZ, G.L.; PACHECO, H. F. **Dificuldades no ensino-aprendizagem de Química no ensino médio em algumas escolas públicas da região sudeste de Teresina.** In: Simpósio Brasileiro de Educação Química, 8., 2010, Natal, RN, 2010.

PIZZANI, L.; SILVA, R.C.; BELLO, S.F.; HAYASHI, M.C.P.I.; **A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento.** Revista digital de biblioteconomia de ciência da informação. v.10, n.1, p.53-66, julho/dezembro, Campinas, 2012.

RAIMONDI, A.C.; RAZZOTO, E.S.; **Aprendizagem Baseada em problemas no ensino de Química Analítica Qualitativa.** Revista Incignare Scientia, v.3, n.2, p.36-48, maio/agosto, 2020.

ROCHA, J.S. ; VASCONCELOS, T. C. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de Química: algumas reflexões.** In: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ),17, 2016, Florianópolis, SC, 2016.

SILVA, Marcos et al. **Corrosão do aço-carbono: uma abordagem do cotidiano no ensino de química.** Química Nova, v. 38, n. 2, p. 293-296, 2015.

SILVA, P.N.; **Situações-problemas na abordagem do conteúdo Cinética Química: Uma análise à luz da teoria antropológica do didático.** 2019, 184 f. Dissertação (Pós graduação em ensino de Ciências) – Universidade Federal Rural do Pernambuco, UFRPE – Recife, PE, 2019.

SILVA, I.M.; **A aprendizagem baseada em problemas: uma análise da implementação na disciplina de tecnologia da informação e comunicação no ensino de Química.** 2017, 235 f. Tese (Doutor, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Recife, PB, 2017.

SILVA, P. N; NETO, J. E. S; SILVA, F. C. V. **Uma Análise Para A Transposição Didática Da Cinética Química.** SSN 1982-4866. Revista Dynamis. FURB, Blumenau, v. 22, n. 2, p. 3-17, 2016.

SOUSA, Josefa Luana da Silva et al. **Experimental approach: construction of scientific knowledge about the content of a molecular chemical kinetic model.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 6, p. 35255-35269, 2020.

SOUZA, S.C; DOURADO, L.; **Aprendizagem Baseada em problemas (ABP): Um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo.** Revista HOLOS, S.l. v.5, n 31, p. 182-200, 2015.

DIFICULDADES DOS DOCENTES NA IMPLEMENTAÇÃO DE NOVOS CONCEITOS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Thales Cerqueira Mendes ¹
Moacir Souza Filho ²

RESUMO

Acontecimentos das últimas três décadas põem em pauta a necessidade de inserção de novos conceitos físicos na escola, como a relatividade e o fenômeno quântico que exigem uma mudança de postura do professor, incluindo o envolvimento com o que a pesquisa no ensino de Física assinala como determinante para a cidadania. Nesse aspecto em particular, a legislação educacional brasileira sobre o Ensino Médio apresenta uma intensa relação de nexos entre esses dois destaques, a saber: a aprendizagem em Física e sua correlação com a cidadania. Diante das constantes indicações para necessidade de inclusão de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio e as dificuldades encontradas pelos docentes para fazê-lo, decidiu-se por analisar se esses conteúdos foram abordados pelos professores nas escolas urbanas da rede estadual no município de Senhor do Bonfim - BA. Nas escolas foram aplicados dois questionários semiestruturados: um questionário para a secretaria escolar e outro aos professores. Constata-se que abordagem desses conteúdos são insuficientemente pela quase ausência desses tópicos, com índice de 2%. Torna-se evidente a dificuldade para o professor de incluir no seu plano de aula conteúdos de Física Moderna e Contemporânea - que requer transposição didática e efetivar as orientações da comunidade científica em ações, em práticas de ensino e de aprendizagem que sejam significativas para o aluno.

Palavras-chave: Conteúdo, Física, Transposição didática.

INTRODUÇÃO

Pesquisas no âmbito da Física acerca do processo ensino-aprendizagem destacam a noção de transformação, adotada por alguns pesquisadores em Ensino de Ciências, em que a realidade crítica, dinâmica e mutável rompe com as amarras do passado-presente, ainda encontrada na educação que resguarda resquícios da escola tradicional.

Neste sentido, os conteúdos do componente curricular Física, especificamente no Ensino Básico, caracterizam-se pela presença marcante no cotidiano e se expressam, também, através dos produtos advindos da ciência e da tecnologia. Estudar e pesquisar objetivando a melhoria da formação científica do cidadão, conduzindo e orientando-o, é uma realidade no mundo. Na perspectiva em que a abordagem dessa ciência da natureza se propõe, em conformidade com as orientações educacionais vigentes, há uma necessidade de mudança no cenário do ensino-aprendizagem em Física, explicitada em vários meios de comunicação da

¹ Doutorando do Curso de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - MS, thales.mendes@ifbaiano.edu.br;

(83) 3322.3222² Departamento de Física, UNESP, Presidente Prudente- SP, moacir@fct.unesp.br.

comunidade científica especializada. Em um contexto de diversas teorias pedagógicas, indicações para inclusão de novos temas no ensino de Física, dificuldades inerentes à prática profissional docente e falta de literatura que exprima conexões entre estas, o professor tem dificuldade em articular os conhecimentos disponíveis à sua prática pedagógica.

Diante das constantes indicações para necessidade de inclusão de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio e as dificuldades encontradas pelos docentes para fazê-lo, decidiu-se por analisar se esses conteúdos no Ensino Médio Regular (EMR) foram abordados, pelos professores, nas escolas urbanas da rede estadual, no município de Senhor do Bonfim, Bahia, Brasil. Buscou-se, também, estudar alguns fatores que influenciam no processo de ensino-aprendizagem, como o quantitativo de alunos por turma, a formação dos professores, o tempo de hora-aula, número de aulas semanais e o uso do laboratório de Física pelos professores que ministraram aulas de Física no EMR.

TRIANGULAÇÃO: TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA, INTERDISCIPLINARIDADE E CONTEXTUALIZAÇÃO

Destaca-se na legislação vigente para o Ensino Médio a dimensão investigativa dada à ciência e sua importância na sociedade como objeto e instrumento de estudo e transformação, bem como a formação do cidadão. Desta conotação social se coloca a tecnologia associada à ciência, considerando a base científica no processo de compreensão e construção do mundo, muito embora, ainda, os livros didáticos têm trabalhado pouco a questão tecnológica. Entretanto, o que se espera é que amparados por uma forte e sólida formação científica e tecnológica, os alunos se engajem, com domínio, no debate ético e político a respeito da relação entre ciência, tecnologia e mundo produtivo.

Acontecimentos das últimas quatro décadas põem em pauta a necessidade de inserção de novos conceitos físicos na escola, como a relatividade e o fenômeno quântico que exigem uma mudança de postura do professor, incluindo o envolvimento com o que a pesquisa no ensino de Física assinala como determinante para a cidadania. Nesse aspecto em particular, a legislação vigente apresenta uma intensa relação de nexos entre esses dois destaques, a saber: a aprendizagem em Física e sua correlação com a cidadania.

Vale salientar que se pode enumerar, em princípio, alguns fatos que se implicam nesse jogo de relações, tais como: a geração de energia por usina nuclear, efeito fotoelétrico, o laser, o televisor de tela plana, o mundo da nanotecnologia, miniaturização de dispositivos e sensores, dentre tantos outros. É aqui que se funde junto à formação de cientista e de professores, a

necessidade, contínua, de construção e internalização de uma consciência dinâmica, sistêmica e, sobretudo crítica quanto à contextualização dos saberes produzidos pela ciência. Este tipo de conhecimento para chegar ao público comum precisa de um meio de ação, que se remete à escola e ao professor em sala de aula. Configura-se a educação como pilar-mestre na transformação do sujeito em cidadão, e por definição conceitual, isso corrobora com a possibilidade de se agir com comprometimento crítico no interior do processo sócio-político-econômico.

Nessa perspectiva de inclusão, é possível levar temas novos ao Ensino Médio com abordagem compreensiva e acessível a professores e alunos, a exemplo de algumas recentes publicações, a seguir destacadas:

- Revista Brasileira de Ensino de Física: Carmona (2006), Pena (2006), Karam *et al* (2006) e Karam *et al* (2007). Aborda semicondutores no Ensino Médio, discute a inserção de tópicos e ideias de Física Modererna e Contemporânea sala de aula e debatem a teoria da relatividade no Ensino Médio.
- Física na Escola: Moreira (2004), Rezende e Ostermann (2004), Abdalla (2005); Helayël-Neto (2005), Medeiros (2007) e Schulz (2007), que tratam, por exemplo, de mecânica pós-newtoniana, nanociência, semicondutores, quarks e Física Quântica.

O professor que deseja se atualizar e modificar a maneira de ensinar, a fim de melhorar o aprendizado de seus alunos precisa repensar a utilização de tópicos novos no seu planejamento e no da escola. Entretanto, as dificuldades esbarram em números de aulas insuficientes, inflexibilidade da coordenação das escolas, formação do próprio professor e, em relação ao aluno, requer competências e habilidades cognitivas que, normalmente, não estão organizadas o suficiente para proporcionar mais agilidade à perspectiva de se superar os conteúdos tradicionalmente ensinados.

Logo, é importante considerar que a partir das interpretações das teorias de Vygotsky (2007), a atuação do professor é fundamental e relevante para o processo de aprendizagem. Este tem o papel explícito de interferir na zona proximal para provocar avanços nos alunos. Também, é importante que o professor esteja atento para que o ambiente escolar e, principalmente, o da sala de aula seja favorável para a internalização das atividades cognitivas no individuo. Nesse ambiente, o professor deve considerar, também, a importância dos diferentes grupos, pois o aluno deixa de ser somente sujeito da aprendizagem e passa a aprender também junto dos outros, o que o seu grupo social, por que não, o escolar, produz em valores, linguagem e em conhecimentos. Assim sendo a aprendizagem gera desenvolvimento.

A importância dessa interação entre professor, alunos e outros adultos com mediadores no processo de apropriação e construção do conhecimento de cada aluno se evidencia no ensino da Física. Para Rosa e Rosa (2005) esta disciplina é pródiga para a contextualização e interdisciplinaridade escolar, escolhida a aceção para a interdisciplinaridade como a possibilidade de reduzir as impermeabilidades entre conhecimentos disciplinares, reduzindo o distanciamento entre eles; ela está sempre próxima e presente no cotidiano do aluno e, como a teoria enfatiza a relação entre os conceitos científicos – os adquiridos no ambiente escolar, e os conceitos espontâneos - adquiridos no seu cotidiano - acaba por contribuir, de forma significativa e satisfatória, como um excelente veículo de Transposição Didática (CHEVALLARD, 2005).

A Sociedade Brasileira de Física, com uma iniciativa, procurou oferecer aos professores uma visão mais sólida da Física introduzida no século XX e teve como objetivo suprir eventuais deficiências no processo de formação dos professores. Esta série - Temas Atuais de Física – busca contemplar essa proposta. São discutidos temas como supercondutividade por Ostermann e Pureur (2005), aplicação da Física quântica por Valadares et al (2005), microondas por Carvalho (2005), luz por Barthem (2005), radiação ultravioleta por Okuno e Vilela (2005), o Sol por Silva (2006) e ondas por Doria e Marinho (2006).

METODOLOGIA

Tomou-se como amostra 7 professores que ministraram aulas de Física, lotados nas instituições de ensino a seguir: Colégio Estadual Teixeira de Freitas, no Colégio Estadual Senhor do Bonfim e no Colégio Modelo Luis Eduardo Magalhães, todos da rede estadual de ensino, na sede do município de Senhor do Bonfim, localizados na região urbana, que oferecem o EMR. A amostra foi igual ao Universo consultado.

Inicialmente nas escolas foram aplicados dois questionários semiestruturados (ALVARENGA, 2008). Um questionário para a secretaria escolar, buscando-se coletar dados quanto ao EMR (números de alunos por ano e turno, número de turmas por série, números de professores que ministraram aulas de Física e outras informações pertinentes à pesquisa, quando necessárias) e outro aos professores.

O questionário proposto aos professores foi aplicado pessoalmente, permitindo intervenção imediata quando da constatação de incoerências. Consta nesse instrumento dois blocos lógicos para as perguntas objetivas. Um, relativo às informações profissionais dos docentes: formação, capacitação, tempo de serviço e vínculo com a instituição. E outro, relativo

aos aspectos didáticos relacionados ao componente curricular Física: série e turno ministrados, número de aulas, tempo da hora-aula, uso do laboratório e conteúdos abordados. O instrumento utilizado possui também um espaço disponibilizado para observações relativas às intervenções, citadas anteriormente, e a identificação simbólica dos docentes.

Quanto a escolha dos conteúdos, foi utilizado o Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2018 (PNLD 2018) como referência e os conteúdos foram categorizados por meio de uma Análise de Conteúdo, conforme Bardin (2009). Os dados coletados nos questionários foram tabelados para análise estatística (quantitativa) e também foi feita análise qualitativa no programa Atlas.ti®.

Vale ressaltar que a pesquisa teve cunho didático, que foi solicitada a autorização dos diretores dos colégios consultados e se buscou resguardar as identidades dos professores pesquisados através de identificação simbólica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise quantitativa e aspectos qualitativos do livro didático

A escolha do livro e, conseqüentemente, a distribuição dos conteúdos teve como base os dados de Física do 3º ano do Ensino Médio do PNLD 2018. A *tabela 1* expõe: a referência dos livros didáticos de Física – dos alunos; a tiragem e os seus respectivos percentuais ordenados da maior (1º) tiragem para a menor (12º) e o valor unitário de cada livro.

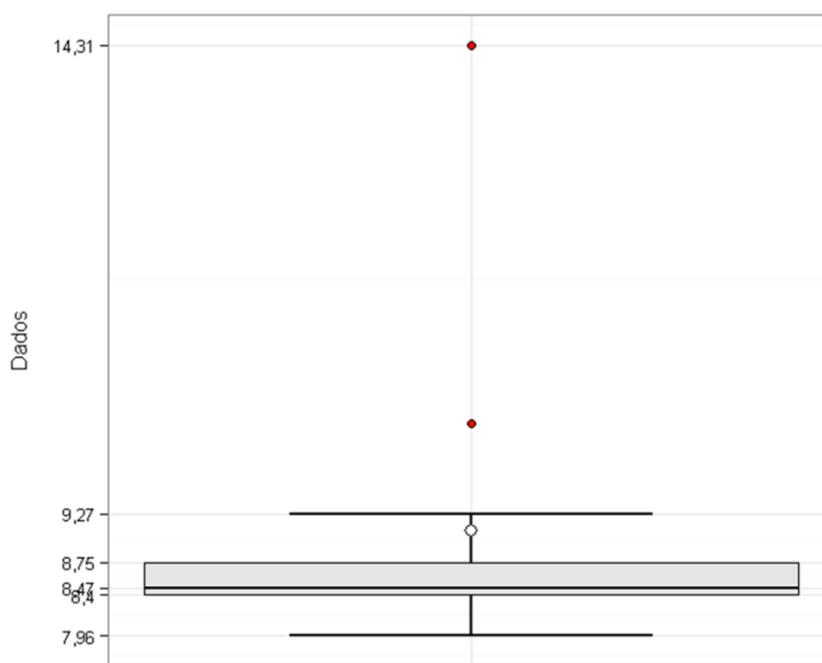
Tabela 1: Livros didáticos de Física (dos alunos) com tiragem e percentual.

Referência do livro didático	Tiragem	Percentual	Ordem	Valor unitário
BONJORNO <i>et al</i> , 2016	443851	20,0%	1º	R\$ 8,43
FILHO e SILVA, 2016	284159	12,8%	2º	R\$ 7,96
FUKUI <i>et al</i> , 2016	225046	10,2%	3º	R\$ 8,79
MARTINI <i>et al</i> , 2016	203674	9,2%	4º	R\$ 8,39
YAMAMOTO e FUKU, 2016	199922	9,0%	5º	R\$ 8,50
DOCA <i>et al</i> , 2016	178930	8,1%	6º	R\$ 8,50
TORRES <i>et al</i> , 2016	161749	7,3%	7º	R\$ 8,62
LUZ <i>et al</i> , 2016	151363	6,8%	8º	R\$ 8,39
PIETROCOLA <i>et al</i> , 2016	114316	5,2%	9º	R\$ 14,31
FILHO e TOSCANO, 2016	105737	4,8%	10º	R\$ 10,24
GASPAR, 2016	81070	3,7%	11º	R\$ 8,45
GUIMARÃES <i>et al</i> , 2016	67029	3,0%	12º	R\$ 8,45

Fonte: Os autores.

Visualmente é possível identificar que o valor unitário da obra de Pietrocola *et al* (2016) destoa dos outros - a média e o desvio (com base em uma população) é R\$ 9,09 e R\$ 1,66, respectivamente.

Figura 1: Boxplot para identificação de outliers.



Fonte: Os autores.

Para comprovar essa percepção, fez-se um Boxplot que comprova que há duas obras como *outlier* (figura 1): a de Pietrocola *et al* (2016), já mencionada e a de Filho e e Toscano (2016). Não se quer aqui inferir sobre a qualidade didática desses livros, mas sim, alertar à corrida editorial para venda dos livros, enxugando o conteúdo, ilustrações, discussões para se adequar ao preço da concorrência.

Analogamente a *tabela 1*, buscou-se os dados com os livros dos professores que seguem na *tabela 2*.

Fez-se a mesma análise realizada para os livros dos alunos (média igual a R\$ 12,02, desvio padrão para uma população igual a R\$ 2,15. Nesta faixa somente o livro de Pietrocola *et al* (2016) destoa e é comprovado pelo boxplot onde há somente um *outlier*. Outra situação que chama a atenção é que a ordem da tiragem não é a mesma para livros de alunos e professores.

Tabela 2: Livros didáticos de Física (dos professores) com tiragem e percentual.

Referência do livro didático	Tiragem	Percentual	Ordem	Valor unitário
BONJORNO <i>et al</i> , 2016	6969	20,2%	1°	R\$ 11,24
FILHO e SILVA, 2016	4310	12,5%	2°	R\$ 10,30
FUKUI <i>et al</i> , 2016	3335	9,7%	3°	R\$ 12,03
MARTINI <i>et al</i> , 2016	3202	9,3%	4°	R\$ 11,57
YAMAMOTO e FUKU, 2016	2999	8,7%	5°	R\$ 11,64
DOCA <i>et al</i> , 2016	2762	8,0%	6°	R\$ 11,64
TORRES <i>et al</i> , 2016	2591	7,5%	7°	R\$ 11,12
LUZ <i>et al</i> , 2016	2394	6,9%	8°	R\$ 10,43
FILHO e TOSCANO, 2016	1804	5,2%	9°	R\$ 12,80
PIETROCOLA <i>et al</i> , 2016	1703	4,9%	10°	R\$ 18,83
GASPAR, 2016	1385	4,0%	11°	R\$ 11,57
GUIMARÃES <i>et al</i> , 2016	1038	3,0%	12°	R\$ 11,12

Fonte: Os autores.

Para essa análise, os dados das *tabelas 1 e 2* foram agrupados na *tabela 3* em função da ordem dos livros dos alunos e foi exposta a relação livros de alunos por livro de professor, para cada obra.

É possível verificar que realmente a ordem da tiragem não é a mesma, para livro de alunos e de professores. Só se verifica a igualdade da ordem para Bonjorno *et al* (2016) e Luz *et al* (2016). Esse aspecto levou a consideração de que a relação de livros de alunos por livros de professor, por livro, não é igual e que pode ser comprovado com os dados apresentados. Porém, foi feito o boxplot com os dados da relação e não foi encontrado *outliers*.

Tabela 3: Comparação dos dados dos livros didáticos dos alunos e dos professores.

Referência do livro didático	Ordem (alunos)	Ordem (professores)	Relação (alunos por professor)	Diferença relativa
BONJORNO <i>et al</i> , 2016	1°	1°	63,7	0,9%
FILHO e SILVA, 2016	2°	3°	65,9	2,5%
FUKUI <i>et al</i> , 2016	3°	5°	67,5	4,8%
MARTINI <i>et al</i> , 2016	4°	9°	63,6	1,0%
YAMAMOTO e FUKU, 2016	5°	12°	66,7	3,6%
DOCA <i>et al</i> , 2016	6°	2°	64,8	0,8%
TORRES <i>et al</i> , 2016	7°	11°	62,4	3,0%
LUZ <i>et al</i> , 2016	8°	8°	63,2	1,7%
PIETROCOLA <i>et al</i> , 2016	9°	10°	67,1	4,3%
FILHO e TOSCANO, 2016	10°	4°	58,6	9,7%
GASPAR, 2016	11°	6°	58,5	9,8%
GUIMARÃES <i>et al</i> , 2016	12°	7°	64,6	0,5%

Fonte: Os autores.

Extrapolando, essa relação (livros de alunos por livro de professor) não é igual mas esta relacionada a relação alunos por professor na escola que solicitou o livro. Essas diferenças ficam assentadas nos livros de Filho e Toscano (2016) e de Gaspar (2016) onde a diferença absoluta percentual relativa à tiragem dos livros dos alunos, foi 9,7% e 9,8%, respectivamente. Essa realidade esta alicerçada em um diversidade de fatores que influenciam na relação alunos por professor, como a rede (municipal, estadual ou federal) da escola, a quantidade de professores em uma mesma escola para uma mesma disciplina e o turno (matutino, vespertino, noturno ou integral) das aulas.

Do livro didático ao conteúdo de Física na escola

Utilizando as principais indicações da comunidade científica para a necessidade e abordagem de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, estes foram agrupados, primeiramente, em 9 categorias. A abordagem dessas categorias foram verificadas nos livros do PNLD 2018 supracitados (*tabela 4*).

Tabela 4: Abordagem das categorias nos livros didáticos.

Referência do livro didático	Categorias (conteúdo)								
	Relatividade Restrita	Relatividade Geral	Radiação do Corpo Negro	Efeito Fotoelétrico	Dualidade Onda-Partícula	Princípio da Incerteza	Radioatividade	Partículas Elementares	Nanotecnologia
BONJORNO <i>et al</i> , 2016	Sim	-	Sim	Sim	Sim	-	Sim	-	-
DOCA <i>et al</i> , 2016	Sim	-	Sim	Sim	Sim	-	-	Sim	-
FILHO e SILVA, 2016	Sim	-	Sim	Sim	-	Sim	Sim	Sim	-
FILHO e TOSCANO, 2016	Sim	-	Sim	Sim	-	Sim	Sim	Sim	-
FUKUI <i>et al</i> , 2016	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	-
GASPAR, 2016	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	-
GUIMARÃES <i>et al</i> , 2016	Sim	-	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	-
LUZ <i>et al</i> , 2016	Sim	Sim	Sim	Sim	-	-	-	-	-
MARTINI <i>et al</i> , 2016	Sim	-	Sim	Sim	Sim	Sim	-	Sim	Sim
PIETROCOLA <i>et al</i> , 2016	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	-	Sim	Sim	-
TORRES <i>et al</i> , 2016	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
YAMAMOTO e FUKU, 2016	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	-
Possibilidade de abordagem	100%	44%	100%	100%	80%	60%	79%	73%	13%

Fonte: Os autores.

Na *tabela 4* o “Sim” representa que o conteúdo foi abordado no livro do PNLD em referência e o “-” significa que não foi abordado. Estima-se então a possibilidade de abordagem do conteúdo por parte do professor se ele seguir o livro. Isso reflete diretamente na quantidade de alunos que terão contato com o conteúdo, tomando como referência o percentual de tiragem dos livros dos alunos. Para a categoria/contéudo de Relatividade Restrita, se o professor seguir e abordar os conteúdos do livro didático, 100% dos alunos virão o conteúdo, ou seja, todos o alunos atendidos pelo Programa. Mas percebe-se que tem categorias cujo valor é baixo, a exemplo de Nanotecnologia.

Com a finalidade de maximizar a possibilidade do conteúdo ser visto pelo aluno, buscou-se analisar o impacto por livro se levando em conta o percentual de tiragem de livros dos alunos (*tabela 5*). Percebe-se que o livro de Bonjorno *et al* (2016), que teve a maior tiragem de livros de alunos, impacta com 11,1% com os conteúdos que aborda. Porém esse valor é 8,9% para os conteúdos que não aborda, o que não é bom pois muitos alunos ficariam sem ver alguns conteúdos. Dessa forma, fez-se a diferença desses impactos para comparação: quanto maior a diferença positiva, maior o impacto. Assim o livro de Fukui *et al* (2016) tem o maior impacto embora não tenha a maior tiragem. Registra-se que para os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea o livro de Luz *et al* (2016) tem impacto negativo.

Tabela 5: Impacto por livro em relação as 9 categorias.

Referência do livro didático	Percentual (tiragem)	Impacto (aborda)	Impacto (não aborda)	Diferença
BONJORNO <i>et al</i> , 2016	20,0%	11,1%	8,9%	2,2%
DOCA <i>et al</i> , 2016	3,7%	2,0%	1,6%	0,4%
FILHO e SILVA, 2016	8,1%	5,4%	2,7%	2,7%
FILHO e TOSCANO, 2016	5,2%	3,4%	1,7%	1,7%
FUKUI <i>et al</i> , 2016	12,8%	11,4%	1,4%	10,0%
GASPAR, 2016	7,3%	6,5%	0,8%	5,7%
GUIMARÃES <i>et al</i> , 2016	9,0%	7,0%	2,0%	5,0%
LUZ <i>et al</i> , 2016	6,8%	3,0%	3,8%	-0,8%
MARTINI <i>et al</i> , 2016	10,2%	7,9%	2,3%	5,6%
PIETROCOLA <i>et al</i> , 2016	9,2%	7,1%	2,0%	5,1%
TORRES <i>et al</i> , 2016	3,0%	3,0%	0,0%	3,0%
YAMAMOTO e FUKU, 2016	4,8%	4,2%	0,5%	3,7%
Total	100,0%	72,2%	27,8%	-

Fonte: Os autores.

Ao excluir categorias com possibilidade de abordagem menores que 50%, conforme *tabela 4*, verificou-se que o valor do total do impacto dos conteúdos abordados passa de 72,2% (*tabela 5*) para 84,7% (*tabela 6*). Foram excluídas as categorias de Relatividade Geral e Nanotecnologia. Com essa nova configuração os valores do impacto para os conteúdos abordados nos livros aumentaram, os valores do impacto para os conteúdos que não foram abordados diminuíram e, logicamente, a diferença aumentou positivamente. A exceção fica para o livro de Luz *et al* (2016), supracitado.

Tabela 6: Impacto por livro em relação as 7 categorias.

Referência do livro didático	Percentual (tiragem)	Impacto (aborda)	Impacto (não aborda)	Diferença
BONJORNO <i>et al</i> , 2016	20,0%	14,3%	5,7%	8,6%
DOCA <i>et al</i> , 2016	3,7%	2,6%	1,0%	1,6%
FILHO e SILVA, 2016	8,1%	6,9%	1,2%	5,8%
FILHO e TOSCANO, 2016	5,2%	4,4%	0,7%	3,7%
FUKUI <i>et al</i> , 2016	12,8%	12,8%	0,0%	12,8%
GASPAR, 2016	7,3%	7,3%	0,0%	7,3%
GUIMARÃES <i>et al</i> , 2016	9,0%	9,0%	0,0%	9,0%
LUZ <i>et al</i> , 2016	6,8%	2,9%	3,9%	-1,0%
MARTINI <i>et al</i> , 2016	10,2%	8,7%	1,5%	7,3%
PIETROCOLA <i>et al</i> , 2016	9,2%	7,9%	1,3%	6,6%
TORRES <i>et al</i> , 2016	3,0%	3,0%	0,0%	3,0%
YAMAMOTO e FUKU, 2016	4,8%	4,8%	0,0%	4,8%
Total	100,0%	84,7%	15,3%	

Fonte: Os autores.

Os estudos, através dos dados registrados, permitem uma análise dos conteúdos de Física que foram, ou não, abordados pelo professor. Cabe esclarecer que esse método não infere sobre a metodologia aplicada em sala de aula, como também, na completude do conteúdo ministrado. Essas análises, quando passíveis de verificação, foram registradas quando da detecção de incoerências nas respostas dos professores, e que foi anotado no próprio questionário. As exposições quanto ao conteúdo de Física se apoiam nos estudos da comunidade científica e análise dos livros do PNLD 2018.

Para tanto, se utilizou dos professores que ministraram aulas na 3ª série (os 7 da amostra), onde normalmente, ao final do conteúdo básico, os conteúdos de FMC são abordados.

A *tabela 7* expõe os dados coletados com os professores, já contextualizados pelas informações registradas no campo observações, dos questionários. O professor A1 (professor 1 da escola A) ministrou aula de Física para a 3ª série do EMR. Coloca o tema, Efeito

Fotoelétrico, com aplicação de geração de energia em hidrelétricas, o que se permite concluir pela ausência de conceitos físicos básicos. Dando aulas para as três séries do EMR, o professor B1 (professor 1 da escola B) também aborda, equivocadamente, o Efeito Fotoelétrico com aplicação na hidrelétrica. Desta forma, a expressão “Não” na tabela significa que o professor respondeu de forma incoerente e, por isso, foi suprimida a informação pela contextualização; a expressão “Sim” infere que o professor ministrou o conteúdo; o “-” informa a ausência de resposta, o que denota não abordar o conteúdo.

Tabela 7: Categorias por cada professor e percentual de abordagem.

Conteúdo	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	Quantitativo de abordagem
Relatividade Restrita	-	-	Sim	-	-	-	-	1
Radiação do Corpo Negro	-	-	-	-	-	-	-	0
Efeito Fotoelétrico	Não	-	Não	-	-	-	-	0
Dualidade Onda-Partícula	-	-	-	-	-	-	-	0
Princípio da Incerteza	-	-	-	-	-	-	-	0
Radioatividade	-	-	-	-	-	-	-	0
Partículas Elementares	-	-	-	-	-	-	-	0
Percentual de abordagem								2%

Fonte: Os autores.

Expõe-se também o percentual de abordagem do conteúdo de Física, para o conteúdo de FMC. Estarrecedor, mas esperado, é este percentual, 2%. Para o cálculo do percentual utiliza-se a relação da soma do quantitativo de abordagem da *tabela 7*, pelo quantitativo de abordagem esperado. Enquanto as indicações científicas apontam para a necessidade de se incluir esses temas, a exemplo de Brockington e Pietrocola (2006), a prática na escola é diversa a essa realidade.

Diante dessa realidade é que se alicerça nos trabalhos de Rosa e Rosa (2005) para orientar os professores na metodologia de inclusão de tópicos de FMC na escola básica. Como pilar mestre está à condição de como se dá o processo de aprendizagem, analisados sob o olhar de Vygostsk (2007). E depois, a transposição didática de Chevallard (2005) que permite a construção de uma metodologia de ensino, voltada para o EMR. Exemplificando, os conteúdos de Relatividade Restrita, Radiação do Corpo Negro, Efeito Fotoelétrico, Dualidade Onda-Partícula, Princípio da Incerteza, Radioatividade e Partículas Elementares são passíveis de serem vistos no EMR. O maior problema encontrado pelo professor é a escassez de literatura aproximando esses temas à última etapa da Educação Básica. Daí a importância da transposição

didática: as principais fontes onde se encontram essas informações estão em artigos e publicações do meio científico, e, o professor deve utilizar essa ferramenta para adequar o conteúdo ao seu objetivo. Porém é imprescindível o domínio do conteúdo, cabendo reiterar que os 7 (sete) professores pesquisados não são licenciados em Física.

Aqui não se quer afirmar que só os licenciados em Física são capazes dessa tarefa – transpor didaticamente – e sim, que para o conteúdo de Física, devido à formação do licenciado (junção de conceitos físicos com os instrumentos didáticos e pedagógicos necessários para a formação do professor), as dificuldades tendem a diminuir. Afirma-se a partir dos estudos de Rosa e Rosa (2005).

Alguns outros aspectos, mas não focos principais desse Trabalho, corroboram para a escassez da abordagem da FMC no EMR, nas escolas pesquisadas:

- a formação dos professores, já discutida;
- a hora-aula (2 semanais) que chega a ser de 30 minutos e computada com 1 hora. Esse fato gera um déficit na carga horária da disciplina e se o tempo já é pouco para abordar os conteúdos básicos, agrava-se para os de FMC;
- o número de alunos por turma. Foi constatado que há turmas com superlotação (mais de 40 alunos na sala) e os efeitos de salas de aulas lotadas refletem diretamente para ineficiência (no sentido pedagógico) do processo de ensino-aprendizagem (EHRENBERG *et al*, 2001);
- a utilização do laboratório didático. Somente 2 dos 7 professores afirmaram usar o laboratório.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa corrobora com os indicativos dos problemas de ensino-aprendizagem e estudos científicos já realizados. Constata-se que abordagem do conteúdo de FMC é insuficientemente pela quase ausência desses tópicos, com índice de 2%.

Alguns itens analisados nessa pesquisa são inerentes a esse contexto, nos colégios do município de Senhor do Bonfim. O quantitativo de alunos por turma, gerando salas de aulas lotadas. A formação dos docentes, que ministraram aulas de Física, distinta da área de concentração dessa disciplina. A escassez de tempo para cobrir o conteúdo de Física. E aqui não se restringi às duas aulas semanais, mas a problemática levantada sobre a hora-aula sendo computada como uma hora de relógio, minimizando a carga horária da disciplina. Com esse

quadro de salas lotadas e tempo, fica justificado, entre outros fatores, a pouca utilização do laboratório didático.

Estes aspectos, de per si, sistematizam ideias a respeito dos direcionamentos que devem ser vistos pelas agências de formação na realização das suas propostas curriculares. No Ensino Médio, há que se ressaltar os argumentos dos textos das políticas públicas sobre a redefinição de programas e de metodologias de ensino, conclamando para a interdisciplinaridade e contextualização.

Assim, a seleção de conteúdos significativos, contextualizados, dinâmicos e que apresentem um diálogo com as demais disciplinas, deve ser uma das grandes preocupações pedagógicas para que se possa atingir os objetivos a que se propõe o ensino, no âmbito da contemporaneidade. Para tanto a formação desse professor, nos cursos de licenciatura, deve estar atenta para esse contexto, muitas vezes escondido sob a manifestação objetiva de uma decisão racional acerca do encaminhamento que o ensino escolar deva ter.

Um dos processos que se considera de grande relevância pedagógica, para a superação das dificuldades no ensino da Física é a transposição didática. Neste aspecto, a construção e utilização de competências e habilidades em transpor didaticamente o saber, no caso, o físico, para possibilitá-lo ser ensinado e ser aprendido devem reduzir, significativamente, muitos dos problemas da educação escolar. Estudar e vivenciar esse processo possibilitará favoravelmente uma melhor articulação do conhecimento científico às necessidades colocadas pela sociedade e, fundamentalmente, pelo ambiente escolar.

A proposição é que as constatações evidenciadas pela pesquisa realizada alertem sobre a necessidade de mudança no cenário do processo ensino-aprendizagem da Física, em nível local, no município de Senhor do Bonfim, bem como, possa contribuir ao debate existente acerca desse problema. Quer seja na educação básica ou nos cursos de graduação, sob análise das principais dificuldades que envolvem os principais sujeitos, protagonistas dessa relação: o aluno da escola básica, o aluno em formação de professor na universidade e o professor formado pela universidade.

Ainda que os dados coletados expressem condições locais, especificamente em Senhor do Bonfim, os estudos mostram que os problemas de ensino-aprendizagem em Física e as dificuldades de selecionar e dominar conteúdos desse componente são comuns a outras regiões. Espera-se que esse estudo e essas considerações possam ajudar professores e estudantes de Física, em busca de uma Educação mais profícua.

Esse momento da conclusão configura-se também como um recomeço, considerado como uma vontade de ampliar esses estudos para outras variáveis importantes que interferem

na qualidade do ensino, no caso, o da Física. Um aprofundamento do viés sociológico, mais especificamente o sócio-político, assim como o papel da motivação, do interesse, da paixão para o ensinar e para o aprender.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, M. C. B. Sobre o discreto charme das partículas elementares. In: A Física na Escola, vol. 6, no 1, p. 38-44, 2005.
- ALVARENGA, E. M. Metodologia de la investigación cuantitativa y cualitativa. Assunción: A4 Diseños, 2008.
- BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa: LDA, 2009.
- BARTHEM, R. A luz - Coleção Temas Atuais de Física. São Paulo: Livraria da Física, 2005.
- BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? In: Investigações em Ensino de Ciências, UFRGS, vol. 10, no 3, p. 387-404, 2006.
- BONJORMO, J. R.; RAMOS, C. M.; PRADO, E. P.; BONJORMO, V.; BONJORMO, M. A.; CASEMIRO, R.; BONJORMO, R. F. S. A. Física: Eletromagnetismo, Física Moderna, 3º ano. São Paulo: FTD, 2016.
- CARMONA, A. G. Construcción de significados de física de semicondutores en educación secundaria: Fundamentos y resultados de una investigación. In: Revista Brasileira de Ensino em Física, vol. 28, no 4, p. 507-519, 2006.
- CARVALHO, R. P. Microondas - Coleção Temas Atuais de Física. São Paulo: Livraria da Física, 2005.
- CHEVALLARD, Y. La transposición didáctica: Del Saber Sabio Al Saber Enseñado. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2005.
- DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V. Física: Eletricidade e Física Moderna, vol. 3. São Paulo: Saraiva, 2016.
- DORIA, M. M.; MARINHO, F. Ondas e Bits - Coleção Temas Atuais de Física. São Paulo: Livraria da Física, 2006.
- EHRENBERG, R. G.; BREWER, D. J.; GAMORAN, A.; WILLMS, J. D. Class size and student achievement. In: Psychological science in the public interest, vol. 2, no 1, p. 1-30, 2001.
- FILHO, A. G.; TOSCANO, C. Física: Interação e Tecnologia, vol. 3. São Paulo: Leya, 2016.
- FILHO, B. B.; SILVA, C. X. Física aula por aula: Eletromagnetismo, Física Moderna, 3º ano. São Paulo: FTD, 2016.
- HELAYËL-NETO, J. A. Supersimetria e interações fundamentais. In: A Física na Escola, vol. 6, no 1, p. 45-47, 2005.
- FUKUI, A.; MOLINA, M. M.; VENÊ. Ser protagonista: Física, 3º ano. São Paulo: Edições SM, 2016.

GASPAR, A. Compreendendo a Física: Eletromagnetismo e Física Moderna, vol. 3. São Paulo: Ática, 2016.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. Física: Eletromagnetismo, Física Moderna, vol.3. São Paulo: Ática, 2016.

KARAM, R. A. S.; CRUZ, S. M. S. C. S.; COIMBRA, D. Relatividades no ensino médio: o debate em sala de aula . In: Revista Brasileira de ensino de Física, vol. 29, no 1, p. 105-114, 2007.

_____. Tempo relativístico no início do Ensino Médio. In: Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 28, no 3, p. 373-385, 2006.

LUZ, A. M. R.; ÁVARES, B. A.; GUIMARÃES, C. C. Física: contexto & aplicações, vol. 3. São Paulo, Scipione, 2016.

MARTINI, G.; SPINELLI, W.; REIS, H. C.; SANT'ANNA, B. Conexões com a Física, vol. 3. São Paulo: Moderna , 2016.

MEDEIROS, A. Eric Rogers e o ensino da física moderna. In: A Física na escola, vol. 8, no 1, p. 40-42, 2007.

MOREIRA, M. A. Partículas e interações. In: A Física na escola, vol. 5, no 2, p. 10-14, 2004.

OKUNO, E.; VILELA, M. A. C. Radiação ultravioleta: características e efeitos - Coleção Temas Atuais de Física. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

OSTERMANN, F.; PUREUR, P. Supercondutividade - Coleção Temas Atuais de Física. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

PENA, F. L. A. Por que, nós professores de Física do Ensino Médio, devemos inserir tópicos e idéias de física moderna e contemporânea na sala de aula? In: Revista Brasileira de Ensino em Física, vol. 28, no 1, p. 1-2, 2006.

PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R. Física em contextos 3. São Paulo: Editorado Brasil, 2016.

REZENDE F.; OSTERMANN, F. Formação de Professores de Física no Ambiente Virtual InterAge: Um Exemplo Voltado para a Introdução da FMC no Ensino Médio. In: A Física na Escola, vol. 5, no 2, p. 15-19, 2004.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. In: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 4, nº 1, 2005.

SCHULZ, P. A. B. Nanociência de baixo custo em casa e na escola. In: A Física na escola, vol. 8, no 1, p. 4-9, 2007.

SILVA, A. V. R. Nossa Estrela: O Sol - Coleção Temas Atuais de Física. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T.; PENTEADO, P. C. M. Física: Ciência e Tecnologia, vol. 3. São Paulo: Moderna, 2016.

VALADARES, E. C.; CHAVES, A.; ALVES, E. G. Aplicação da Física Quântica: do transistor à nanotecnologia - Coleção Temas Atuais de Física. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

VIGOTSKY, L. S. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 2007. ALVARENGA, E. M. Metodologia de la investigación cuantitativa y cualitativa. Assunción: A4 Diseños, 2008.

YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. Física para o Ensino Médio: Eletricidade, Física Moderna,
vol. 3. São Paulo: Saraiva, 2016.

DOS CINEMAS PARA A SALA DE AULA: O USO DE FILMES NO ENSINO DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Deusalete Câmara Vilar Neta ¹
Mave Rick de Oliveira Alves ²

RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta de uso de recurso audiovisual para o ensino de física aos anos referentes do ensino médio, com a utilização de trechos de filmes não necessariamente de cunho educativo. A escolha de cenas específicas e não do filme completo, surgiu após notar a necessidade do cumprimento da carga horária pré-estabelecida pela grade curricular da escola, assim como a inserção de novos recursos para a melhoria do ensino de física. O uso de cenas de filmes estabelece um foco na aula a partir da curiosidade do aluno, além disso, a escolha dos filmes de diversos gêneros traz uma gama muito maior de alternativas de conteúdo, permitindo atrair outros perfis de alunos, que costumam não ter afinidade com a disciplina, atendidos dentro de uma sala de aula. Para o presente trabalho, foi realizado uma pesquisa bibliográfica, sobre a importância do uso dos recursos audiovisuais, apresentada dez cenas de filmes selecionadas, onde foi realizado uma análise dos conceitos físicos abordados e em seguida sugerido uma maneira de aplicação da cena pelo professor durante uma aula, seja como introdução ou encerramento do conteúdo. O objetivo principal é que as cenas possam ser utilizadas como forma de promover uma ligação entre o gosto do aluno com gêneros cinematográficos do seu dia a dia com a física, que muitas vezes não consegue visualizar seus fenômenos através de leitura do livro didático ou esboços artísticos no quadro.

Palavras-chave: Física, Cenas, Filmes, Ensino, Audiovisual, Cinema.

INTRODUÇÃO

A indústria cinematográfica vem dominando o espaço global nesses últimos anos de uma forma sem igual. Devido a globalização milhares de ambientes pelo mundo possui algum elemento que nos remete a elementos presentes em filmes e séries: podendo ser uma pessoa vestindo uma camiseta estampada, ou o próprio vídeo sendo reproduzido nas telas de smartphones e computadores. A produção de filmes mostrou-se um meio eficiente de propagação de conteúdos diversos, tais como ficção, romantismo, comédia e afins. A transmissão de conhecimentos, fatos fictícios ou reais e outros tipos de informação ocorre de forma mais fluida, já que filmes tem a capacidade de reunir grupos de pessoas (que não é uma via de regra) que acabam por interagir entre si ao realizar diálogo e discussão a respeito da obra vista.

¹ Profa.Ms. do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, deusalete@hotmail.com

² Graduando do Curso de Licenciatura plena em Física da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB,

O simples fato de existir um debate sobre um determinado conteúdo a partir de um meio como os filmes e seriados nos ajuda a compartilhar ideias, visões de mundos diferentes. Segundo Bagne e Nacarato (2012), o incentivo ao diálogo e essa troca de conhecimentos é de grande valia no ensino, visto que

A dinâmica dialógica proporciona a troca de informações e novas problematizações, uma vez que os alunos estão engajados em refletir sobre o assunto proposto e a todo o momento examinam e avaliam suas próprias falas e as dos colegas, a fim de comprovar sua veracidade ou apontar possíveis lacunas. É esse movimento que proporciona a elaboração conceitual. (BAGNE; NACARATO, 2012, p. 194)

De uma forma mais didática, podemos dizer que o diálogo tem como um dos objetivos incitar a curiosidade de pessoas com algo que, em um dado momento, tende a ser questionável ou até mesmo desconhecido. E isso no âmbito escolar nos dá uma gama de ferramentas para gerar interesse por um determinado conteúdo que, no dito popular é “sem graça”, em algo extremamente prazeroso. Aprender não é um trabalho difícil quando se é disponibilizado as ferramentas adequadas para cada indivíduo.

Um exemplo do argumento do parágrafo anterior, temos o conteúdo de Física que é como algo puramente teórico, cujas atividades experimentais por vezes já são pré-determinadas pelo currículo da instituição de ensino. Como observado em nosso estudo, a Física provou ser bastante útil na criação de filmes e séries, principalmente filmes de ficção científica, por vezes, baseados em histórias em quadrinhos - HQs. Assim, neste trabalho temos o objetivo de reunir e analisar 10 obras filmicas que abordam conceitos da Física e realizar uma descrição das leis da Física a partir delas, avaliando se possuem coerência com as teorias científicas que temos na literatura, para que possam servir de guia de aplicação dentro de uma sala de aula, seja como forma de problematização para início de um novo conteúdo, ou como uma aplicação direta do mesmo.

Rosa (2000) afirma que existe um processo de decodificação de informação quando o aluno assiste um filme, um slide, ou algum recurso multimídia que o proporciona uma visão do que deseja transmitir, totalmente válido para a explicitação de conteúdos de ciência, por exemplo.

[...] , no sentido em que há uma codificação da realidade, na qual são utilizados símbolos fornecidos pela cultura, e partilhados por um grupo de pessoas que produz a obra e pelas pessoas para as quais a obra se destina (ROSA, 2000, p. 4).

Rosa (2000) também nos motiva ao uso de recursos audiovisuais no ensino de ciências pela reação emocional que existe entre o interesse pelo filme (por exemplo) e a relação deste

com o conteúdo ministrado pelo professor. Além disso, temos a quebra de rotina da sala de aula pelo novo recurso. Não obstante, nota-se também que há fenômenos que são melhores visualizados com uso de recursos gráficos do que apenas interpretação mental, como a visualização do comportamento de campos gravitacionais, magnéticos e eventos espaciais.

Estudos como os de Lauthartte e Junior (2011) mostram que a linguagem do audiovisual possibilita ao aluno que ele expanda sua percepção daquilo que observou, sendo até capaz de transmitir o conteúdo desejado mais do que a exposição oral, comumente utilizada por métodos de ensino.

Utilizando uma teoria mais robusta e voltada para o foco desse trabalho, vemos que Ausubel (*apud* Rosa, 2000) nos mostra a importância de uma estrutura cognitiva para que haja uma ligação dos conceitos que já existem (dos alunos) com o que está proposto a ser ensinado (do professor, científico). Por exemplo, se eu quero ensinar um aluno sobre a diferença entre ecossistemas naturais e artificiais o filme Procurando Nemo (PIXAR) possui excelentes elementos que nos auxiliam em mostrar como um ecossistema tem importância na vida de um ser vivo, dando a possibilidade de estender as explicações para relações científicas como processos químicos e físicos. Ou seja, quanto mais próxima estiver a mídia do dia a dia do aluno ou do contexto em que vive, há uma melhora da prática pedagógica que o professor pretende ministrar/utilizar. Com a alta tecnologia que temos hoje em dia, os recursos são abundantes e isso não pode ser desprezado, afinal toda forma de ensino deve ser válida.

Não devemos desprezar a tecnologia, tendo em vista que ela pode ser um meio de transmissão de informações. Ela é uma ferramenta grandiosa como uso de metodologia de ensino, já que segundo Tapia (2004), tal uso caracteriza o nível de motivação pelo aluno para a construção do conhecimento. Anacleto, Michel e Otto (2007) tratam da relação do cinema e o aluno quando afirmam que

[...] Os caminhos do cinema e da educação se cruzam no horizonte das expectativas pedagógicas e é irrefutável a contribuição de um ao outro ao longo da história, e enquanto a educação prepara o cidadão ao futuro, o cinema pode auxiliar a mostrar os vários caminhos para que esta jornada termine a contento. (ANACLETO; MICHAEL; OTTO, 2007, p. 2)

O professor também necessita conhecimento de como lidar com os recursos digitais que são disponibilizados pela escola, visto que esses recursos dependem do envio do governo pelas verbas e também como é administrado pela gestão da escola. (KIM, 2001). Logo, se há uma limitação de uso desses insumos, então o professor precisa de uma estratégia para incluí-los em sua metodologia de ensino. Vale salientar que produtores de filmes não possuem a intenção de

representar aspectos educacionais em suas obras. Os autores Arroio e Giordan (2006) relatam da dificuldade em transpor os elementos educacionais presente nos filmes para um contexto escolar, por isso que é importante a interseção dos saberes entre professor e aluno.

O VALOR DO TEMPO NOS DIAS ATUAIS

Hoje sabemos que o cumprimento da grade curricular de ensino exige um tempo já estabelecido por aula e assim é de suma importância a administração dos conteúdos e dos recursos que serão utilizados para isso. Logo, para a introdução de novos recursos didáticos é necessário um estudo profundo realizado pelo professor de como ter o melhor aproveitamento do mesmo para o objetivo a ser atingido, por isso Souza (2007) diz que:

Os recursos didáticos não devem ser utilizados de qualquer jeito, deve haver um planejamento por parte do professor, que deverá saber como utilizá-lo para alcançar o objetivo proposto por sua disciplina. O papel do professor neste processo é de vital importância para que o uso de tais recursos alcance o objetivo proposto. O professor deve ter formação e competência para utilizar os recursos didáticos que estão a seu alcance e muita criatividade, ou até mesmo construir juntamente com seus alunos, pois, ao manipular esses objetos a criança tem a possibilidade de assimilar melhor o conteúdo. (SOUZA, 2007, p. 2)

Por isso, esse trabalho foi desenvolvido na perspectiva de ser aplicado em um ambiente de ensino que seja possível a exibição de trechos de filmes para o melhor aproveitamento da grade curricular em questão de tempo em sala de aula. Ao adotar uma didática mais criativa e divertida para a sala de aula, o aluno

(...) envolve-se fisicamente em uma situação de aprendizagem ativa. O caráter motivador é uma das funções do uso de tais recursos pois se sabe que o conhecimento na criança, parte do concreto para o abstrato, e também é bem mais divertido aprender brincando (...) (SOUZA, 2007, p. 4)

Vygostsky (1999) defende o uso de uma prática pedagógica que ajude a entender o conteúdo envolvendo o aluno no que deve ser ensino. Por exemplo, Vygostky afirma que “uma prática pedagógica adequada perpassa não somente por deixar as crianças brincarem, mas, fundamentalmente por ajudar as crianças a brincar, por brincar com as crianças”.

No entanto como coloca Napolitano,

Obviamente o professor não precisa ser crítico profissional de cinema para trabalhar com filmes na sala de aula. Mas o conhecimento de alguns elementos de linguagem cinematográfica vai acrescentar qualidade ao trabalho. Boa parte dos valores e das mensagens transmitidas pelos filmes a que assistimos se efetiva não tanto pela história contada em si, e sim pela forma de contá-la. Existem elementos sutis e subliminares que transmitem ideologias e valores tanto quanto a trama e os diálogos explícitos (NAPOLITANO, 2003, p. 57).

Por isso que a escolha da exibição de cenas de filmes para o auxílio do ensino de física tem o intuito de facilitar o processo, já que não é necessário a exibição de um filme completo e pela temática do filme a aula tende a ser mais divertida e didático para a turma.

METODOLOGIA

Com o propósito de alcançar os objetivos propostos nesta pesquisa, ela se caracteriza como sendo de caráter exploratório, que de acordo com Gil (2010, p.41), se caracteriza por ter como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.

Quanto a seus procedimentos técnicos, foi utilizada uma investigação bibliográfica, desenvolvida com base em material já elaborado. Segundo Gil (2010), a pesquisa do tipo bibliográfica permite ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente.

Para a realização desse trabalho, inicialmente foi feita uma seleção de filmes que possuíssem cenas que mostrassem situações onde fossem visualizados conceitos de Física que são ministrados nas salas de aula do ensino médio. Logo após a escolha dos filmes e de selecionadas as cenas aplicáveis a proposta aqui exposta, foi realizada a pesquisa bibliográfica com os temas das cenas catalogadas e sobre o uso das tecnologias midiáticas no ensino de Física.

Todo o trabalho foi pensado na forma de promover um uso mais didático e simples de cenas de filmes para que os alunos possam visualizar melhor as situações que muitas vezes os livros didáticos não trazem. Os filmes estão catalogados na tabela a seguir:

Tabela 01: análise das cenas dos filmes de acordo com o tema Físico abordado

FILME	GÊNERO	TRECHO (min)	CONTEÚDO ABORDADO
Pantera Negra	Ação/ Super Heróis	39:26 – 40:58 / 1:10:12 – 1:11:00	Conservação de Energia/ Magnetismo
Interestelar	Ficção Científica	02:07:00 – 02:11:20	Momento Linear e Angular

Ice Princess	Comédia Romântica	37:15 – 37:45	Momento angular
Homem de Ferro 1	Ação/ Super Heróis	17:00 – 18:30	Eletroímã
Alexandria	História	1:04:00 – 1:05:18	Princípio da Inércia
Aprendiz de Feiticeiro	Ficção Científica	20:00 – 21:00	Eletromagnetismo (Bobina de Tesla)
Sonic – O filme	Ficção/Games	45:30 – 48:30	Relatividade Restrita
Aquaman	Ação/ Super Heróis	1:59:00 – 2:00:10	Propagação de Ondas sonoras na água
TinkerBell – O tesouro perdido	Animação	06:19 – 08:09	Conservação da Energia
Angry Birds: O filme	Animação/Games	1:12:25 – 1:13:15	Relatividade Restrita

Fonte: Elaborada pelo autor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. A CONSERVAÇÃO DA ENERGIA PRESENTE EM PANTERA NEGRA (2018) E TINKER BELL II (2009).

Ambientado em Wakanda, uma cidade ficcional localizado na África e datadora do maior recurso tecnológico do planeta Terra, fonte rica do material chamado Vibranium, o personagem principal, o rei T'Challa possui um traje feito a partir de vibranium, altamente resistente, porém com limitação de funções. Sua cientista tecnológica e irmã Shuri, apresenta um novo conceito de traje a partir de nanotecnologia compactado em um colar discreto.

Aqui notamos como o conceito de energia cinética e potencial é utilizado para explicar o funcionamento do traje. Quando ele realiza um chute contra o tórax do traje, o movimento é carregador dos dois tipos de energia. Podemos dizer que temos uma soma de duas energias, como sendo a cinética com a potencial. Assim,

$$Energia\ total\ no\ chute = \frac{mv^2}{2} + (ENERGIA\ POTENCIAL) \quad (1)$$

ao notar que quando realiza o chute o local do traje brilha e devolve essa energia como forma de onda de impacto, nada nos impede de supor que a energia inicial foi “devolvida” pelo traje. Vale salientar que a onda de choque foi provocada pelo pulso de energia potencial elétrica que foi convertida em energia cinética. Introduzimos assim o conceito de conservação de energia,

onde essa energia total no chute foi devolvida completamente em forma de onda de choque. Assim, essa energia “mecanizada” nesse sistema pode ser escrita como:

$$E_I = E_F \quad (2).$$

Logo, podemos concluir que, de acordo com Alvarenga,

[...] se apenas forças conservativas atuam sobre um corpo em movimento, sua energia mecânica total permanece em constante para qualquer ponto da trajetória, isto é, a energia mecânica do corpo se conserva. A energia pode ser transformada de uma forma em outra, mas não pode ser criada nem destruída; a energia total é constante[...]. (SEAR E ZEMANSKY, 2016, p. 243).

Da mesma forma, encontramos o conceito de conservação de energia no filme TinkerBell II, onde a personagem principal está preparando um barco movido com um motor simples feito com colheres pequenas de madeira para impulsionar a água, presos em uma hélice horizontal de cartas, que utiliza um elástico envolto nesse eixo que é esticado pelo sistema, causando um aumento progressivo de energia desse elástico, por meio da força elástica. Quando Tinker Bell coloca o barco na água para o início de uma corrida ela solta o elástico onde imediatamente toda a energia potencial elástica acumulada é transformada em uma energia cinética para que o barco possa navegar sem nenhum problema. Numa cena cômica, o barco adquire tamanha energia cinética que chega a levantar voo devido à alta velocidade.

Esses dois filmes podem ser incluídos na sala de aula como forma de introduzir o conteúdo de conservação de energia, pois vemos a concordância com a literatura científica (não considerando os limites existentes na ficção). Ao explicar as fórmulas necessárias para uma visualização matemática da cena, o aluno deve ter a capacidade de verificar que existe uma aproximação entre o que ele assiste com o que ele lê nos livros, facilitando ainda mais o aprendizado do conteúdo em questão.

2. MOMENTUM LINEAR E ANGULAR PRESENTES EM INTERESTELAR (2014) E ICE PRINCESS (2005).

Interestelar conta a história de uma tripulação de cientistas que buscam um planeta habitável para salvar a humanidade que padece em meio a uma Terra de catástrofes naturais. A cena a ser trabalhada trata do momento em que a equipe irá acoplar a nave na Estação Espacial, que está girando no vácuo do espaço.

Com um clima de tensão enorme, o piloto precisa conciliar o movimento horizontal da nave e do movimento de giro da estação. Nisso ele passa a girar a nave no próprio eixo para que todos os movimentos entrem em sintonia e que a acoplagem na Estação Espacial ocorra de maneira satisfatória. Tal cena retrata os dois tipos da quantidade de movimento, comumente encontrado nos livros didáticos como *momentum* linear (no caso em questão, ocorrendo na horizontal pela nave) e o angular (este realizado tanto pela nave quanto pela estação). Esses movimentos são de carácter conservativo e isso pode ser visto também nas cenas. O movimento se manteve constante até o momento em que alguma força externa atuou sobre o sistema. Alvarenga nos mostra que

“[...] Se for nula a resultante das forças externas que atua em um sistema de partículas, a quantidade de momento total desse sistema se conserva. A quantidade de movimento (momento linear) se conservará mesmo que estejam atuando forças dissipativas (...) desde que sejam forças internas ao sistema [...]” (SEAR E ZEMANSKY, 2016, p. 277).

Temos também a conservação do momento angular presente no filme, que descreve como a quantidade de rotação do sistema (nave + estação espacial) foi importante para a acoplagem dos módulos de maneira segura. Isso é um recurso útil para que o professor utilize esse trecho quando o assunto já tiver sido abordado em sala, devido a sua natureza um pouco complexa para os estudantes. Isso se torna porta de entrada para a exibição do trecho do filme *Ice Princess* (2005).

Ice Princess conta a história de Casey, uma das garotas mais inteligentes de sua escola que está em busca de uma bolsa no curso de física da universidade que a sua mãe almeja. Para isso, ela precisa fazer uma tese e o assunto escolhido por ela foi o movimento das patinadoras de gelo e para organizar seus conhecimentos, ela começa a gravar suas companheiras de patinação. Nisso, a cena realizada mostra como o movimento da bailarina no vídeo modifica sua velocidade de giro. Essa cena está relacionada também com a conservação do momento angular, como já citado no parágrafo acima. Logo, a ideia é que esta cena ajude aos alunos a entenderem na “prática” como o movimento dos braços e corpo podem modificar essa rotação no final do conteúdo ou mesmo para uma revisão geral. Por exemplo, ao fechar os braços a bailarina diminui a sua rotação, como a quantidade de movimento angular se mantém esse processo de fechar os braços é interno ao sistema (o corpo da bailarina), e a quantidade de movimento angular é produto da inércia de rotação pela velocidade angular, a velocidade angular aumenta para equilibrar com a progressiva diminuição do movimento de rotação. Desta forma a bailarina controla a rapidez do seu giro com maestria. Isso pode representar uma

eficácia como produto final de uma revisão de conteúdo, por englobar o uso de conceitos que são necessários conhecimentos já ministrados pelo professor.

3. O PRINCÍPIO DA INÉRCIA PRESENTE EM ALEXANDRIA (2009)

O filme relata a história de Hipátia, filósofa e professora em Alexandria, no Egito entre os anos 355 e 415 d.C. Única personagem feminina do filme, Hipátia ensina filosofia, matemática e astronomia na Escola de Alexandria, junto à Biblioteca. A cena em análise é quando Hipátia está em um barco e pede a um companheiro de navegação que vá até o alto do mastro carregando um saco, provavelmente de areia. Com o barco se movendo para frente, ela necessita descobrir qual o comportamento do saco ao ser jogado do alto. Ela afirma que o saco não cairá ao pé do mastro, e sim mais afastado.

Quando seu companheiro de navegação solta o saco, ele cai próximo ao mastro. Em êxtase de alegria, a filósofa vibra por ter realizado uma observação contrária à sua hipótese inicial. A mesma afirma após o evento que: o saco caiu no lugar como se o barco estivesse parado!?”

Diferentemente das análises anteriores, essa cena em questão possui elementos que ajudam ao professor a iniciar o conteúdo sobre inércia, onde em vez de realizar as leituras iniciais presentes em todo livro didático de física a respeito do assunto, a cena seria exposta para gerar as primeiras análises da situação para que o tema e o significado de inércia seja iniciado de uma maneira mais coerente para posteriormente dar sentido as leis newtonianas. Vale salientar que a cena em questão também auxilia no ensino de história da física ao relatar um conceito tão antigo quando o movimento inercial.

4. A BOBINA DE TESLA DO FEITICEIRO E O ELETROÍMA DO HOMEM DE FERRO.

Dave Stutler é um ser humano que herdou os poderes do milenar mago Merlin. Ele é um estudante que possui uma paixão fora do comum pelo mundo científico e construiu suas próprias Bobinas de Tesla. A cena em questão, do filme O aprendiz de feiticeiro, é quando ele está em seu laboratório e liga seus aparelhos juntamente com um player de som para que os raios que saltam das bobinas sejam modulados na mesma frequência da música tocada. Essa combinação promove uma cena que desperta curiosidade ao ver raios em que grandes proporções vibrando no ar reproduzindo (em suas limitações) a música do aparelho de som.

Tony Stark é um bilionário que possui uma inteligência fora do comum. Ao ser surpreendido por um ataque terrorista, fica desacordado e quando desperta se vê dentro de uma caverna juntamente com outro cientista. Tony, que está sob uma maca, logo percebe algo diferente em seu peito, um círculo preso a fios. Assustado, o Homem de Ferro pergunta o que significa tudo aquilo e o cientista diz: “*Isso? É um eletroímã*”. Tony Stark, em seu acidente, teve o coração perfurado por estilhaços de metal e o eletroímã impedia que os pedaços perfurassem ainda mais seu coração.

Obs: Na descrição a seguir a respeito do filme Aprendiz de Feiticeiro, por falta de valores numéricos referentes ao experimento realizado no laboratório do personagem, os dados utilizados abaixo são de carácter de exemplo.

Essas duas cenas trabalham em conjunto quando temos em sala de aula o ambiente de transição entre eletrodinâmica e eletromagnetismo. A primeira cena é perfeita para utilizar os conhecimentos dos alunos sobre a eletrodinâmica e eletromagnetismo já estudadas para introduzir o conceito de bobina de tesla, explicando que o seu funcionamento tem por base o princípio do transformador de energia. Sabendo que um primeiro transformador eleva a tensão da rede (por exemplo: de 110 volts para algo em torno de 5000 volts) e esta por sua vez é fornecida a um centelhador, que está ligado em paralelo a um capacitor e a bobina primária de um segundo transformador (estes em série). Quando o capacitor carrega, a tensão no centelhador eleva-se até o ponto onde há a quebra da rigidez dielétrica do ar, fazendo com que um "pico" de corrente elétrica elevado atravesse o circuito. Isto ocorre 120 vezes a cada segundo. Esta corrente, por sua vez, passa pela bobina primária do segundo transformador gerando um campo magnético variável. Este campo magnético induz uma corrente elétrica na bobina secundária. Como o número de espiras na bobina secundária é bem maior a corrente elétrica induzida nela é pequena, mas a tensão obtida nos seus terminais é de cerca de 100.000 volts.

Já a segunda cena pode dar continuidade ao assunto de eletromagnetismo, mostrando como os campos elétricos e magnéticos conversam entre si para impedir o avanço dos estilhaços através do funcionamento de um eletroímã. Conceitualmente, o professor pode explicar que quando o fio é submetido a uma tensão, o mesmo é percorrido por uma corrente elétrica, o que gerará um campo magnético ao redor do mesmo, conforme pode ser verificado pela Lei de Biot-Savart. A intensidade do campo e a distância que ele atingirá a partir do eletroímã dependerão da intensidade da corrente aplicada e do número de voltas para forma o solenoide. O pedaço de

ferro apresenta as características de um ímã permanente, enquanto a corrente for mantida circulando, e o campo magnético pode ser constante ou variável no tempo dependendo da corrente utilizada (contínua ou alternada). Ao se interromper a passagem da corrente o material ferromagnético envolto pelas espiras pode tanto manter as características magnéticas ou não, dependendo das propriedades do mesmo. A cena proporciona uma gama de possibilidades que podem ser utilizadas pelo professor e também a realização da construção de um eletroímã caseiro e mais simples.

5. AS ONDAS SONORAS SUBMARINAS DO AQUAMAN

O Aquaman é um super herói que possui descendência do reino de Atlântida, um reino místico onde humanóides possuem poderes de respirar debaixo d'água, alta velocidade e forças fora do comum.

Em uma batalha pelo trono de Atlântida, há um exército inimigo querendo destruir o Aquaman com todas as forças existentes no mar. Submarinos com força nuclear, animais marinhos com grau de destruição em massa, feixes de energia em todas as direções, animais pre-históricos e gigantes lutam contra nosso herói a fim de deixá-lo incapacitado. Em um movimento com seu Tridente de Poseidon, Arthur (Aquaman) realiza a emissão de uma onda curiosa, uma onda sonora que é capaz de estar na mesma frequência os animais daquele ambiente, fazendo-o comunicar com todos os seres naquele raio e convocando-os para a batalha. Aqui vemos um tema curioso que é a propagação de onda sonora dentro do mar, há uma pressão hidrostática absurda para seres humanos.

O professor possui, com nessa cena, despertar a curiosidade dos alunos para o funcionamento de radares submarinos e também de sonares dos golfinhos. Para isso, é necessário que ele mostre que o som é uma espécie de onda de pressão que se propaga por vibração que produz zonas alternadas de compressão e rarefação. Por isso, todo o som resultante de uma vibração (altifalante).

A energia associada a essa característica do som devido à grande amplitude da onda a mesma tem energia suficiente para alcançar maiores distâncias. Mas a pressão acústica sobe e desce de forma sinusoidal conforme a onda passa, isso tudo relacionado com a velocidade de propagação v pela equação

$$v = f \cdot \lambda \quad (3)$$

Um fato importante que pode ser enfatizado pelo professor é que a velocidade c aumenta com a profundidade no oceano. O aumento do módulo axial com a pressão é maior que o correspondente aumento de densidade, por isso c aumenta em profundidade.

6. A RELATIVIDADE RESTRITA DE UM OURIÇO E DE UM PÁSSARO.

Sonic narra a história de um ouriço que veio de uma dimensão diferente do mundo que vivemos. Seu planeta possui as características do famoso videogame da empresa Sega. Sonic é expulso do planeta natal e é enviado à Terra por um portal interdimensional. Em uma de suas aventuras pelo planeta, ele está se divertindo em um bar quando de repente uma confusão é iniciada e ele se vê obrigado a sair daquela situação, porém como ainda possui características infantis em sua personalidade, ele se vê na capacidade de se divertir com o que está ao seu redor e ativa sua habilidade de se mover na velocidade da luz. Automaticamente ele percebe que todos ao seu redor se movem com uma velocidade muito inferior a sua. Sonic consegue mover todas as pessoas de lugar sem que elas percebam, fazendo com que aconteça uma cena cômica, com situações constrangedoras. Tal ato lhe dá a possibilidade de escapar daquele local sem nenhum dano.

Seguindo a linha de filmes derivados de jogos, temos Angry Birds nos mostrando uma cena parecida com a descrita anteriormente. Red é um pássaro mal humorado que, para resolver um problema que sua cidade está passando precisa invadir um castelo dos inimigos, os Porcos. Junto com seus companheiros, Bomba e Chuck, tentam bolar algum plano para passar pelos guardas que vigiam a porta. Chuck possui a capacidade de se locomover em alta velocidade. Para ajudar seu amigo, no momento em que um dos guardas joga uma moeda para cima, Chuck rapidamente entra em alta velocidade e tudo ao seu redor fica se movendo em uma velocidade abaixo da sua e consegue modificar a posição dos guardas sem que eles percebam, ao ponto de provocar intriga entre os guardas, forçando-os a saírem do posto de sentinela. Quando a moeda jogada cai no chão no local, Chuck retorna aos seus amigos e nenhum deles percebem o que aconteceu. Com a passagem sem vigias, entram no castelo.

Os filmes nos introduz o conceito de relatividade restrita, ou TRR, teoria esta que nos informa como se comporta corpos a velocidades do tipo c (velocidades próximas a velocidade da luz). Os personagens ao se moverem com essas características exemplifica os conceitos de dilatação/contração de tempo, além claro do conceito de tempo próprio. Ao notar que tudo ao seu redor está em câmera lenta percebe-se que:

(...) intervalos de tempos para uma pessoa em altíssima velocidade, próxima à velocidade da luz no vácuo, transcorrem mais lentamente do que intervalos de tempo medidos por outra pessoa em repouso, por exemplo, em relação à Terra. Isso significa que uma hora para um observador em repouso na superfície da Terra pode corresponder a alguns minutos ou segundos para outro observador em alta velocidade (...). (SEAR E ZEMANSKY, 2016, p. 166)

sendo que este conceito também obedece a seguinte equação matemática:

$$\Delta t_0 = \Delta t. \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (4)$$

O professor através da cena proposta pode facilmente introduzir o conceito de dilatação do tempo de uma forma interativa e de fácil compreensão pelos alunos, pois a visualização desse conceito torna-se um pouco difícil somente pela leitura ou exemplificação com um quadro, através de um desenho, por exemplo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo apresentar um recurso didático que auxilie o ensino de Física nas séries do ensino médio, promovendo a liberdade de escolha no método da aplicação desse recurso, não se limitando a introdução ou conclusão do conteúdo ministrado pelo professor. Desse modo, nos preocupamos com que, a ideia aqui apresentada, seja de fácil aplicação numa sala de aula e que não ocupasse muito tempo do professor – contribuindo também no cumprimento da carga horária pré-estabelecida pelo ambiente escolar – sendo escolhido apenas as cenas de filmes que abordem de fato o conteúdo a ser trabalhado em aula. Ao usar uma cena do filme, o professor tem a liberdade de focar a atenção do aluno somente no fenômeno que ele está afim de analisar, ao invés de passar todo um filme – que por vezes tem tempo maior do que tempo de aula – para depois lembrar uma cena específica, além de depositar um certo tempo e trabalho em repassar um filme completo.

Foram selecionados os seguintes temas: conservação de energia, momento linear e angular, eletromagnetismo, eletrodinâmica, princípio da inércia, relatividade restrita, propagação de ondas na água. Usando filmes para todas as faixas etárias, de gêneros diversos como animação, humor, histórico, ficção científica, a gama de público é maior, pois há aceitação para todos os tipos de preferências em filme. Todos esses quesitos possuem forte peso no objetivo geral do trabalho que é o uso dessas cenas para o auxílio do ensino dos conceitos de física juntamente com a teoria presentes nos livros, independente se o professor aplicará a

teoria antes ou após a exibição das cenas, independentemente das sugestões de aplicação propostas as seções anteriores.

Após realizada a pesquisa bibliográfica e a delicada escolha das cenas dos filmes, foi verificado a importância deste trabalho quanto a sua aplicabilidade em todas os anos escolares do ensino médio e tem base para aplicação em sala de aula para coleta de dados para a comprovação ou refutação do objetivo proposto, visando sempre a melhoria do ensino de Física e maior aceitação dessa disciplina por meio dos alunos.

REFERÊNCIAS

ARROIO, A.; GIORDAN, M. **O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino.** Química Nova na Escola, v. 24, n. 1, p. 8-11, 2006.

ANACLETO, A.; MICHEL, S. A.; OTTO, J. **Cinema e Home Vídeo Entertainment: o mercado da magia e a magia do mercado.** 2007.

BAGNE, J. & NACARATO, A. M. **A prática do diálogo em sala de aula: uma condição para a elaboração conceitual matemática dos alunos.** Reflexão e Ação (Online), Santa Cruz do Sul, v.20, n.2, jul./dez, p. 186-214, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KIM, H. **Is there a crowding-out effect between school expenditure and mother's child care time?** Economics of Education Review .v. 20, n. 1, p. 71-80. 2001.

LAUTHARTTE, L. C.; FRANCISCO JUNIOR, W. E. **Bulas de medicamentos, vídeo educativo e biopirataria: uma experiência didática na Amazônia.** Química Nova na Escola, v. 33, n. 3, p. 178-184, 2011.

ROSA, P.R.S. **O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências.** Cad.Cat.Ens.Fís., v. 17, n. 1: p. 33-49, abr. 2000.

SEARS E ZEMANSKY. **Física 1, 2, 3 e 4, v.1, 2, 3 e 4, 14ª ed.** São Paulo: Addison Wesley, 2016.

SOUZA, S. E. **O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: I ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, IV JORNADA DE PRÁTICA DE ENSINO, XIII SEMANA DE PEDAGOGIA DA UEM: "INFANCIA E PRÁTICAS EDUCATIVAS".** Maringá, PR, 2007. Disponível em: http://www.pec.uem.br/pec_uem/revistas/arqmudi/volume_11/suplemento_02/artigos/019.pdf >. Acesso em: 17/09/2020

VYGOTSKY LS. **A Formação Social da Mente.** São Paulo - Martins Fontes, 1991.

TAPIA, J.A; FITA, E. C. **A motivação em sala de aula o que é, como se faz.** 2º ed. Trad. Sandra Garcia. São Paulo, Edições Loyola, 1999. p.146

NAPOLITANO, M. **Como usar o cinema na sala de aula.** São Paulo: Contexto, 2003.



EDUCAÇÃO AMBIENTAL DIALÓGICA: CONCEPÇÕES E PRÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS DO MUNICÍPIO DE FRONTEIRAS – PI

Veronica Nogueira do Nascimento¹
Matheus Sousa Silva²
Janete de Souza Bezerra³
Sebastiana Micaela Amorim Lemos⁴

RESUMO

Pensando a educação como base formativa social é importante destacar e discutir sobre as problemáticas ambientais que ainda se fazem presente nos dias atuais, bem como os impactos causados pela ação do homem. Nesse contexto, objetivou-se apresentar a relevância da Educação Ambiental junto ao ensino em Ciências através do projeto “A Importância da Educação Ambiental no Ensino de Ciências no Município de Fronteiras – PI”, a fim de conscientizar os educandos sobre as necessidades de compreender a sua parcela de responsabilidade quanto aos problemas ambientais e as possíveis soluções. Este trabalho trata-se de uma pesquisa participante, descritivo-explicativa, de natureza qualitativa e quantitativa. A partir da realização da pesquisa, observamos que os educandos tinham um conceito de Educação Ambiental diversificado. Antes da realização do projeto, estes afirmaram que a temática era tratada quase sempre de forma teórica, ou seja, através de leitura ou explanação do conteúdo a partir de atividades escritas. Foi possível perceber, também, que durante o projeto os educandos se mantiveram animados, trocando experiências e opiniões entre si. Por fim, verificamos que após a execução do projeto os educandos reformularam os seus conceitos sobre a Educação Ambiental, manifestando uma opinião mais consciente sobre os cuidados ao meio ambiente, além de perceberem que os problemas ambientais estão ligados diretamente às ações do homem sobre a natureza.

Palavras-chave: Educação Ambiental Dialógica. Ensino de Ciências. Ensino Fundamental.

1 INTRODUÇÃO

Falar sobre educação é reconhecer o significativo espaço de conquistas ao longo da sua história, é ter consciência do papel que esta ocupa na construção ou na mudança social como um todo, uma vez que a educação é a base transformadora de qualquer sociedade. Nessa

¹ Enfermeira, Mestra em Desenvolvimento Regional Sustentável, Universidade Federal do Cariri UFCA – CE, veronica.nogueira@aluno.uece.br;

² Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri – URCA, matheuspandafnt@gmail.com;

³ Bióloga, Mestra em Bioprospecção Molecular/Biodiversidade pela Universidade Regional do Cariri – URCA, janete.bezerra@urca.br;

⁴ Bióloga, Pedagoga, Mestra em Educação pela Universidade Regional do Cariri – URCA, micaela_lemos@hotmail.com.

conjuntura, quando nos referimos a mudança social, torna-se imprescindível destacar e discutir sobre as problemáticas ambientais que ainda se fazem presentes nos dias atuais, bem como os impactos causados pela ação do homem. Baptista (2015, p. 587) enfatiza que no ensino de Ciências as “práticas pedagógicas devem ser comprometidas com a promoção do diálogo intercultural, ou seja, entre a cultura da ciência e as culturas dos estudantes”.

Neste sentido, a educação contemporânea respalda-se na formação de cidadãos críticos e conscientes de suas ações. No entanto, sabe-se que a realidade da educação brasileira ainda é diferente do que temos na teoria. Assim, é importante questionar: diante de quais práticas pedagógicas as problemáticas socioambientais estão sendo englobadas na área de Ciências da Natureza? Como são aplicados e desenvolvidos os projetos referentes à Educação Ambiental?

Diante do exposto, objetivou-se neste estudo identificar as contribuições da Educação Ambiental junto ao Ensino em Ciências, a fim de despertar a consciência dos educandos sobre a necessidade de compreender a sua parcela de responsabilidade quanto aos problemas e soluções relacionados ao meio ambiente. Diante deste, buscou-se realizar um diagnóstico sobre as atividades referentes à Educação Ambiental ofertadas durante o ano letivo e, a partir deste, ofertar um projeto com oficinas e atividades que proporcionem a reflexão sobre as temáticas ambientais emergentes.

A educação compreende “o conjunto de processos, influências, estruturas, ações, que intervém no desenvolvimento humano de indivíduos e grupos, na sua relação ativa como o meio natural e social, em um determinado contexto de relações entre os grupos e classes sociais, visando à formação do ser humano [...]” (LIBÂNEO, 2004, p. 30). Assim, a educação tem sido o principal instrumento no combate aos descasos com o meio ambiente. Pois quando as pessoas se tornam conscientes de suas atitudes, passam a ter mais convicção da importância do seu papel na preservação ambiental.

A Educação Ambiental Dialógica (EAD) busca a discussão e a possível resolução dos problemas ambientais em sua multidimensionalidade, através de uma postura crítica, ética, solidária, exercendo o princípio da equidade. Sendo o diálogo democrático o seu elemento primordial, esta traz o educando como um autor ativo neste processo de construção do conhecimento (FIGUEIREDO, 2003).

Dentro do ensino de Ciências a Educação Ambiental envolve consciência crítica, mudança e transformação de atitudes em relação à vida. Diante do exposto, este estudo torna-se relevante devido ao fato de que, sendo a educação a base transformadora da sociedade, é só através dela que se pode mudar a realidade em que o sujeito, seja educando ou educador, vive, bem como a natureza a sua volta.



2 METODOLOGIA

A presente seção versa sobre o percurso metodológico utilizado para o alcance dos objetivos propostos nesta pesquisa. Apresentam-se as características do estudo, assim como o seu público alvo; os instrumentos e os materiais utilizados.

2.1 Caracterização da Pesquisa

Este trabalho resulta de uma pesquisa participante, descritivo-explicativa, de natureza qualitativa e quantitativa. Gil (2008, p. 42) ao conceituar pesquisas explicativas, afirma que: “[...] essas pesquisas têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos.”

Configura-se, portanto, como pesquisa qualitativa por buscar compreender o problema e investigar sua qualificação do ponto de vista de um grupo/pessoas. É também descritiva porque pretende descrever as etapas da realização do projeto “A Importância da Educação Ambiental no Ensino de Ciências no Município de Fronteiras – PI”.

A escolha da pesquisa participante na condução metodológica deste estudo ocorre por esta pensar o mundo social e as suas transformações de uma maneira dialética, “realizada a partir da presença, da posição e dos interesses das classes populares” (SANTOS, 2007). E para defender os interesses sociais presentes na problemática, foi necessária a interação dos pesquisadores no campo de investigação assumindo um compromisso ético, social e político com a condução desta pesquisa.

Ao buscar a percepção e a construção de significados através do diálogo com os educandos, transformando-os em sujeitos ativos neste processo, os mesmos deixam de ser o objeto de estudo em observação e passa a ser o sujeito protagonista deste processo de construção de saberes. “A relação tradicional de *sujeito-objeto*, entre investigador-educador e os grupos populares deve ser progressivamente convertida em uma relação do tipo *sujeito-sujeito*, a partir do suposto de que todas as pessoas e todas as culturas são fontes originais de saber” (BRANDÃO; BORGES, 2007, p. 54, *grifo do autor*).

2.2 Caracterização do *Lócus* de Estudo

O estudo foi realizado na Unidade Escolar Municipal Nossa Senhora de Fátima, situada na Avenida 07 de Setembro, nº 208 – Centro, município de Fronteiras – PI. O

o município ocupa uma área de 775,7 km², fazendo divisa com o estado do Ceará e contando com uma média de 11.122 habitantes. (Fig. 1).

Figura 1 – Mapa do Estado do Piauí com destaque para o município de Fronteiras – PI



Fonte: www.google.com.br/imagens, 2020.

A escola atende educandos residentes tanto da zona urbana quanto também da zona rural do referido município. A mesma compreende a um total de 221 educandos no turno Manhã e 242 educandos no turno vespertino, oferecendo um ensino que preza pela qualidade do 1º ao 9º ano.

2.3 Universo da Pesquisa

A pesquisa foi realizada com educandos do 6º Ano “A” da Unidade Escolar Nossa Senhora de Fátima em Fronteiras – PI. A faixa etária dos educandos é de 10 a 13 anos de idade. A escolha por esta turma se deu por indicação dos professores de ciências, afirmando que nesta turma ainda não havia sido trabalhada a temática Educação Ambiental. Foi utilizado como critério de inclusão os educandos aceitarem participar voluntariamente da pesquisa mediante assinatura dos respectivos termos de consentimentos.

2.4 Procedimentos e Instrumentos de Coleta de Dados

Inicialmente, foi aplicado um questionário dentro da sala de aula escolhida para compreender a percepção dos educandos sobre a temática e auxiliar na elaboração e execução das atividades do projeto. Com a finalidade de um diagnóstico prévio sobre as atividades de educação ambiental ofertadas pela escola, o questionário foi estruturado com perguntas objetivas apresentando questões com opções sim ou não; e questões com opções bom, ruim e regular.

Segundo Marconi e Lakatos (2010, p. 184) o questionário auxilia o pesquisador a receber respostas mais rápidas e mais precisas sobre o problema investigado. As pessoas interrogadas pela pesquisa devem respondê-lo por escrito e sem a presença do pesquisador. Uma das suas principais vantagens é proporcionar uma maior liberdade nas respostas, em razão do anonimato.

Depois de realizada a aplicação do questionário, houve uma análise e filtragem das respostas, para que a partir daí fossem estruturadas as atividades propostas no projeto. As respostas estão descritas nos resultados da pesquisa.

Refletindo junto ao alunado e comunidade escolar envolvida, buscou-se com a inserção do projeto: *“A Importância da Educação Ambiental no Ensino de Ciências no Município de Fronteiras – PI”*, trazer um diálogo reflexivo sobre as ações dos seres humanos e os seus impactos no meio ambiente, enfatizando a importância de separar o lixo e associando a reciclagem às questões ambientais junto a diversas atividades lúdicas desenvolvidas, proporcionando, portanto, a reflexão da importância da Educação Ambiental no ensino de Ciências.

O Projeto foi iniciado no dia 17/09/2018 e se estendeu durante a semana com encerramento no dia 21/09/2018, na turma do 6º ano “A”. Com o Lema: *“A escola como espaço de aprendizagem no ensino de Ciências e Educação Ambiental”*, o projeto desenvolvido apresentou para a turma uma metodologia de trabalho bastante diversificada.

Na Metodologia deste foram apresentadas atividades como: experiências e produção de materiais recicláveis simples; Palestras e vídeos sobre as doenças causadas pelo acúmulo e descarte incorreto do lixo, havendo ainda a confecção juntamente com os educandos de um mural ecológico e oficinas de materiais reutilizados (como criar matérias) com garrafas pets, caixas de papelão, dentre outros. Tudo ocorreu com um desempenho bastante proveitoso e significativo, tanto por parte dos discentes quanto dos docentes.



2.5 Aspectos Éticos e Legais da Pesquisa

Esta pesquisa é respaldada pelas resoluções N° 510/16 e 466/12 as quais discutem sobre os aspectos éticos e legais das pesquisas com seres humanos. A mesma prezou o anonimato dos seus participantes e se utilizou da Carta de Anuência; do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE para os participantes menores de idade; e do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE para os pais ou responsáveis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto foi iniciado no dia 17/09/2018. Após uma breve abordagem de como se daria o seu desenvolvimento foi realizada uma sondagem oral sobre a temática, seguida da aplicação de um questionário básico e breve sobre o conhecimento dos participantes, envolvendo a temática do projeto.

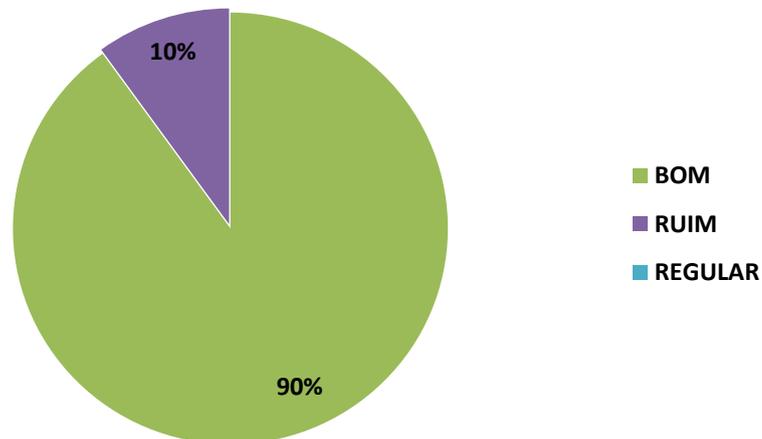
3.1 Análise e discussão das respostas dos educandos

Com a análise do questionário proposto, foi possível perceber opiniões divergentes, porém, houve ainda um número muito satisfatório de respostas positivas que puderam se firmar na prática com a execução das atividades propostas pelo projeto. A turma do 6° ano “A” é composta por 22 educandos, estes residem tanto na zona urbana quanto na rural do município de Fronteiras – PI. Todos os educandos responderam ao questionário e participaram das atividades desenvolvidas pelo projeto.

No primeiro questionamento, sobre como os educandos viam a questão ambiental dentro do seu contexto escolar, as respostas foram bem consideráveis; 20 educandos marcaram a opção “bom”, o que totalizou 90% destes, e dois a opção “ruim”, representando 10% (Fig. 2). A escola trabalha diversas atividades durante o ano letivo, o que levou os educandos a reconhecerem o trabalho desenvolvido pela gestão escolar. Estimular a participação dos educandos nas ações escolares de Educação Ambiental os impulsiona a

refletir diante dos problemas cotidianos, conduzindo-os a propagação destas ações em suas comunidades (REIGOTA, 2009).

Figura 2– Como você vê a questão ambiental dentro do seu contexto escolar?



Fonte: dados da pesquisa, 2018.

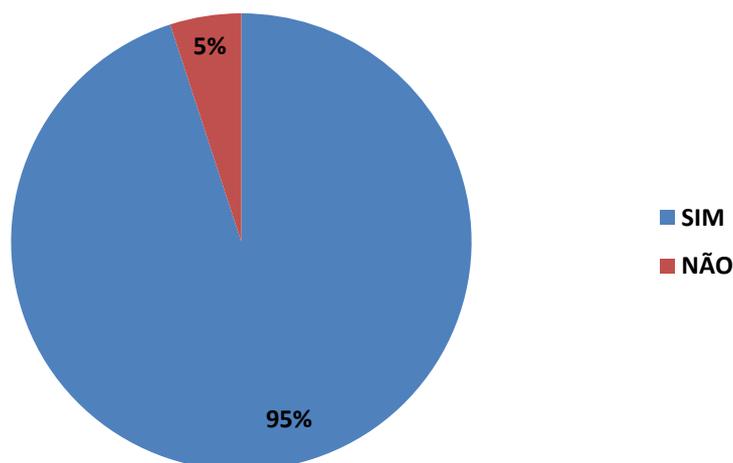
Na segunda indagação que consistiu em identificar se os estudantes acreditavam que a temática deve ter uma abordagem maior dentro da área de Ciências, 21 educandos assinalaram a opção “sim” obtendo 95% de satisfação, enquanto apenas um assinalou “não”, perfazendo um total de 5%, afirmando, neste caso, um aproveitamento bastante significativo. Vale ressaltar que houve um posicionamento da professora, onde a mesma avaliou como positiva a pergunta, afirmando que seria muito mais proveitoso se o currículo e a programação das disciplinas ofertassem mais projetos como esse.

Barbosa *et al.* (2011) ao questionarem os seus entrevistados sobre a importância em participarem de atividades de Educação Ambiental na escola, afirmaram que 97% dos educandos “mencionaram que é importante participarem de atividades relacionadas às práticas ambientais, pois assim eles podem ter um conhecimento maior do assunto e preservar o meio ambiente”. Neste sentido, compreende-se que os educandos dão a devida relevância ao tema proposto quando este é trabalhado em sala de aula, seja através de projetos ou atividades regulares.

A Educação Ambiental hoje é uma prática que transcende o ato pedagógico, transformando-se, também, em um ato político, ofertando aos educandos subsídios para que estes construam um conhecimento participativo, ético e responsável, cientes dos seus direitos

▼ e deveres enquanto cidadãos que sabem reivindicar melhorias para que possam construir uma sociedade mais justa, buscando alternativas que permitam uma convivência digna para todos (REIGOTA, 2009).

Figura 2 – Você acredita que a temática deve ter uma abordagem maior dentro da disciplina de Ciências?



Fonte: dados da pesquisa, 2018.

Ao verificar que a maior parte dos educandos compreende a relevância de aprofundar as discussões sobre a Educação Ambiental na disciplina de Ciências, nos traz reflexões sobre as responsabilidades que recaem a esta disciplina diante de uma temática que é reconhecida como multidisciplinar. Morin (2012) ressalta que “o ensino por disciplina, fragmentado e dividido, impede a capacidade natural que o espírito tem de contextualizar. É essa capacidade que deve ser estimulada e deve ser desenvolvida pelo ensino de ligar as partes ao todo e o todo às partes”. A educação ambiental não deve ser abordada, apenas, no ensino de ciências, uma vez que se trata de uma discussão ampla que envolve, também, os aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais que são inseparáveis e fundamentais a compreensão das relações do homem entre si e entre este e o meio em que vive. Assim, torna-se importante a interatividade entre os educadores, buscando evidenciar o diálogo ambiental através das diversas disciplinas ofertadas durante o ensino fundamental.

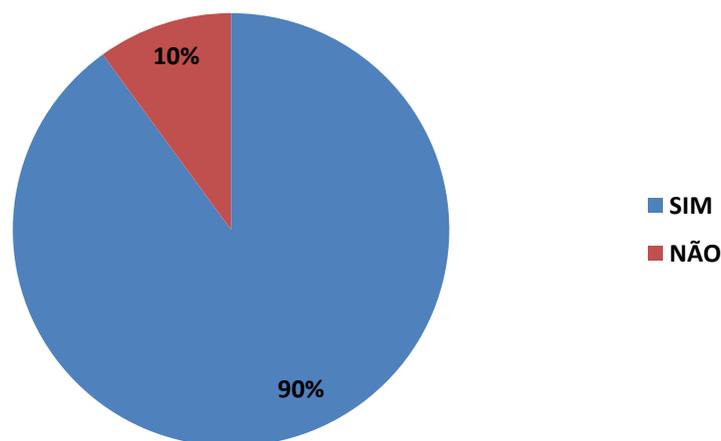
Em seguida, os educandos foram questionados quanto a sua participação em palestras que abordassem a temática da preservação ambiental. O resultado foi de 50% para “sim” e 50% para “não”. A partir deste questionamento foi possível compreender que o conhecimento

▼ acerca da Educação Ambiental, obtido por grande parte dos educandos, prende-se, apenas, no que reconhecem ou observam dentro da escola quando é ofertado ou proposto projetos deste nível, pressupondo que o tema não é trabalhado com ênfase em sala de aula. A partir deste questionamento, podemos considerar o que foi mencionado anteriormente sobre a temática em questão não ser trabalhada de forma significativa, ou ofertada a devida relevância que esta representa na formação social e acadêmica do educando. Embora exista divisão de resultados, boa parte dos educandos entende que as questões ambientais devem ser incluídas nos diversos espaços escolares.

A Educação Ambiental dialógica traz uma perspectiva que rompe com a fragmentação do saber e busca apropriar-se deste em todas as suas manifestações através das percepções sociais e culturais que se revelam nas interações do ser humano com o meio. “A educação ambiental nos horizontes da construção de novas sociedades onde prevaleça a lucidez ética da humanidade em sua complexidade [...] requer um movimento circular e contínuo que envolva do conhecimento à reflexão à ação individual e coletiva” (SILVA; CALLONI, 2018).

Quando questionados se os discentes consideravam importante trabalhar a Educação Ambiental fora da sala de aula, percebeu-se um significativo interesse destes, uma vez que 19 marcaram a opção “sim”, perfazendo um total de 90% dos educandos, e dois marcaram a opção “não”, correspondendo a 10% (Fig. 4).

Figura 4 – Você considera importante trabalhar a Educação Ambiental fora da Sala de Aula?



Fonte: dados da pesquisa, 2018.

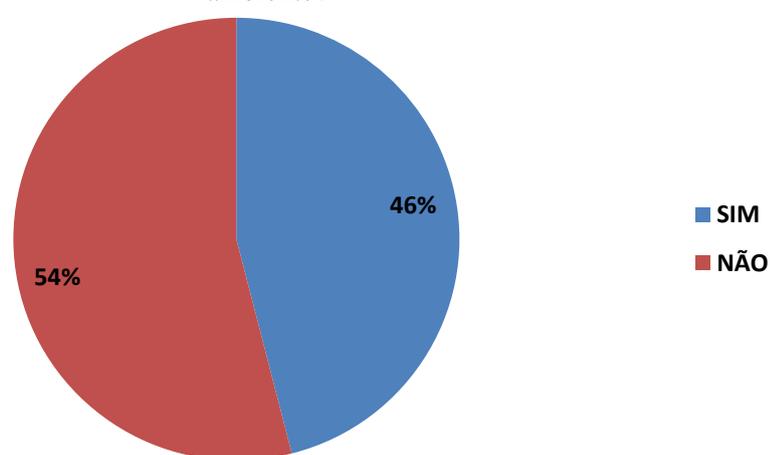
Durante a execução das atividades do projeto fora da sala de aula, notou-se que as respostas negativas mudaram, os educandos contrários perceberam que novas metodologias garantem uma melhor assimilação dos conteúdos e maior participação dos estudantes, pois a prática de certa forma leva a uma melhor acomodação dos conteúdos na estrutura cognitiva do aprendiz.

Os resultados vão ao encontro de Barbosa *et al.* (2011) quando estes evidenciam a preocupação dos educandos com a responsabilidade social frente a preservação ambiental, afirmando que os mesmos têm a consciência de que a Educação Ambiental não é uma prática, apenas, escolar, mas, esta deve estar presente na sociedade em todos os seus níveis e instituições. As reflexões realizadas no ambiente escolar devem transcender o espaço físico e interagir com as vivências e os diversos espaços rurais e urbanos que constituem o lugar de fala destes educandos.

Este protagonismo dos educandos no decorrer do projeto nos remete a percepção freiriana de uma educação crítica e libertadora quando este nos afirma que: “[...] nas condições de verdadeira aprendizagem os educandos vão se transformando em reais sujeitos da construção e da reconstrução do saber ensinado, ao lado do educador, igualmente sujeito do processo” (FREIRE, 1996, p. 29).

Na última pergunta do questionário proposto na sala, viu-se que os educandos são um pouco inseguros em muitas de suas opiniões. Perguntados sobre se eles se consideravam um educando sábio em relação as temáticas ambientais, 46% responderam que “sim” e 54% assinalaram “não” (Fig.5).

Figura 5 – Você se considera um educando sábio quando o assunto é preservação, reciclagem e meio ambiente?



Fonte: dados da pesquisa, 2018.

Esses dados mostram a insegurança que os estudantes tem em relação a aquisição de conhecimentos. Como enfatiza Schwarz *et al.* (2020) essa insegurança por parte dos estudantes pode estar ligada a passividade dos mesmos na aquisição do conhecimento, o que os limitam a não conseguirem relacionar os conteúdos aprendidos com outras temáticas.

Morin (2012) afirma ser necessário ensinar aos educandos os princípios do conhecimento pertinente. O autor retrata o caráter multidimensional do ser humano que é ao mesmo tempo biológico, psíquico, social, afetivo e racional. O conhecimento pertinente deve reconhecer este caráter multidimensional e expressá-lo através das diversas práticas pedagógicas.

3.2 Descrição das atividades realizadas durante o projeto

No dia 18/09/2018 foi iniciado à execução do projeto na escola escolhida. Após a coleta dos primeiros dados e informações foi formado um panorama de questionamentos, estes a serem solucionados no decorrer das atividades.

A escola sempre esteve receptiva para o desenvolvimento das atividades propostas. No segundo dia de execução do projeto, as atividades foram pautadas em experiências e produção de materiais recicláveis simples, abordando o assunto estudado no momento pela disciplina de Ciências, em cooperação, com o professor regente.

Para além de uma Educação Ambiental que se preocupa com o ser humano e os demais seres vivos e não vivos que compõem a biosfera como a conhecemos, faz-se necessária a construção de um pensamento crítico e dialógico que escuta e interage com o ser humano em sua cultura, em seu território, respeitando o conhecimento popular e as subjetividades que o constituem. A Educação Ambiental Dialógica (EAD) propõe uma quebra de paradigma articulando “afetividade e pensamento crítico, consciência individual e social, relações interdimensionais dinâmicas e equilibradamente trabalhadas” (FIGUEIREDO, 2003).

Vale ressaltar que durante esses dois primeiros dias foi observada uma união mútua entre educandos e educadores, bem como uma mobilização de toda a gestão escolar durante a execução das atividades do projeto. No decorrer das rodas de conversas, nas produções de materiais em sala de aula juntamente com os educandos da turma, verificamos o entendimento dos mesmos em relação a reciclagem ao apontarem que a atividade, além de tudo, era também de revalorização da matéria-prima rejeitada, descartada e que era jogada fora, que a partir daí

iria se transformar em um novo “fruto”, um novo objeto, uma nova esperança e assim, retornaria ao seu ciclo de produção.

Ainda no segundo dia, a comunidade escolar se reuniu para organizar as próximas atividades do projeto. Foram preparadas palestras e vídeos sobre as doenças ocasionadas em decorrência dos problemas ambientais. Houve grande participação dos estudantes, onde demonstraram empenho no desenvolvimento das atividades propostas. Durante o momento em que a palestra foi ministrada houve direcionamento de perguntas, assim como intervenções para debate junto aos educandos que evidenciaram conhecimentos sobre a temática a partir das suas relações com o meio.

É necessário se apropriar da subjetividade e do lugar de fala dos nossos educandos, conduzindo-os a construção de um discurso a partir das suas vivências e experiências, valorizando a cultura local e o conhecimento popular. Freire (1981, p. 79) afirma que “[...] a libertação não se dá dentro da consciência dos homens, isolada do mundo, senão na práxis dos homens dentro da história que, implicando na relação consciência-mundo, envolve a consciência crítica desta relação.”

As temáticas que estavam sendo apresentadas alcançaram um resultado esperado, pois além da participação dos educandos, constituiu também, um chamamento ao despertar da consciência crítica de mudança no que diz respeito à importância de ações ambientalmente educativas na escola.

No terceiro dia 20/09/2018, os educandos participantes do projeto foram direcionados ao pátio da instituição de ensino para realizarem a próxima atividade programada, sendo esta a confecção de um mural ecológico. Todos ficaram bem empenhados, já que o mesmo é um recurso visual chamativo e os próprios estudantes iriam criá-lo.

Finalizando a proposta do projeto na escola, no dia 21/09/2018, foram desenvolvidas oficinas com materiais reutilizados (como criar materiais) com garrafas pets, caixas de papelão e etc. Todas as atividades, depois de realizadas, foram apresentadas em um evento programado junto à instituição de ensino, com a finalidade de expor os trabalhos desenvolvidos na escola, juntamente com a realização de uma feira de troca de objetos usados, feitos com materiais recicláveis, proporcionando, portanto, a reflexão da importância da Educação Ambiental no ensino de Ciências através da reciclagem.

Práticas como esta são necessárias para que os educandos comecem a agir de modo responsável, ou seja, para que entendam a importância da preservação para esta e as futuras gerações, transformando os seus pensamentos e atitudes com relação ao meio ambiente. A Educação Ambiental leva a uma transformação pessoal que implica em benefícios sociais e

sustentáveis. Se construída desde a infância possibilita uma maior agregação das responsabilidades, surgindo importantes resultados para o meio ambiente e para a sociedade (COSTA; LOUREIRO, 2017).

Antes do projeto foi percebido que em sala de aula a parte teórica é o que predomina. Os educandos revelaram que não se sentem atraídos por aulas meramente expositivas, o que os levam a prática da memorização, assim o aprendizado não evolui de forma significativa. Através do projeto proposto e aplicado na referida turma, foi possível perceber que os educandos se interessam ainda mais pela temática quando esta é trabalhada em forma prática e interativa, possibilitando o uso da criatividade, da participação direta e mais ativa nas atividades. Neste sentido, compreendemos que o ensino de Ciências se torna mais instigante para o educando quando ele se envolve em projetos que permitam explorar o seu senso crítico e criativo.

A Educação Ambiental dialógica apresenta uma perspectiva Eco-Relacional através de uma práxis multidimensional, enriquecida por fazeres críticos que desvendam um novo sentido, propondo uma ecopráxis que retome os valores éticos, morais, não antropocêntricos que se inter-relacionam favorecendo a construção de um conhecimento integrado que tem a dimensão afetiva como um caminho essencial e de grande relevância para a evolução da natureza. “[...] Uma práxis eco-relacionada significa um processo de transformação concreta do mundo, com vistas a uma teia de solidariedade. O ‘dever-ser’ (a ética) em tensão com o que se tem como real e como presente histórico, retoma sua força no contexto do saber” (FIGUEIREDO, 2003, p. 47).

Para além do conteúdo teórico, o mais importante é a construção de um pensamento crítico que se desenvolve através do diálogo afetivo como uma ação libertadora, transformando o olhar destes educandos e os aproximando cada vez mais de uma visão de mundo que transcende estas relações provocando o despertar para uma grande consciência planetária.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da implementação do projeto proposto dentro do ambiente escolar, observou-se, dentre alguns fatos, que os educandos tinham um conceito de Educação Ambiental diversificado. Antes da realização do projeto os educandos afirmaram que a Educação Ambiental era tratada quase sempre de forma teórica, ou seja, através de leitura ou explanação do conteúdo a partir de atividades escritas.

Foi possível perceber, também, que durante o projeto, os educandos se mantiveram animados, trocando experiências e opiniões entre si. Desta forma, viu-se que a interação dos educandos melhorou de forma significativa, onde estes puderam manifestar o seu senso crítico diante das temáticas abordadas. Por fim, observamos, ainda, que após a execução do projeto os educandos reformularam os seus conceitos sobre a Educação Ambiental, manifestando uma opinião mais consciente sobre a importância do cuidado ao meio ambiente, além de perceberem que os problemas ambientais estão ligados diretamente às ações do homem.

Neste contexto, o educador tem um papel fundamental na formação acadêmica do educando, conseqüentemente, na sua formação cidadã. Assim, cabe ao docente saber como e quando trabalhar esses assuntos em sala de aula, não esquecendo a necessidade de inovar as práticas pedagógicas, a fim de atrair a atenção do educando e de lhe proporcionar uma experiência educacional transformadora.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, Geilsa Costa Santos. Um enfoque etnobiológico na formação do professor de ciências sensível à diversidade cultural: estudo de caso. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 3, p. 585-603, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n3/1516-7313-ciedu-21-03-0585.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

BARBOSA, Elaine dos Santos *et al.* Princípios e práticas de educação ambiental na escola Presidente Costa e Silva em Boa Vista/RR. **Educação Ambiental em Ação**, v. 53, p. 1, 2015. Disponível em: <http://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=2133>. Acesso em: 10 nov. 2019.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues; BORGES, Maristela Correa. A pesquisa participante: um momento da educação popular. **Rev. Ed. Popular**, Uberlândia, v. 6, p. 51-62, jan.-dez., 2007. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/reveducpop/article/view/19988/10662>. Acesso em: 10 nov. 2019.

COSTA, César Augusto; LOUREIRO, Carlos Frederico. A interdisciplinaridade em Paulo Freire: aproximações político-pedagógicas para a educação ambiental crítica. **Revista Katálysis**, v. 20, n. 1, p. 111-121, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rk/v20n1/1414-4980-rk-20-01-00111.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

FIGUEIREDO, João Batista de Albuquerque. **Educação ambiental dialógica e representações sociais da água em cultura sertaneja nordestina: uma contribuição à consciência ambiental em Irauçuba – CE (Brasil)**. 348fl. 2003. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas / Ecologia / Educação Ambiental). São Carlos: UFSCar, 2003.

FREIRE, Paulo. **Ação cultural para a liberdade e outros escritos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.



FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LIBÂNEO, J. C. **Pedagogia e pedagogos, para quê?** 7. ed. São Paulo: Cortez, 2004.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010, p. 157-197.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** São Paulo: Cortez, 2012.

REIGOTA, Marcos. **O que é educação ambiental.** 2. ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 2009.

SANTOS, Boaventura de Souza. **Renovar a teoria crítica e reinventar a emancipação social.** São Paulo: Boitempo, 2007.

SCHWARZ, Juliana Corrêa *et al.* Ensino superior: cognição e o afeto do educando em tempos digitais. **Educação em Foco**, v. 23, n. 40, p. 8-26, 2020. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/educacaoemfoco/article/view/4245/2843>. Acesso em: 30 ago. 2020.

SILVA, Josiane Alves da Silva e; CALLONI, Humberto. Humana natureza: reflexões sobre a ecologia do ser, estar e viver social na complexidade dialógica com a educação ambiental. **Revista Gespe Vida**, v. 4, n. 8, p. 110-122, 2018. Disponível em: <http://www.icepsc.com.br/ojs/index.php/gepesvida/article/view/292/130>. Acesso em: 12 nov. 2019.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ARTE: ABORDANDO POLUIÇÃO DAS ÁGUAS MARINHAS POR MEIO DO TEATRO CIENTÍFICO

Valéria Cristina da Costa¹
Emille Loren Silva Almeida²

Matheus Gomes Pessôa³

Ronaldo Serafim de Abreu Silva Manchester⁴

RESUMO

A Educação Ambiental, um importante componente do processo formativo do ser humano, pode ser promovida de diversas formas como, por exemplo, por meio do teatro. Sendo assim, o objetivo deste artigo é apresentar e discutir um texto dramático produzido sobre a poluição das águas marinhas, considerando a importância da Educação Ambiental para a mudança de comportamento humano referente a essa forma de poluição e considerando o teatro de temática científica como uma ferramenta bastante eficiente na promoção da educação, de maneira geral. Para a redação deste texto, foram utilizadas técnicas do Storytelling, com a construção da premissa, caracterização dos personagens, redação do plot e do storyline e, por fim, escrita da versão final do texto. A história é composta por cinco personagens: uma baleia, um golfinho, um tubarão, uma raia e um ser humano. De acordo com esse texto, animais marinhos desejam reduzir a concentração de plásticos nos oceanos, mas esbarram na ganância do ser humano visando sempre obter lucro. A partir desse problema, soluções são construídas coletivamente pelos personagens, a partir da provocação dos animais e tendo em conta possibilidades que já estão sendo implementadas atualmente. Considerando-se o texto dramático produzido, entende-se que ele, se apresentado de forma teatral ou como contação de história, feitas, nesse caso, as devidas adaptações para tal, é um bom ponto de partida para se promover um rico debate com o público infantojuvenil sobre a poluição marinha.

Palavras-chave: Educação ambiental, Teatro científico, Poluição das águas marinhas.

INTRODUÇÃO

A Educação Ambiental, instituída pela Lei N° 9.795/1999 e intitulada como Política Nacional de Educação Ambiental, “é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal” (BRASIL, 1999). Ela apresenta um papel fundamental pois, conforme destacado por Jacobi (2004),

¹ Doutora pelo Curso de Química da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, valeria.costa@ufvjm.edu.br;

² Graduanda do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFMG, emillelorensa@gmail.com;

³ Graduando do Curso de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFMG, matheususa2014@hotmail.com;

⁴ Doutor pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo - USP,

nas suas diversas possibilidades, abre um estimulante espaço para um repensar de práticas sociais e do papel dos professores como mediadores e como transmissores de um conhecimento necessário para que os alunos adquiram uma base adequada de compreensão essencial do meio ambiente global e local, da interdependência dos problemas e soluções e da importância da responsabilidade de cada um para construir uma sociedade planetária mais equitativa e ambientalmente sustentável (JACOBI, 2004).

Visto que a sociedade é composta por indivíduos, de acordo com Higuchi e Azevedo (2004), a educação ambiental deve atuar em duas frentes distintas: “estimular as habilidades individuais e munir esse indivíduo com habilidades sociais que permitam ações coletivas na busca da cidadania ambiental.” A Educação Ambiental representa, então, um processo com potencial para promover uma transformação social, desde que seja realizada com compromisso social. Para Layrargues (2009),

educação ambiental com compromisso social é aquela que articula a discussão da relação entre o ser humano e a natureza inserida no contexto das relações sociais. É aquela que propicia o desenvolvimento de uma consciência ecológica no educando, mas que contextualiza seu projeto político-pedagógico de modo a enfrentar também a padronização cultural, exclusão social, concentração de renda, apatia política; além da degradação da natureza. É aquela que enfrenta o desafio da complexidade, incorporando na reflexão categorias de análise como trabalho, mercadoria e alienação (LAYRARGUES, 2009).

A Educação Ambiental apresenta caráter transdisciplinar pois conhecimentos vinculados a diversas ciências, que são inclusive interdisciplinares, são debatidos. A Ciência Ambiental, uma das ciências abordadas pela Educação Ambiental, por exemplo, é uma ciência interdisciplinar que usa conhecimentos das ciências físicas (como Biologia, Química e Geologia) e das ciências sociais (como Economia, Política e Ética) para compreender como a Terra funciona, como interagir com ela e como lidar com os problemas ambientais. Compreender a Ciência Ambiental exige um saber menos particular, pois é necessário religar conhecimentos que estão desconectados, em nosso modelo atual de educação, e confinados em caixas que são as disciplinas. Além disso, é preciso ser aberto e ter respeito pelas outras ciências, além daquela em que somos especialistas, e compreendermos a importância da conexão de todas as ciências na resolução dos nossos problemas cotidianos fundamentais que são, conforme Morin (2007), problemas complexos, que não podem ser resolvidos com o emprego de um único ramo da ciência.

A promoção da Educação Ambiental pode esbarrar em diversas dificuldades como, por exemplo, nas dificuldades encontradas pelos estudantes na aprendizagem de aspectos relacionados às Ciências Naturais, cujo ensino, muitas vezes, envolve

ideias abstratas que se referem a situações que poderiam ser vivenciadas no nosso cotidiano. Com isso muitos conceitos estudados em sala de aula, quando não experimentados pelos alunos, tornam-se sem valor. Dessa forma, é necessário dar significado a esse aprendizado criando possibilidades para os alunos vivenciarem esses conceitos de maneira prática, objetiva e prazerosa. A aproximação do aluno com coisas que fazem parte da sua rotina, como o uso de revistas, gibis, filmes, teatro, eletrônicos, entre outros, permite ao professor despertar o interesse do aluno nas aulas (CAMPANINI; ROCHA, 2017).

O teatro, como destacado acima, pode ser uma ferramenta muito importante para o ensino de Ciências Naturais e também pode ser usado em ações de promoção da Educação Ambiental, para provocar reflexões sobre diversos assuntos. Segundo o ator Carlos Palma, “o que o teatro faz é pensar a nossa existência, a nossa vida; se a ciência faz parte da nossa vida, então ela tem que estar no teatro” (MASSARINI e ALMEIDA, 2006). Ademais, segundo Boal (2015),

o teatro deve trazer felicidade, deve ajudar-nos a conhecermos melhor a nós mesmos e ao nosso tempo. O nosso desejo é o de melhor conhecer o mundo que habitamos, para que possamos transformá-lo da melhor maneira. O teatro é uma forma de conhecimento e deve ser também um meio de transformar a sociedade. Pode nos ajudar a construir o futuro, em vez de mansamente esperarmos por ele (BOAL, 2015).

O uso do teatro no ensino de Ciências Naturais vem ocorrendo, no Brasil, em escolas e em espaços informais de ensino como, por exemplo, museus de ciência, embora ainda em escala inferior ao potencial que essa ferramenta apresenta. Uma experiência que merece destaque é a realização do evento “Ciência em Cena”, idealizado e promovido pela primeira vez em 2007, pelo Grupo de Teatro Ouroboros, vinculado ao Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos. Por meio desse evento, que vem ocorrendo de forma ininterrupta até então, são possibilitadas trocas de experiências entre grupos teatrais, que tem o foco na construção de peças com a finalidade de se discutir ciência, e demais participantes, apresentando o potencial de ampliar os conhecimentos relacionados aos temas debatidos nas peças, bem como potencializar o surgimento de novos grupos interessados no teatro de

temática científica, também denominado teatro científico (LUPETTI, 2008). Segundo Moreira e Marandino (2015),

O teatro de temática científica não possui um significado único, podendo variar desde uma abordagem mais conceitual a práticas artísticas que procuram inspiração na ciência e suas problemáticas. A proficuidade dessa prática reside na possibilidade de se conhecerem ciência e tecnologia para além dos seus conceitos, experimentos ou produtos, focalizando uma abordagem mais humanista. Assim, cientistas podem ser desnudados em seres humanos, com suas emoções e conflitos, e os experimentos poderiam ser contextualizados, conhecendo-se os interferentes sociais que influenciaram nas grandes descobertas científicas. Nessa mesma perspectiva, pode-se problematizar o papel do cientista na sociedade, e sua imagem, bem como questões a respeito do sentido da vida e do mundo, e os dilemas éticos, políticos, religiosos e históricos relacionados à ciência e à tecnologia (MOREIRA; MARANDINO, 2015).

Um tema que pode ser debatido por meio do teatro de temática científica é a poluição das águas marinhas, causada principalmente pelo crescente descarte inadequado de plásticos nos mares, como consequência do enorme uso desse material na sociedade contemporânea. Segundo relatório da Ellen MacArthur Foundation (2016),

a melhor pesquisa disponível atualmente estima que há, hoje, 150 milhões de toneladas de plástico nos oceanos. Trabalhando-se com um cenário econômico normal, prevê-se que até 2025 haverá 1 tonelada de plástico para cada 3 toneladas de peixe e mais plásticos do que peixes (em peso) até 2050 (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016).

A contaminação dos mares afeta significativamente a biodiversidade marinha; a saúde dos seres humanos, pois tal poluente acaba por entrar na cadeia alimentar; o bem-estar social das comunidades tradicionais que vivem nas regiões costeiras; o turismo e o fornecimento de alimentos advindos da pesca, maricultura e atividades de extrativismo. Diante do exposto, é fundamental uma mudança de comportamento do ser humano com vistas à: 1. Reduzir o uso dos plásticos no cotidiano; 2. Cobrar, dos governantes, atitudes que busquem proteger ecossistemas marinhos e costeiros, além de prevenir e reduzir a poluição dos mesmos, garantindo oceanos saudáveis e produtivos; 3. Cobrar iniciativas das empresas no sentido de que sejam buscadas embalagens que contenham menos plástico ou que sejam produzidas a partir de materiais menos impactantes ao ambiente do que o plástico. Tal mudança pode ser provocada por meio da educação, conforme se destaca na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (1982), da qual o Brasil é signatário, em seu Artigo 202:

ARTIGO 202

Os Estados, diretamente ou por intermédio das organizações internacionais competentes devem: a) promover programas de assistência científica, educativa, técnica e de outra índole, aos Estados em desenvolvimento para proteção e preservação do meio marinho e prevenção, redução e controle da poluição marinha. Essa assistência deve consistir, inter alia, em: [...] v) fornecer serviços de assessoria e desenvolver meios materiais para os programas de investigação, controle sistemático, educação e outros; b) [...] (CONVENÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O DIREITO DO MAR, 1982).

Diante do exposto, o objetivo deste artigo é apresentar e discutir um texto dramático produzido sobre poluição das águas marinhas, considerando a importância da Educação Ambiental para a mudança de comportamento do ser humano referente a essa forma de poluição e considerando o teatro de temática científica como uma ferramenta bastante eficiente na promoção da educação, de maneira geral.

Para a redação deste texto, foram utilizadas técnicas do Storytelling, com a construção da premissa, caracterização dos personagens, redação do plot e do storyline e escrita da versão integral do texto, sendo tais etapas detalhadas na metodologia deste artigo.

Considerando-se o texto dramático produzido, entende-se que ele, se apresentado de forma teatral ou como contação de história, feitas, nesse caso, as devidas adaptações para tal, é um bom ponto de partida para se promover um rico debate com o público infantojuvenil sobre a poluição marinha.

METODOLOGIA

Inicialmente, foram realizadas pesquisas bibliográficas e discussões sobre o tema Poluição das águas marinhas. Para a elaboração do texto, foram utilizadas técnicas do Storytelling, termo que significa a capacidade de construir histórias relevantes, descritas por Andrighetti (2019). Inicialmente, foi definida a premissa da história. Uma premissa é a ideia inicial, o ponto de partida para se construir o Storytelling. A etapa seguinte consistiu na caracterização dos personagens, conferindo a eles atributos físicos e psicológicos, e elaboração do plot, que é a síntese da história em uma frase. Para tal, foi considerado o seguinte esquema: Personagem + Desejo + Conflito. A partir do plot, a premissa começou a ser desenvolvida e avançou-se também para a redação do storyline, que é basicamente um resumo da história contendo aproximadamente cinco linhas. Ele também pode ter três linhas, cada uma representando um ato. No storyline, estarão os conflitos principais da trama e como

(83) 3322.3222 serão resolvidos (ANDRIGHETTI, 2019).

Para a elaboração deste texto dramaturgico, se contou com a colaboração Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência. Este grupo se reúne semanalmente, com encontros que duram aproximadamente uma hora e trinta minutos e em que estão presentes estudantes e professores da UFVJM, Campus do Mucuri, bem como representantes do Instituto Cultural In-Cena, totalizando aproximadamente 50 participantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água é fundamental porque mantém a vida, na forma como ela é conhecida hoje, remove e dilui resíduos poluentes e controla o clima do planeta. Grande parte da superfície terrestre, 71%, é coberta por água, sendo que 98% de toda essa água está nos oceanos. Nesse contexto, os seres vivos são totalmente dependentes dos oceanos, visto que os mesmos são fundamentais para o ciclo da água (MILLER e SPOOLMAN, 2015). Ademais, muitas pessoas retiram dos mares os principais alimentos que ingerem para se manterem vivas e/ou tem a atividade pesqueira, ou outras que estão vinculadas à presença dos oceanos, como principal fonte de renda. Importante ressaltar ainda aspectos relacionados à cultura dos povos do mar desenvolvida a partir da relação com esse recurso natural (CALLOU, 2010).

Apesar da importância dos oceanos no que diz respeito a aspectos ambientais, sociais e econômicos, eles vêm sendo degradados de diversas formas, dentre elas, pela poluição marinha. Conforme destacado no Plano de Combate ao Lixo do Mar (BRASIL, 2019), plásticos, borrachas, metais, vidros, têxteis e papéis são os principais poluentes encontrados nos oceanos. Ainda de acordo com esse documento,

uma vez nos oceanos, os resíduos possuem grande capacidade de dispersão e espalhamento por marés, ondas, correntes e eventos naturais, como tornados, furacões e marés meteorológicas. O problema é mais aparente em zonas costeiras, para onde fluem os rios, drenagens, enxurradas, esgotos não tratados e emissários (BRASIL, 2019).

Os resíduos mais abundantes nos oceanos são os plásticos. Segundo estudos realizados por Jambeck *et al.* (2015), 275 milhões de toneladas de resíduos desse material foram gerados em 192 países costeiros em 2010, sendo que, deste montante, de 4,8 a 12,7 milhões de toneladas tiveram os oceanos como destino final. De acordo com a Ellen MacArthur Foundation (2016, p.5),

A cada ano, pelo menos 8 milhões de toneladas de plástico “vazam” para os oceanos – o equivalente ao conteúdo de um caminhão de lixo por minuto. Se não for adotada nenhuma medida, esse volume deve aumentar para dois caminhões de lixo por minuto até 2030 e quatro por minuto até 2050. Estimativas sugerem que as embalagens plásticas representam a maior parcela desse vazamento. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2016, p.5).

Os impactos dos resíduos plásticos depositados nos oceanos são diversos e podem ser classificados em econômicos, sociais e ambientais. Em relação aos impactos econômicos, segundo a organização World Wild Fund for Nature (WWF), podem ser citadas as reduções de receitas da indústria pesqueira, do comércio marítimo e do turismo (WWF, 2019). No que se refere às consequências do plástico nos organismos marinhos, três diferentes impactos podem ser enumerados:

Enredamento: O enredamento de animais silvestres já foi registrado em mais de 270 espécies diferentes, incluindo mamíferos, répteis, aves e peixes. O enredamento em resíduos plásticos muitas vezes leva a lesões graves e crônicas, ou à morte dos animais afetados. Estima-se que no mínimo mil tartarugas marinhas morram todos os anos devido ao enredamento em resíduos plásticos, o que inclui equipamentos de pesca perdidos ou descartados.

Ingestão: Plástico ingerido é prejudicial à saúde dos animais. Registros documentaram mais de 240 espécies diferentes de animais com plástico ingerido. Com frequência, esses animais não conseguem mover o plástico por seu sistema digestivo, resultando em abrasões internas, obstruções do aparelho digestivo e morte. Além disso, mostrou-se que as toxinas do plástico ingerido também prejudicam a reprodução e afetam o sistema imunológico. Isso é uma preocupação ainda maior para espécies ameaçadas com populações reduzidas, expostas a diversos fatores de estresse além da ingestão dos resíduos.

Degradação do habitat: Resíduos plásticos foram encontrados em solos, rios e oceanos, onde podem causar a degradação ou a destruição de habitats naturais. [...] Os resíduos plásticos também aceleram a degradação dos corais. Equipamentos de pesca abandonados, perdidos ou descartados podem sufocar recifes frágeis, e as colônias microbianas que se formam nos resíduos plásticos podem resultar em maiores índices de doenças nos corais (WWF, 2019, p. 15).

Dentre os impactos sociais, destacam-se os seguintes: gestão não regulamentada de resíduos plásticos, como a queima a céu aberto, por exemplo, que pode contaminar corpos hídricos e, em última instância, os mares, o que interfere negativamente na vida humana; deglutição de plásticos por humanos, em especial, os microplásticos, compostos com tamanho inferior a 5 mm, gerados a partir da decomposição dos plásticos, ingeridos através do

consumo de frutos do mar contaminados com resíduos deste material (WWF, 2019). Segundo Jones (2019),

preocupam os cientistas os efeitos químicos das micropartículas ingeridas ou inaladas por humanos e animais, uma vez que elas podem ser vetores de microrganismos e contaminantes, como poluentes orgânicos persistentes (POPs), compostos sintéticos resistentes à degradação no ambiente. Há dois tipos de substâncias associadas às partículas: as que já vêm com o próprio plástico, comumente utilizadas para lhe conferir propriedades especiais, como ftalatos e bisfenol A, ambos conhecidos disruptores endócrinos, ou seja, com capacidade para alterar o funcionamento do sistema hormonal; e as substâncias adsorvidas pelos microplásticos, que podem incluir metais pesados e POPs (JONES, 2019).

Considerando que o bisfenol A (BPA) atua como um desregulador endócrino, Canesi e Fabbri (2015) relatam os efeitos negativos desse composto em peixes, conforme destacado a seguir:

Estudos laboratoriais indicam que, em vertebrados não mamíferos, em particular, de espécie aquática, o BPA causa efeitos de desenvolvimento e reprodutivos, incluindo redução de hormônios nos machos, morte de células testiculares, diminuição da densidade e mobilidade dos espermatozoides, inibição da espermatogênese e produção de óvulos, juntamente com o retardamento ou falta de ovulação, além de prejudicar a razão sexual. Além disso, a substância provou que pode afetar outros sistemas como, por exemplo, o sistema imune e o metabólico. Sendo assim, tudo indica que o BPA é um desregulador endócrino multifuncional (CANESI; FABBRI, 2015, tradução nossa).

O bisfenol A não somente causa danos a animais, mas também a humanos, como sugerem os estudos de Caserta *et al.* (2013) e Pednekar *et al.* (2018), que analisaram o plasma sanguíneo de mulheres férteis e inférteis. Ambas pesquisas demonstram que o grupo de mulheres inférteis possuem uma quantidade significativa maior de bisfenol A em seus organismos, quando comparada ao grupo de mulheres férteis. Apesar de não afirmarem que o composto químico é o único causador da infertilidade, indicam uma correlação entre esse composto e a referida condição.

Ademais, indo ao encontro dos estudos de que o bisfenol A traz malefícios ao ser humano, Hafezi e Abdel-Rahman (2019) relacionam essa molécula a alguns tipos de câncer, como o de mama, de ovário, de próstata e colorretal. Indicam também uma relação da substância com a resistência do organismo aos medicamentos da quimioterapia.

Uma adicional preocupação aos seres humanos é a interferência que os plásticos do oceano podem ter sobre a cianobactéria *Prochlorococcus*, considerada o ser fotossintetizante mais numeroso conhecido e responsável pela liberação de uma grande parcela do oxigênio que consumimos, conforme destacado na literatura científica (FERNÁNDEZ-PINOS *et al.*, 2017; TETU *et al.*, 2019, SARKER *et al.*, 2020). O plástico pode afetar desfavoravelmente a ação desses seres tão importantes, conforme relatado na literatura científica:

nós investigamos o efeito da exposição de duas cepas da cianobactéria *Prochlorococcus* ao lixiviado de plástico no mar, Mostramos que a exposição ao lixiviado prejudica fortemente o crescimento *in vitro* de *Prochlorococcus* e a capacidade fotossintética e resulta em alterações transcricionais em todo o genoma das cepas (TETU *et al.*, 2019, tradução nossa).

Uma tecnologia eficiente na remoção de plásticos dos oceanos foi criada pelo holandês Boyan Slat, fundador da The Ocean Cleanup, uma organização criada em 2013, sem fins lucrativos, que desenvolve tecnologias avançadas para retirar plásticos dos oceanos do mundo. O sistema consiste em um longo flutuador que fica na superfície da água e uma saia que fica abaixo dele. O flutuador fornece flutuabilidade a todo o sistema, enquanto a saia evita que detritos escapem por baixo e os conduz ao sistema de retenção. Tanto o plástico quanto o sistema estão sendo carregados pelo vento, pelas ondas e pela correnteza. No entanto, para capturar os plásticos, é preciso haver uma diferença de velocidade entre o sistema e os plásticos. Usando uma âncora marítima para desacelerar o sistema, o plástico pode ser retido e capturado (THE OCEAN CLEANUP, 2020).

No Brasil, muitos mutirões de limpezas de praias vem sendo realizados ao longo dos anos e, como uma ação vinculada ao Plano de Combate ao Lixo do Mar, informações sobre esses mutirões estão sistematizadas e disponibilizadas na internet (COMBATE AO LIXO DO MAR, 2020). De acordo com os dados disponíveis, de 2018 até o momento, foram realizados 140 mutirões, que contaram com a participação de 24950 pessoas e coletaram 123320 quilos de resíduos no mar. Dos 303728 itens coletados, 134913 são plásticos, correspondendo a 44,4% do total de itens coletados, o que confirma a forte presença de resíduos desse material nos oceanos. Nesses mutirões, tem-se destacado o Instituto Limpa Brasil, que foi responsável pela realização de 69 eventos de limpeza de praias, contou com a participação de 17230 pessoas nesses eventos e coletou 57583,6 quilos de resíduos. Esse instituto não possui fins lucrativos e tem, como objetivo, “promover a conscientização da população brasileira para preservação do meio ambiente e da vida por meio da realização de projetos integrados que envolvem a sociedade civil, o setor privado e os órgãos do governo” (LIMPA BRASIL,

2020). Ainda conforme informações disponíveis no site do Limpa Brasil, esse instituto é “responsável pela execução brasileira do maior movimento de mobilização mundial em defesa do descarte adequado de resíduos, o Let’s do it!, que já atraiu voluntários em ações de limpeza em mais de 180 países”.

Ações como as destacadas no parágrafo anterior são muito importantes pelo impacto positivo que causam na restauração do meio natural e pelo engajamento da sociedade civil no trato de questões vinculadas ao ambiente, mas não são suficientes, considerando-se os contextos social, ambiental e econômico como um todo. De acordo com o WWF (2019), faz-se necessário tomar as seguintes medidas para diminuir a poluição marinha por plásticos:

Uma abordagem sistemática, com intervenções táticas e estratégicas em todo o ciclo de vida do plástico, é necessária para traçar o caminho rumo à natureza livre do plástico. Para impedir o crescimento do plástico, as táticas a serem utilizadas devem incluir o aprimoramento e execução de iniciativas já existentes, como a proibição de produtos plásticos descartáveis e problemáticos, além da atualização dos planos nacionais de gestão de resíduos. Paralelamente, visando solucionar problemas subjacentes, um mecanismo global de responsabilização deve ser criado, incluindo um acordo multilateral com planos práticos claros, leis nacionais robustas e dispositivos comerciais que distribuam a responsabilidade de forma adequada ao longo de todo o ciclo de vida do plástico. Medidas deverão ser implementadas para garantir que o preço global do plástico reflita o custo total de seu ciclo de vida para a natureza e para a sociedade. Ademais, os consumidores devem ser persuadidos a mudarem seu comportamento e abastecidos com opções e produtos alternativos aos produtos que causam poluição plástica (WWF, 2019, p.10).

A reciclagem é muito importante na gestão eficiente dos resíduos sólidos e caracteriza-se também como um fator essencial no processo de reter a chegada da poluição nos oceanos. De acordo com Maia *et al.* (2018):

Melhorias devem ser empreendidas, como adotar práticas como reforço da legislação sobre os resíduos e sua fiscalização, reduzir a fabricação de polímeros sintéticos e investir em materiais menos danosos e biodegradáveis, programas de monitoramento, projetos sustentáveis tal como “7 R’s”. Investimentos em educação ambiental, não somente nas instituições de ensino, bem como na sociedade, a fim de efetivar a cooperação mútua na preservação dos oceanos. Vale salientar que o meio ambiente é de inteira responsabilidade de todos (MAIA *et al.*, 2018).

Considerando a importância da Educação Ambiental para a mudança de comportamento do ser humano referente a essa forma de poluição e considerando o teatro de temática científica como uma ferramenta bastante eficiente na promoção da educação, de maneira

geral, foi produzido um texto dramatúrgico, a partir do estudo bibliográfico apresentado anteriormente, no intuito de que esse texto possa ser utilizado para socializar conhecimentos sobre tal tema com o público infantojuvenil. A produção do texto foi feita utilizando-se técnicas do Storytelling e iniciada com a definição da premissa, seguida pela caracterização dos personagens, construção do plot, elaboração do storyline e concluída por meio da redação do texto completo. Essas etapas serão apresentadas a seguir:

Premissa

A era mais temida por toda a comunidade aquática está prestes a começar: 2050, o ano em que terá mais plástico do que peixes no oceano. Tendo em vista o caos que acontecerá, inicia-se uma corrida contra o tempo. Seres terrestres são os únicos culpados e, ao mesmo tempo, os únicos capazes de ajudar. É preciso um acordo que sele a paz e evite tantas mortes. Seria esse acordo possível? Existe uma maneira de resolver essa situação?

Plot

Animais marinhos desejam reduzir a concentração de plásticos nos oceanos, mas esbarram na ganância do ser humano visando sempre obter lucro.

Caracterização dos personagens

Gaya, a baleia azul: É a guardiã dos oceanos. Bastante sábia e compassiva, busca o bem de todos os seres do reino.

Alasko, o golfinho: É o líder dos cientistas. Um jovem inteligente, dedicado e visionário. Usa seus conhecimentos para ajudar os cidadãos do reino.

Apolo, o tubarão: É o conselheiro da guardiã. Arrogante, prepotente e irredutível com suas opiniões.

Ayla, a raia: É uma cientista. Faz parte do grupo de cientistas do reino, guiada por Alasko, e é a sua sucessora.

George, o comandante dos seres humanos: É ganancioso e prepotente, não se importando em destruir a natureza para adquirir lucro. Apesar disso, detém um lado empático e racional, o qual ainda não conhece.

Storyline

O ano 2050 se aproxima. Gaya, a baleia líder dos oceanos, sofre com a devastação do seu mundo e do seu povo, em função do excesso de plástico em seu habitat. Gaya, então, dá uma missão para Alasko, o golfinho cientista: buscar uma solução para esse problema. Entendendo a importância de se evitar a poluição marinha, após intensa busca, são encontradas soluções para a salvação do reino de Gaya.

Texto dramático

Título - Oceano: plástico ou vida?

Dramaturgia - Emille Loren Silva Almeida e Matheus Gomes Pessôa, com colaboração dos demais autores deste artigo e do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência.

NARRADOR: O ano é 2045, e o oceano, que sempre foi sinônimo de vida e diversidade, tem perdido essas características. O plástico tomou proporções preocupantes, matando animais e poluindo as águas. Essa situação de calamidade não passa despercebida aos olhos de Gaya, a guardiã do reino oceânico. A baleia azul, sábia e compassiva, entende que precisa buscar meios para ajudar os que estão sob o seu comando. Sendo assim, ela chama Alasko, líder dos cientistas, para conversar.

CENA: Alasko chega ao gabinete e se depara com o semblante preocupado da sua líder.

ALASKO: Sua majestade! (sinal de reverência) O que aconteceu?

GAYA: Alasko, meu amigo. Tenho estado muito triste com a situação do nosso reino. Os hospitais estão lotados, muitos estão morrendo, famílias desoladas. Não aguento mais ver meu povo sofrer! Precisamos buscar novas soluções e novos meios de tentar evitar esta situação. Preciso que se junte a Ayla e aos demais cientistas do reino e faça pesquisas mais intensas a respeito do plástico.

ALASKO: Gaya... estamos pesquisando a respeito do plástico há muito tempo, temos poucos recursos e poucas soluções, mas tentaremos fazer de tudo!

GAYA: Sim, eu sei... O principal motivo pelo qual te chamei aqui é que me lembrei da existência de arquivos importantes da época na qual meu pai ainda reinava. Ainda não sei bem do que se tratam e, como você possui vasto conhecimento científico, creio que possa entender, melhor do que eu, aqueles escritos. Então, estou lhe concedendo acesso a essas informações. Eu confio em você.

ALASKO: Isso é de grande honra para mim! Obrigado pela confiança! Espero conseguir encontrar algo que nos ajude.

NARRADOR: Alasko chama Ayla, sua companheira de pesquisas, para o ajudar. Vasculhando livros e amontoados de papéis, eles encontraram uma pasta com pesquisas que pertenciam aos cientistas do reinado passado. Na pasta, havia diversos relatos e dados sobre um possível “ano 2050”, no qual haveria mais plástico do que peixes no oceano. Intrigado e sem entender o porquê de uma pesquisa tão importante estar esquecida no meio de tantas outras coisas, o golfinho recolheu a pasta e a levou até Gaya.

CENA: Alasko e Ayla entram na sala de reuniões e encontram Gaya e Apolo.

ALASKO: Encontramos! (exibe os documentos e demonstra preocupação) Você disse que eram documentos importantes e tinha razão. Em apenas cinco anos, se providências não forem tomadas, teremos uma quantidade de plástico que supera o número dos habitantes do nosso reino. E temo que sozinhos não conseguiremos reverter essa situação, minha rainha.

GAYA: Apenas cinco anos? (*diz espantada enquanto lê os documentos*) Isso é muito urgente! O que faremos?

ALASKO: Eu pensei em entrar em contato com os seres humanos... (*é interrompido pelo Apolo*)

APOLO: Os seres humanos? (*diz perplexo*) Eles que são os culpados por tudo isso! Vocês se esqueceram?

ALASKO: É a única solução que consegui pensar até agora. Essa enorme quantidade de plástico é descartada pelos seres humanos, precisamos entender o porquê de estarem jogando tanto deste material aqui.

APOLO: Eles não se importam com a gente! Somos apenas alimento para eles e o nosso habitat apenas um grande depósito de lixo!

GAYA: Parem, por favor! Ayla, leve-os para algum lugar onde possam se acalmar. Deixem-me sozinha por um tempo, preciso pensar melhor a respeito disso.

NARRADOR: Após alguns dias, a guardiã percebeu que pouco poderiam fazer sem os seres humanos. Então decidiu convocar uma reunião, com a finalidade de elaborar uma carta para entrarem em contato com os seres terrestres.

CENA: Gaya, Apolo, Alasko e Ayla se reúnem no auditório central do reino.

GAYA: A presença de vocês aqui hoje é muito importante, portanto, desde já, agradeço! Diante da situação em que estamos, decidi que precisamos entrar em contato com os seres humanos. Comecei a elaborar uma carta e reuni vocês aqui para me ajudarem na continuação da mesma.

NARRADOR: Os presentes se entreolham e Apolo estava prestes a falar algo contrário quando Gaya o interrompeu.

GAYA: Sim, Apolo. Eu entendo a sua insegurança e medo em relação a isso, mas muitos dos nossos estão doentes e morrendo. Estamos todos sofrendo com o plástico. Há anos, este material está presente em nosso reino, e aumenta cada vez mais, não importa o que façamos. Devido a isso, pedi que o Alasko e os cientistas fizessem pesquisas mais profundas a respeito *(se dirige a Alasko e o dá permissão para falar)*.

ALASKO: Estivemos realizando pesquisas sobre o plástico e gostaria de informá-los sobre as descobertas que fizemos a respeito desse material, pois servirão para reforçar a decisão da Gaya. Sabemos que existem diversos tipos de plásticos, alguns maiores, que podem causar asfixia e estrangulamento nos animais que os comem ou se prendem neles, e alguns menores, que podem ser confundidos com alimentos e, de acordo com nossas pesquisas recentes, que liberam toxinas, como o bisfenol A, causador de problemas no nosso sistema hormonal.

NARRADOR: O escriba do reino estava atento às informações, anotando-as na carta.

AYLA: Alasko, além disso, os plásticos têm altos índices de absorção de poluentes e substâncias tóxicas e podem sofrer alterações com a exposição aos raios ultravioleta e à água salgada. Já esses plásticos menores que você mencionou, chamados também de microplásticos, estão em grande número aqui no oceano e não conseguimos enxergá-los, então, mesmo tomando cuidado, acabamos sendo afetados. Portanto, um peixe, ou qualquer tipo de animal marinho que se alimente desses materiais, corre o risco de contaminação.

ALASKO: Sim, descobrimos também que os resíduos plásticos aceleram a degradação dos corais. Equipamentos de pesca abandonados, perdidos ou descartados podem sufocar nossos recifes frágeis e as colônias microbianas que se formam nos resíduos plásticos podem resultar em maiores índices de doenças nos corais.

APOLO: Lindo discurso cheio de termos científicos! Mas qual será o argumento que convencerá os seres humanos a nos ajudarem? Até aqui só nós precisamos deles, só nós sofremos. Sabemos como eles são... se não os afeta, para eles está tudo bem!

NARRADOR: Todos olham para Gaya, que direciona seu olhar para Ayla e permite que ela continue falando.

AYLA: Como eu estava dizendo, sabemos das atividades de pesca dos seres humanos e que eles usam muitos de nós como alimento, se estivermos doentes e contaminados isso pode afetá-los. O exemplo que Alasko deu, o bisfenol A, substância presente em plásticos, além de desregular nosso sistema hormonal, pode causar câncer e infertilidade nos próprios humanos. Além disso, milhões de pessoas precisam dos recifes de corais para alimentação, renda referente ao turismo e questões culturais, ou seja, os plásticos lançados nos oceanos também estão prejudicando a qualidade de vida dos seres humanos.

ALASKO: Apolo, descobrimos também que possuímos uma cianobactéria que é o ser fotossintetizante mais abundante no planeta, responsável por grande parte do oxigênio que os seres humanos respiram e, infelizmente, têm seu crescimento e taxa de fotossíntese prejudicada devido à lixiviação do plástico. Plástico esse que advém da ação irresponsável e desregulada dos seres humanos. A ideia, Apolo, é que consigamos fazê-los entender que a espécie deles está em risco também, pois é provável que eles não se importem muito conosco. Porém, é impensável que eles não irão se importar com sua própria existência!

APOLO: Minha Majestade, argumentos suficientes sem que haja soluções! O que irá propor?

GAYA: Alasko, Ayla e os demais cientistas criaram um projeto de boias que irão retirar uma grande quantidade de plásticos dos oceanos. Cada boia terá um grande espaço no seu meio e irá reter a quantidade máxima de plásticos possível (próximos à superfície) e estocar em contêineres que estarão flutuando junto com a boia. De tempo em tempo, um navio buscará o plástico do contêiner e o levará para o reino terrestre. Contudo, o projeto é caro e precisamos da ajuda do George e dos seres humanos para colocá-lo em prática. Espero que eles venham a contribuir para o bem comum e possam trazer novas soluções aplicáveis ao reino deles.

NARRADOR: Por dentro, Apolo concordou, mas por causa do seu orgulho ele não externou o seu pensamento. Manteve a postura firme e ficou em silêncio. Enquanto os quatro debatiam, o escriba continuava escrevendo a carta utilizando os argumentos e assuntos discutidos como base.

GAYA: Queridos, além disso tudo, não podemos esquecer da pesquisa informando que no ano de 2050 haverá mais plástico do que peixes no oceano, então é preciso urgência! Enfim, acho que a reunião foi muito produtiva. Agradeço a presença de todos e logo mais espero trazer boas notícias.

NARRADOR: Gaya encerrou a reunião e, logo após, terminou a correspondência. Esta continha os argumentos abordados na reunião, incluindo tanto as consequências do plástico para os seres marinhos quanto para os seres humanos. Além de deixar claro a urgência sobre o ano de 2050 e possíveis soluções. Finalizada a carta, Gaya a entregou ao mensageiro do reino, uma ave marinha, que a deixou nos aposentos de George, o comandante dos seres terrestres.

NARRADOR: George recebeu e leu a carta, e foi buscar informações mais precisas a respeito do conteúdo da mesma. Como era um homem bastante ganancioso e prepotente, demorou para se manifestar sobre as informações recebidas.

CENA: George conversa com seu secretário.

GEORGE: Quero que escreva uma carta de retorno àqueles animais. Informe sobre as medidas que tomarei, diga que tentarei ajudá-los e que pretendo manter contato.

NARRADOR: Finalizada a carta, George autorizou o envio da mesma para os seres do reino oceânico. O mensageiro do reino recebeu a carta e a levou até os aposentos de Gaya que, após tanta espera, já havia perdido as esperanças. Assim que recebeu a correspondência, Gaya convocou uma reunião urgente com Alasko e Apolo, para lhes mostrar a resposta que receberam.

CENA: Gaya, Alasko e Apolo se encontram na sala de reuniões.

GAYA: Entrem, por favor! Temos boas notícias (*diz entusiasmada*). Os seres humanos finalmente responderam e, na carta, informam que irão tomar providências para colocar em prática o que sugerimos a eles!

APOLO: Estou surpreso. Eu achei que nem responderiam, muito menos que concordariam em ajudar. O que mais disseram nesta carta?

GAYA: O George disse que vai criar leis, como o banimento de produtos plásticos descartáveis, que tem vida útil extremamente curta e estão, em sua maioria, aqui no oceano, e daqueles que já possuem alternativas feitas de outros materiais no mercado. Além disso, incentivará projetos de conscientização para a redução do uso e descarte indevido deste material.

ALASKO: Fico extremamente feliz, majestade! É um grande passo para o futuro do nosso reino!

NARRADOR: Estavam todos esperançosos. Gaya comunicou o ocorrido aos habitantes do reino oceânico e todos comemoraram com muita alegria.

NARRADOR: Passaram-se cinco anos e o temido ano de 2050 chegou, mas as expectativas de que haveria mais plástico do que peixes no mar não foi confirmada. Com a diminuição do acúmulo de materiais plásticos, de pouco a pouco, os animais marinhos conseguiam voltar a viver normalmente. Os seres humanos, aos poucos, entendiam que o mundo não pertencia somente a eles e que precisavam cuidar dos animais e do meio ambiente, para que todos pudessem se relacionar de maneira saudável. Já não usavam plásticos como antes. Também trocavam o produto por outro material diferente sempre que podiam. Sem contar as usinas de reciclagem, que funcionavam a todo vapor no reino terrestre. Pela primeira vez, os dois líderes, Gaya e George, se encontraram, trocaram gentilezas e fortaleceram os laços para a continuação das mudanças que haviam sido implementadas. Os problemas ainda não tinham sido totalmente resolvidos, até porque grandes transformações não acontecem da noite para o dia, no entanto, os reinos caminhavam juntos, para um futuro onde o humano respeita o animal e a natureza e todos conseguem conviver em equilíbrio.

Esse texto, bem como os demais que vem sendo redigidos por componentes do Grupo de Teatro Universitário Arte (com)Ciência, são curtos, com vistas a permitirem discussões após a apresentação teatral, já que os autores deste artigo tem entendimento semelhante ao apresentado por Gardair e Schall (2009) de que “o espetáculo teatral, no campo da educação em ciências, deve funcionar como ponto de partida para gerar o debate sobre temas relacionados à prática científica”. Além disso, o teatro, enquanto ferramenta de divulgação científica, “democratiza a ciência, que deixa de ser só dos cientistas e passa a lembrar ao público de suas próprias responsabilidades diante dos rumos que o conhecimento científico pode gerar em nossa civilização (THÜRLER, 2011)”.

Por fim, essa obra, que pode ser apresentada em sua forma teatral ou como contação, desde que ajustes sejam feitos ao texto para que apenas uma pessoa possa contá-lo, expõe uma história por meio da qual se pode ensinar. O uso de histórias, como estratégia de ensino, apresenta cinco benefícios principais, conforme destacado por Palacios e Terenzo (2016):

- gerar uma comunicação mais próxima com o jovem;
- conquistar o interesse de novos alunos;
- transmitir o conhecimento de forma mais interessante;
- garantir um aprendizado mais eficiente, por ser demonstrado na contextualização;
- permitir uma intertextualidade entre disciplinas, já que as histórias nunca são sobre um único assunto (PALACIOS; TEREZZO, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, destaca-se que a metodologia utilizada na construção da obra dramaturgica se mostrou bastante adequada, em que cada etapa foi muito importante para o avanço da produção do texto pretendido.

Considerando-se o texto dramaturgico produzido, entende-se que ele, se apresentado de forma teatral ou como contação de história, feitas, nesse caso, as devidas adaptações para tal, é um bom ponto de partida para se promover um rico debate com o público infantojuvenil sobre a poluição marinha. É possível discutir, por exemplo, que o plástico é o principal poluente dos oceanos e que a poluição causada por esse material traz graves consequências tanto para o meio ambiente quanto para os seres humanos. Ademais, pode-se destacar ainda a importância da água e dos oceanos para os seres vivos, as principais características e impactos da poluição marinha, as possíveis soluções para se lidar e para se evitar esse tipo de poluição

e a necessidade de um envolvimento dos governos, empresas e sociedade civil para que tais soluções sejam, de fato, efetivas.

Por fim, vale destacar que a montagem dessa dramaturgia é algo que pode motivar muito os estudantes do Ensino Fundamental e contribuir para que mais pesquisas, mediadas pelos próprios professores, sejam feitas por eles, no sentido de compreenderem melhor a temática, por isso incentiva-se o uso do texto produzido como ferramenta educacional pelos professores que tiverem interesse em tal uso.

REFERÊNCIAS

ANDRIGHETTI, M. **Curso Método Guia Prático do Roteirista**. 2019. Videoaulas.

BOAL, A. **Jogos para atores e não atores**. São Paulo: Cosac Naify, 2015, 416 p.

BRASIL. **Lei No 9.795**, de 27 de abril de 1999. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm> Acesso em: 15 jan. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana: **Plano de Combate ao Lixo no Mar** [recurso eletrônico]/Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial, Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro. Brasília: MMA, 2019. 40 p.

CALLOU, A. B. F. Povos do mar: herança sociocultural e perspectivas no Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 62, n.3, p. 45-48, 2010.

CAMPANINI, B. D.; ROCHA, M. B. Ciência e Arte: Contribuições do Teatro Científico para o ensino e ciências em atas do Enpec. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC, XI, 2017, Florianópolis, Santa Catarina. **Anais...** Santa Catarina: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC, jul. 2017.

CANESI, L; FABBRI, E. Environmental Effects of BPA. **Dose-Response: An International Journal**, v. 13, n. 3, p. 1-14, 2015.

CASERTA, D. *et al.* Correlation of Endocrine Disrupting Chemicals Serum Levels and White Blood Cells Gene Expression of Nuclear Receptors in a Population of Infertile Women. **International Journal Of Endocrinology**, v. 2013, p. 1-7, 2013.

COMBATE ao lixo do mar: painel resultados mutirões de limpeza. Disponível em: encurtador.com.br/tCPTX. Acesso em: 03 nov. 2020.

CONVENÇÃO das Nações Unidas sobre o direito do mar. 1982. Disponível em: <http://www.iea.usp.br/noticias/documentos/convencao-onu-mar>. Acesso em: 03 nov. 2020.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **A nova economia do plástico: repensando o futuro do plástico**. Reino Unido, mai. 2016. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/NPEC-portuguese_1.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2020.

FERNÁNDEZ-PINOS, M.; VILA-COSTA, M.; ARRIETA, J. M.; MORALES, L.; GONZÁLEZ-GAYA, B.; PIÑA, B.; DACHS, J. Dysregulation of photosynthetic genes in oceanic Prochlorococcus populations exposed to organic pollutants. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1-9, 2017.

GARDAIR, T. L. C.; SCHALL, V. T. Ciências possíveis em Machado de Assis: teatro e ciência na educação científica. **Ciência e Educação**, v.15, n.3, p. 695-712, 2009.

HAFEZI, Shirin A.; ABDEL-RAHMAN, Wael M.. The Endocrine Disruptor Bisphenol A (BPA) Exerts a Wide Range of Effects in Carcinogenesis and Response to Therapy. **Current Molecular Pharmacology**, v. 12, n. 3, p. 230-238, 2019.

HIGUCHI, G. M. I., AZEVEDO G. C.. Educação como processo na construção da cidadania ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 0, n. 0, p. 63-70, 2004.

JACOBI, P. Educação e meio ambiente – transformando as práticas. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 0, n. 0, p. 28-35, 2004.

JAMBECK, J. R.; GEYER, R.; WILCOX C.; SIEGLER, T. R; PERRYMAN, M.; ANDRADY, A.; NARAYAN, R.; LAVENDER, K. Plastic waste inputs from land in to the ocean. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 768-771, 2015.

JONES, F. A ameaça dos microplásticos: fragmentos de plásticos com dimensões micrométricas estão em todos os lugares e impõem desafios ao seu controle. **Revista Pesquisa Fapesp**, v. 1, n. 281, p. 25-28, 2019.

LAYRARGUES, P. P. Educação ambiental com compromisso social: o desafio da superação das desigualdades. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Org.). **Repensar a educação ambiental: um olhar crítico**. São Paulo: Cortez, 2009. p. 11-31.

LIMPA Brasil. Disponível em: <https://www.limpabrasil.org/>. Acesso em: 03 nov. 2020.

LUPETTI, K. O.; SERAFIM, T. G.; PUGLIERE, T. S.; LIMA, L. P.; ALMEIDA, L. F.; MACEDO, A. N.; RODRIGUES, C.; PEREIRA, T. M.; GROMBONI, M. F.; MOURA, A. F.; MARQUES, C. M. P. Ciência em cena: teatro e divulgação científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA – ENEQ, XIV, 2008, Curitiba, Paraná. **Anais... Paraná: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química – XIV ENEQ**, jul. 2008.

MAIA, M. A. *et al.* E. **A era do plástico e o impacto ambiental nos oceanos**. [ca. 2018]. Disponível em: <<https://even3.blob.core.windows.net/anais/86485.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2020.

MASSARANI, L.; ALMEIDA, C. Arte e ciência no palco. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v.13, supl., p.233-246, 2006.

MILLER, G. T.; SPOOLMAN, S. E. **Ciência Ambiental**. 14ª Ed. São Paulo: CENGAGE Learning, 2015, 551 p.

MOREIRA, L. M. MARANDINO, M. Teatro de temática científica: conceituação, conflitos, papel pedagógico e contexto brasileiro. **Revista Ciência & Educação**, v. 21, n. 2, p. 511-523, 2015.

MORIN, E. Desafios da transdisciplinaridade e da complexidade. In. AUDY, J. L. N.; MOROSINI, M. C. (Orgs.). **Inovação e interdisciplinariedade na universidade**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007, 526 p.

PALACIOS, F; TERENCEZZO, M. **O guia completo do Storytelling**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016, 448 p.

PEDNEKAR, P. P. *et al.* Estimation of plasma levels of bisphenol-A & phthalates in fertile & infertile women by gas chromatography-mass spectrometry. **Indian Journal Of Medical Research**, v. 148, n. 6, p. 734-742, 2018.

SARKER, I.; MOORE, L. R.; PAULSEN, I. T.; S. G. TETU. Assessing the Toxicity of Leachates From Weathered Plastics on Photosynthetic Marine Bacteria *Prochlorococcus*. **Frontiers in Marine Science**, v. 7, p. 1-14, 2020.

TETU, S. G.; SARKER, I.; SCHRAMEYER, V.; PICKFORD, R.; ELBOURNE, L. D.H.; MOORE, L. R.; PAULSEN, I. T. Plastic leachates impair growth and oxygen production in *Prochlorococcus*, the ocean's most abundant photosynthetic bacteria. **Communications Biology**, v. 2, n. 184, p. 1-9, 2019.

THE OCEAN Cleanup. Disponível em: <https://theoceancleanup.com/>. Acesso em: 01 nov. 2020.

THÜRLER, D. A ciência não é só dos cientistas. In. PORTO, C.; BROTAS, A. M. P.; BORTOLIERO, S. T. (Org.). **Diálogos entre ciência e divulgação científica: leituras contemporâneas**. Salvador: Edufba, 2011, 240 p.

WWF. **Solucionar a Poluição Plástica: Transparência e Responsabilização**. Gland, Suíça; mar. 2019. Disponível em: https://jornalismosocioambiental.files.wordpress.com/2019/03/plastic_report_02-2019.pdf. Acesso em: 15 mar. 2020.

ESTUDO DA FADIGA EM MISTURAS ASFÁLTICAS POR MEIO DO ENSAIO DE FADIGA À TRAÇÃO DIRETA UNIAXIAL CÍCLICO

Rita Flávia Régis Queiroz ¹
Jeovanesa Régis Carvalho ²
Érika Vitória de Negreiros Duarte ³
John Kennedy Guedes Rodrigues⁴

RESUMO

No Brasil os defeitos mais recorrentes nas rodovias são trincamento por fadiga e deformação permanente. O surgimento de trincas no revestimento asfáltico são reflexo principalmente de repetidas deformações provocadas pelas solicitações do tráfego que reduzem consideravelmente a vida de serviço do pavimento. Tradicionalmente no Brasil a análise experimental da fadiga é realizada por meio do ensaio de compressão diametral, que reconhecidamente apresenta limitações no estado de tensões desenvolvido. Na Europa e América do Norte, métodos mais eficientes de previsão de fadiga já são uma realidade consolidada. Esse trabalho tem o objetivo de contribuir para a disseminação do novo de Fadiga à Tração Direta Uniaxial Cíclico e aproximar o estudo da fadiga dos conceitos da Teoria do Dano em Meio Contínuo Viscoelástico (S-VECD). Através da calibração do modelo S-VECD com o ensaio de Fadiga à Tração Direta Uniaxial Cíclico é possível prever o desempenho de misturas asfálticas independente da forma e amplitude do carregamento aplicado para induzir o dano. No programa experimental foi realizada a dosagem SUPERPAVE da mistura asfáltica, e a caracterização mecânica foi realizada através dos ensaios de tração indireta por compressão diametral, módulo de resiliência e módulo dinâmico. A avaliação da fadiga foi realizada através dos ensaios de compressão diametral, LAS (Linear Amplitude Sweep) e Fadiga à Tração Direta Uniaxial Cíclico, com objetivo de estudar esse fenômeno pela metodologia tradicional e nova. O novo ensaio foi realizado satisfatoriamente com ruptura bem definida e obtenção do número de ciclos que levou a mistura asfáltica à ruptura.

Palavras-chave: Misturas asfálticas, modelo S-VECD, Fadiga à Tração Direta Uniaxial Cíclico.

INTRODUÇÃO

O uso intenso do modal rodoviário associado ao elevado crescimento na frota de veículos e as cargas transportadas, compromete o desempenho dos pavimentos asfálticos, que apresentam deteriorações prematuras levando ao aumento no custo do transporte. O dano por fadiga é reconhecido como uma das principais formas de degradação dos pavimentos asfálticos,

¹ Mestranda do Curso de **Engenharia Civil e Ambiental** da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, flaviarq18@gmail.com;

² Doutoranda do Curso de **Engenharia Civil e Ambiental** da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, jeovanesaregis@gmail.com;

³ Mestre pelo Curso de **Engenharia Civil e Ambiental** da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, erika_vitoria@hotmail.com;

⁴ Doutor pelo Curso de **Engenharia de Transportes** da Universidade de São Paulo – USP, profkennedy@hotmail.com.

esse mecanismo se origina pelas cargas repetidas do tráfego gerando tensões de tração no revestimento asfáltico, e também devido às variações de temperatura que o pavimento é submetido ao longo da sua vida útil (KIM et al., 2002). As tensões de tração agindo de forma repetitiva fazem surgir microfissuras na parte inferior da camada de revestimento, essas trincas se propagam até atingir a superfície, levando à falha estrutural do pavimento asfáltico.

Prever a fadiga de forma precisa não é uma tarefa fácil, não apenas pela complexidade da fadiga em si, que depende das características estruturais e materiais do pavimento asfáltico, como também pela dificuldade operacional dos ensaios de fadiga. O desempenho à fadiga das misturas asfálticas estimado em laboratório requer uma série de ensaios com diversos fatores influenciando nos resultados, entre eles a preparação dos corpos de prova, sua geometria, o tipo de ensaios realizado, as propriedades das misturas asfálticas e as condições ambientais (TANGELLA et al., 1990). Soma-se a esses fatores os diferentes critérios de ruptura adotados em cada ensaio, formas de carregamento e as diferentes interpretações dos resultados.

O ensaio para análise de fadiga mais utilizado Brasil é o de tração sob compressão diametral, devido à simplicidade de execução. Contudo, esse ensaio apresenta uma série de restrições na forma de carregamento, e com o avanço da tecnologia e das técnicas de laboratório, além de necessidade de uma previsão precisa da fadiga, sua simplicidade não justifica o seu emprego (KIM et al., 2002).

Recentemente, o professor Y. Richard Kim, da North Caroline State University nos Estados Unidos desenvolveu um novo ensaio para análise de fadiga. Segundo Martins (2014) no ensaio cíclico de Fadiga por Tração-Compressão Uniaxial é aplicado ao corpo de prova uma deformação na forma de tensão cíclica senoidal, de amplitude constante até ocorrer a ruptura do corpo de prova caracterizada pela defasagem do ângulo de fase. Esse ensaio, além de prever de forma mais verossímil o comportamento da mistura asfáltica frente à fadiga, necessita de bem menos corpos de prova do que o tradicional (por compressão diametral) e menor tempo para a realização.

Nessa nova metodologia de ensaio utiliza-se o modelo Simplified-Viscoelastic Continuum Damage (S-VECD), os resultados são analisados com base nas propriedades fundamentais dos materiais gerando modelos de evolução do dano e integridade do material, dessa forma os resultados independem da forma de carregamento, frequência e temperatura do ensaio. Esse método se mostrou eficaz para avaliar a fadiga em misturas asfálticas verificado em diversas pesquisas (KIM et al., 2002; UNDERWOOD et al., 2012; NASCIMENTO, 2015; XIE & SHEN, 2015). Diante do exposto, a presente pesquisa tem como objetivo contribuir para

a implementação do novo ensaio de cíclico de Fadiga à Tração-Compressão Uniaxial ainda pouco incipiente no Brasil, assim como estudar a sua comparação com os métodos tradicionalmente utilizados para prever a vida de fadiga dos pavimentos asfálticos.

METODOLOGIA

Materiais

- **Ligante Asfáltico**

O ligante asfáltico utilizado nesta pesquisa foi o CAP 50/70 fornecido pela empresa Rocha Cavalcante. O material foi caracterizado conforme a norma DNIT 095/2006, os resultados são apresentados na Tabela 1. Além dos ensaios convencionais, foi realizado o Grau de desempenho (PG) conforme a norma ASTM D 6373-16, esse teste é utilizado na classificação dos ligantes asfálticos, substituindo as classificações por meio da penetração. Assim, por meio do PG é determinada a máxima temperatura para a qual o ligante mantém sua resistência à deformação permanente.

Tabela 1: Caracterização do CAP

Características	CAP Puro	Limites
Penetração (0,1mm)	71,6	50-70
Ponto de Amolecimento (°C)	48,0	46 (mín)
Viscosidade Rotacional 135°C (cp)	375,0	274 (mín)
Viscosidade Rotacional 150°C (cp)	187,5	112 (mín)
Viscosidade Rotacional 177°C (cp)	69,25	57 - 285
Grau de desempenho - PG (°C)	64	--

- **Agregados**

Os agregados graúdos foram a brita 19,1mm e a brita 12,5mm. Os agregados miúdos foram a areia e o pó de pedra. O fíler foi a cal hidratada da marca Megaó obtida no comércio de Campina Grande-PB. Os agregados foram fornecidos pela Pedreira Rocha Cavalcante. Os materiais foram dosados através do método SUPERPAVE, e as amostras foram selecionadas por quarteamento através da norma DNER-PRO 199/96.

Métodos

Caracterização dos agregados

- **Distribuição granulométrica**

A distribuição granulométrica dos agregados graúdos e miúdos é apresentada na Tabela 2, a análise granulométrica foi realizada conforme a norma DNIT - ME 083/98.

Tabela 2: Distribuição granulométrica dos agregados

Quantidade passante acumulada (%)					
Peneira	Peneira	Areia	Pó de pedra	Brita 12,7	Brita 19,1
1 1/2"	38,1	100,00	100,00	100,00	100,00
1"	25,4	100,00	100,00	100,00	100,00
3/4"	19,1	100,00	100,00	100,00	98,02
1/2"	12,7	100,00	100,00	100,00	28,98
3/8"	9,5	100,00	100,00	87,34	3,59
Nº 4	4,8	99,36	99,98	16,98	0,08
Nº 10	2	97,58	80,28	0,46	0,06
Nº 40	0,42	72,38	40,37	0,34	0,05
Nº 80	0,18	5,61	23,33	0,16	0,04
Nº 200	0,074	0,46	10,16	0,10	0,02

- **Massa específica e absorção**

Para os agregados graúdos, os ensaios de massa específica e absorção foram realizados de acordo com a especificação do DNIT - ME 081/98. Para os agregados miúdos, a massa específica foi regida pela norma NBR NM 52/2009 e a absorção pela NBR NM 30/01. Na Tabela 3 são apresentados os resultados, assim como os limites especificados.

Tabela 3: Resultados de Massa Específica e Absorção

Agregado	Massa específica real	Massa específica aparente	Absorção obtida (%)	Absorção máxima (%)
Brita 19,1mm	2,75	2,74	0,39	2,00
Brita 12,5 mm	2,75	2,73	0,60	2,00
Areia	2,50	2,42	0,26	--
Pó de pedra	2,70	2,58	0,36	--

- **Equivalente areia**

O ensaio foi realizado conforme as especificações da norma DNIT ME 054/97. Os resultados são apresentados na Tabela 4, e de acordo com a norma DNIT 031/2006 o valor mínimo do equivalente areia é de 55% para a pavimentação. A areia atendeu perfeitamente a especificação, contudo o pó de pedra apresentou resultado abaixo do mínimo, é importante salientar que a presença de fino influenciou diretamente o resultado, visto que o pó de pedra não apresenta material argiloso em sua constituição.

Tabela 4: Resultados Equivalente Areia

Ensaio	Areia	Pó de pedra	Requisito mínimo
Equivalente areia(%)	86,39%	47,20%	55%

- **Angularidade**

O ensaio foi realizado de acordo com a norma ASTM C 1252/17. Na Tabela 5 são apresentados os resultados, e para as especificações SUPERPAVE o valor mínimo de angularidade deve ser de 45%, portanto a areia e o pó de pedra atenderam aos requisitos.

Tabela 5: Resultados da Angularidade

Material	Densidade aparente	Vazios não compactados	Critério	Requisito mínimo
Areia	2,50 g/cm ³	45,76%	Método B	45%
Pó de pedra	2,70g/cm ³	46,58%		

- **Partículas alongadas e achatadas**

O ensaio foi realizado conforme a norma ASTM D 4791/10, obtendo a porcentagem de partículas alongadas e achatadas contidas no agregado graúdo. A especificação SUPERPAVE estabelece que para asfalto misturado a quente essa porcentagem deve ser no mínimo 90%, os resultados são apresentados na Tabela 6, e estão dentro do limite estabelecido.

Tabela 6: Resultados Partículas Alongadas e Achatadas

Agregado	Partículas fraturadas	Critério	Requisito mínimo
Brita 19,1mm	99,88%	Duas ou mais faces fraturadas	90%
Brita 12,5mm	99,89%		90%

- **Partículas fraturadas**

O ensaio foi realizado de acordo com as especificações da norma ASTM D 5821/13. Os resultados para a brita 12,5mm e 19,1mm são apresentados na Tabela 7, de acordo com as especificações SUPERPAVE o valor mínimo de partículas fraturadas deve ser 90%, portanto os agregados atendem satisfatoriamente o requisito mínimo.

Tabela 7: Resultados de Partículas Fraturadas

Agregado	Partículas fraturadas	Critério	Requisito mínimo
Brita 19,1mm	99,88%	Duas ou mais faces fraturadas	90%
Brita 12,5mm	99,89%		

- **Índice de forma**

O ensaio foi realizado de acordo com as recomendações da norma DNIT ME 086/94. A Tabela 8 apresenta os resultados, e de acordo com Bernucci et al. (2010) para atender aos requisitos mínimos o menor valor de f deve ser 0,5, percebe-se, portanto, que as britas 12,5mm e 19,1mm atenderam perfeitamente a recomendação.

Tabela 8: Resultados Índice de Forma

Agregado	Índice de forma	Critério	Requisito mínimo
Brita 12,5mm	0,74	0<f<1	
Brita 19,1mm	0,88	F=1 cúbico F=0 lamelar	0,5

- **Abrasão Los Angeles**

O ensaio foi realizado de acordo com as especificações da norma DNIT ME 035/98. Foi realizado apenas para a brita 19,1mm, uma vez que a 12,5mm é da mesma pedreira. Os resultados são apresentados na Tabela 9, e atenderam a especificação.

Tabela 9: Resultados de Abrasão Los Angeles

Ensaio	Critério (%)		Agregado graúdo
	Mínimo	Máximo	Brita 19,1mm
Abrasão Los Angeles	-	50%	21,01%

- **Doagem SUPERPAVE**

A dosagem SUPERPAVE foi realizada com o ligante puro, visando obter o teor ótimo de ligante asfáltico e dos agregados de projeto. Por meio da granulometria dos materiais, e utilizando uma planilha Excel, foram construídas as três composições que foram testadas (uma superior, uma intermediária e uma inferior).

À partir do cálculo dos parâmetros volumétricos, definiu-se a curva de projeto como sendo a inferior, uma vez que os valores obtidos foram os que estavam mais próximos da dosagem SUPERPAVE. Em seguida, os corpos de prova foram compactados para as proporções da curva inferior, foram realizados com mais três teores : $\pm 0,5\%$ e $+1\%$, ou seja, 4,0%; 4,5%; 5,0% e 5,5%. Os parâmetros volumétricos (obtidos por meio do Rice test ASTM D2041) são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Parâmetros volumétricos obtidos no Rice Test

Ligante %	% gmm n_{projeto}	Vam (%)	Vv (%)	Rbv (%)	Massa específica(g/cm³)
4,0	92,25	17,14	7,75	75,60	2,560
4,5	93,81	16,23	6,19	74,67	2,545
5,0	95,66	15,32	4,34	73,77	2,523
5,5	97,54	14,54	2,46	73,07	2,497
Critérios da dosagem	96	13 mín	4,00	65 a 75	-

Através dos dados da Tabela 10, verifica-se que nenhum dos teores testados atenderam a especificação de 4% de volume de vazios. Portanto, Por meio da curva do teor de ligante em função do volume de vazios, estimou-se o teor de ligante para o qual se tem 4,0% de vazios, o qual foi de 5,1%, e foram então moldados novamente os corpos de prova para obter os parâmetros volumétricos e confirmar o teor de vazios.

Caracterização mecânica e avaliação da fadiga

Para caracterização mecânica foram realizados os ensaios de resistência à tração indireta, módulo de resiliência e módulo dinâmico. A análise de fadiga foi realizada por meio dos ensaios de fadiga por compressão diametral, LAS (Linear Amplitude Sweep) e o ensaio cíclico de fadiga à tração-compressão uniaxial. As normas que regem os ensaios são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11: Ensaios de caracterização mecânica e avaliação da fadiga

Ensaio	Norma
Resistência à tração indireta	DNIT ME 136/10
Módulo de resiliência	NBR 16018/2011
Módulo dinâmico	AASHTO TP-62/2009
Fadiga por compressão diametral	DNIT 183/2018
LAS	ASHTO TP 101:2014
Fadiga à tração-compressão uniaxial	AASHTO TP-107:2014

- **Ensaio cíclico de fadiga à tração-compressão uniaxial**

O ensaio de fadiga por tração direta foi realizado de acordo com a norma AASHTO TP-107:2014. Foram utilizados corpos de prova cilíndricos moldados no compactador giratório SUPERPAVE com diâmetro de 100 mm e altura de 145 mm. Os corpos de prova foram postos nos pratos de fixação inferior e superior do equipamento com 24 horas de cura com uma resina epóxi de alta resistência, certificando o alinhamento dos mesmos para que não existam tensões que não sejam de tração. De acordo com Mocelin (2018) são apresentadas tensões de tração e compressão durante os carregamentos cíclicos, contudo as deformações ocorrem exclusivamente devido à tração.

Segundo Schuster (2018) o ensaio consiste em aplicar no corpo de prova uma deformação senoidal, de amplitude constante, até que ocorre a ruptura caracterizada pela defasagem do ângulo de fase. Durante o ensaio são coletados e monitorados a deformação, a carga, a temperatura, o módulo dinâmico, o ângulo de fase e o deslocamento do atuador. E sse

ensaio é bastante preciso, o controle das deformações no corpo de prova foi realizado por meio dos LVDTs que são bastante sensíveis, e devem ser ajustados detalhadamente antes da realização do ensaio. Os corpos de prova foram mantidos na temperatura de 20°C, confinados na câmara do equipamento AMPT (Asphalt Mixture Performance Test), conforme ilustra a Figura 1, foram ensaiados dois corpos de prova.

O procedimento de realização do ensaio, conforme o modelo de Mocelin (2018) foi: manter as amostras na temperatura de 20°C em seguida aplicar a carga de assentamento no corpo de prova de aproximadamente 0,09 KN, em seguida a carga é aliviada permitindo livre expansão e contração do equipamento, os extensômetros foram dispostos ao redor do corpo de prova em distâncias iguais, foram utilizados três extensômetros distanciados de 120° em relação ao outro. Inicialmente foi realizado o ensaio cíclico denominado fingerprint com frequência de 10Hz, no ensaio deve manter a deformação no intervalo de 50 a 75 $\mu\epsilon$, fazendo com que o material trabalhe no regime elástico linear, não havendo o acúmulo de dano, onde é feita a medição do módulo dinâmico ($|E * |_{fingerprint}$). Em seguida, é realizado o ensaio de fadiga por tração direta, com deformação controlada de 300 $\mu\epsilon$ na frequência de 10 Hz, o critério de parada do ensaio é quando a propagação de trincas origina uma macrotrinca visível. Para o outro corpo de prova o nível de deformação adotado foi em função do número de ciclos que levaram à ruptura da 1ª amostra, conforme a Tabela 16.

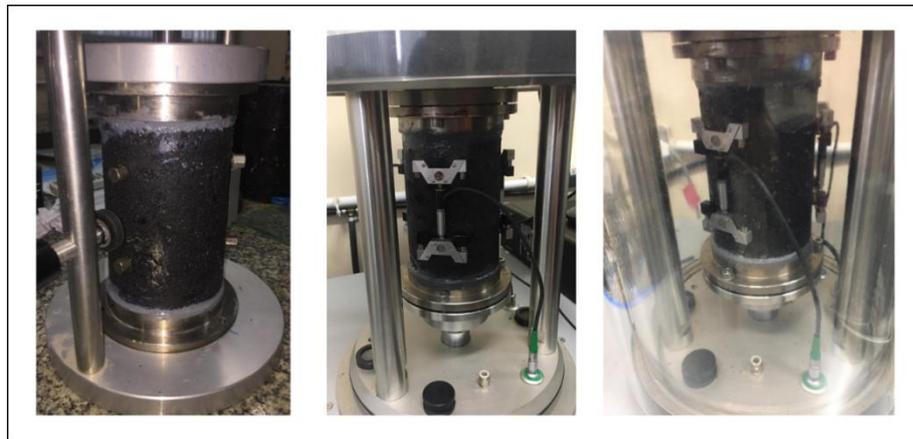


Figura 1: Ensaio de fadiga à tração-compressão uniaxial na AMPT

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização mecânica

- **Ensaio de resistência à tração indireta por compressão diametral e módulo de resiliência.**

A Tabela 12 apresenta o resultado de resistência à tração (RT), a média de três corpos de prova do ligante asfáltico 50/70. Verifica-se que o resultado atendeu ao mínimo especificado em norma de 0,65 MPa a 25°C de acordo com a DNIT ES031/2006. Esse ensaio é utilizado na caracterização de misturas asfálticas e fornece uma boa aproximação em relação aos resultados dos ensaios de fadiga (Brito et al., 2008; Rossato, 2015).

Tabela 12: Resultado do ensaio de resistência à tração

Ensaio	Unidade	Dnit es031/2006	Resultado
Resistência à tração	MPa	0,65	1,16

O módulo de resiliência para os corpos de prova é apresentado na Tabela 13, e de acordo com Bernucci et al. (2008) os valores de MR no Brasil para 25°C estão entre 2000 e 8000 MPa, portanto a mistura apresentou-se dentro dos limites.

Tabela 13: Resultado do ensaio de módulo de resiliência

Ensaio	Unidade	Parâmetro	Resultado
MR	MPa	2000-8000	5271

- **Módulo dinâmico ($|E^*|$)**

A curva mestra para a mistura asfáltica foi obtida para as três temperaturas e nove frequências, fazendo uma superposição entre tempo e temperatura na temperatura de referência de 21°C. A curva mestra da mistura com CAP 50/70 é apresentada na Figura 2.

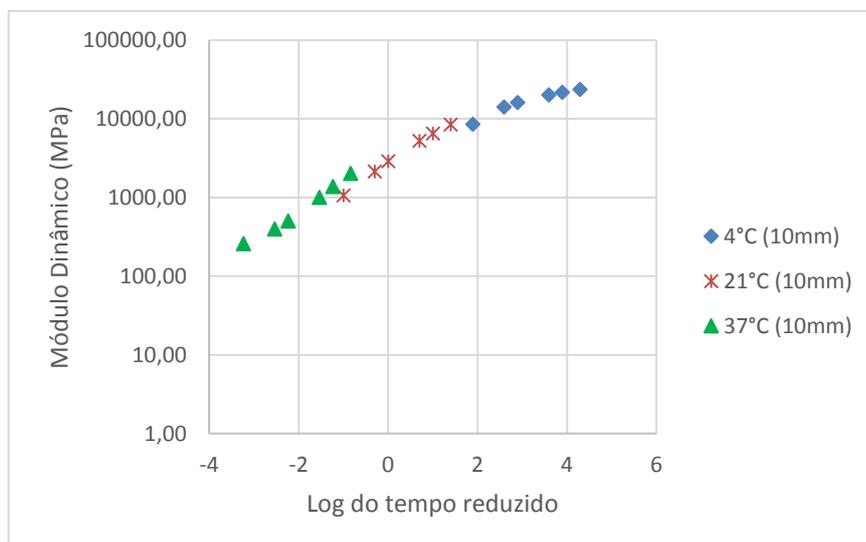


Figura 2: Curva mestra da mistura com CAP 50/70

De forma análoga ao MR, por ser uma medida de rigidez, o módulo dinâmico é influenciado pela temperatura, e ocorre uma redução na rigidez com o aumento da temperatura. É possível observar também que a rigidez da mistura diminuiu à medida que a frequência de aplicação de carga foi reduzida. O resultado de módulo dinâmico para a mistura nas três temperaturas de ensaio é apresentado no gráfico da Figura 3.

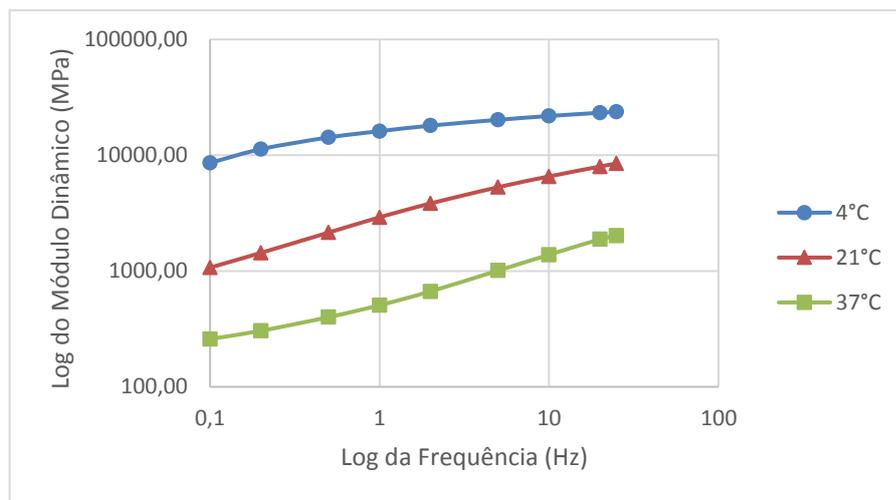


Figura 3: Módulo dinâmico da mistura nas temperaturas de 4,21 e 37°C

As propriedades viscoelásticas lineares fundamentais dos materiais são o módulo dinâmico e o ângulo de fase. No gráfico da Figura 4 é possível observar que o ângulo de fase aumenta com o incremento das temperaturas e diminui com o aumento da frequência. Entretanto, na temperatura de 37°C o comportamento foi diferente, pois o ângulo de fase foi reduzido nas frequências mais baixas e nas frequências maiores. Segundo Ali et al.(2016) que o comportamento do ângulo de fase para baixas temperaturas e altas frequências é atribuído ao ligante, e segue o desempenho dele. Nas temperaturas elevadas e baixas frequências o agregado interfere na tendência do ângulo de fase, assim grande parte da energia se deve à interação entre ligante e agregado levando à redução do ângulo de fase.

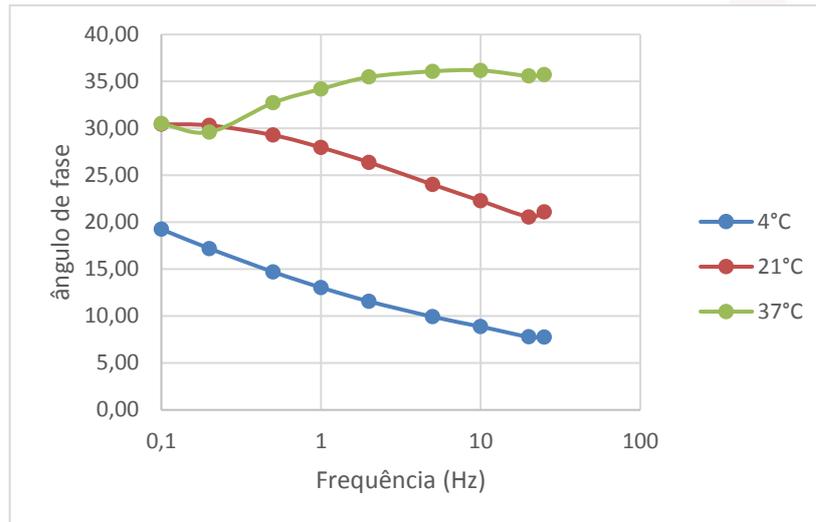


Figura 4: Ângulo de fase em função da frequência de carregamento para as temperaturas de 7, 21 e 37°C

Análise da Fadiga

- **Fadiga por compressão diametral a tensão controlada**

O ensaio de fadiga foi realizado para cinco níveis de tensão controlada: 40; 37,5; 35; 32,5 e 30% do RT. Os diferentes níveis de tensão referem-se à tração gerada no centro do corpo de prova durante a realização do ensaio. As curvas de fadiga foram apresentadas em função da diferença de tensões (Figura 5) e em função da deformação específica (Figura 6).

Para a curva foi gerada a equação mais apropriada para sua linha de tendência, assim foi determinado o parâmetro R^2 referente a qualidade do ajuste do modelo para os pontos. Na Tabela 14 são apresentados os parâmetros das equações de vida de vida de fadiga em relação à diferença de tensões e à deformação específica .

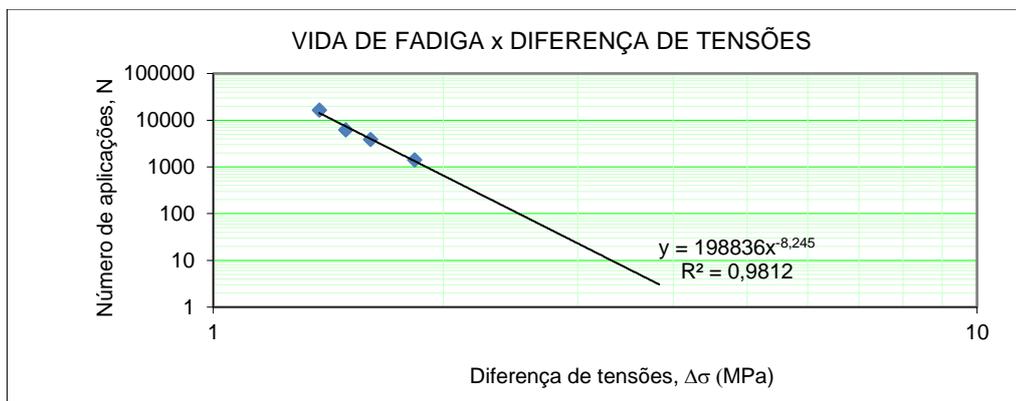


Figura 5: Vida de fadiga x Diferença de tensões

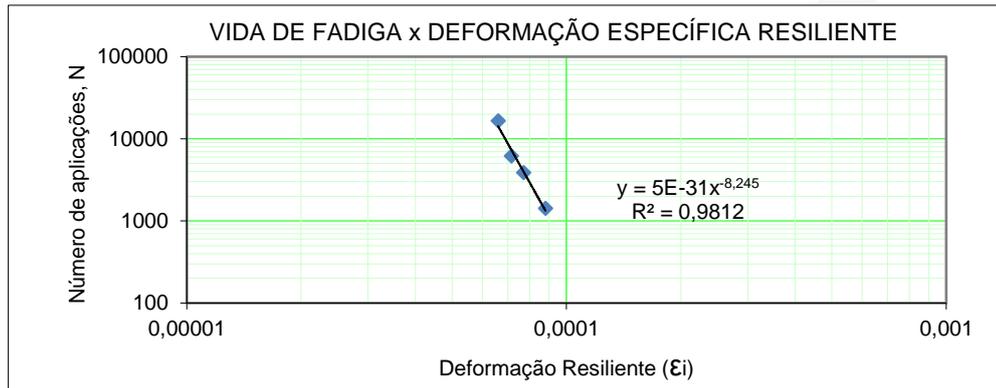


Figura 6: Vida de Fadiga x Deformação específica resiliente

Tabela 14: Parâmetros das equações de vida de fadiga

Mistura	Curva	$N = k_1 \left(\frac{1}{\Delta\sigma}\right)^{n_1}$ ou $N = k_2 \left(\frac{1}{\epsilon_i}\right)^{n_2}$	R^2	Parâmetros	
CAP 50/70	$N \times \Delta\sigma$	$198836 \left(\frac{1}{\Delta\sigma}\right)^{-8,245}$	0,9812	$K_1 = 198836$	$n_1 = 8,245$
	$N \times \epsilon_i$	$5 \times 10^{-31} \left(\frac{1}{\epsilon_i}\right)^{-8,245}$	0,9812	$K_2 = 5 \times 10^{-31}$	$n_2 = 8,245$

Analisando os resultados da Tabela 14, o fator R^2 próximo de 1 indica que o modelo apresentou uma menor dispersão dos dados para ambas as curvas de fadiga. A vida de fadiga é o número de ciclos (N) que a mistura resiste, sendo apresentada nas curvas de Wöhler em função da diferença de tensões e deformação específica. Se uma mistura resiste a maiores valores de N apresenta um melhor desempenho frente à fadiga, de acordo com Merighi (2015) o volume de vazios e a matriz de agregados são parâmetros que interferem na vida de fadiga.

Morilha Junior (2004) faz uma classificação do desempenho à fadiga de misturas asfálticas, assim utiliza-se três níveis de diferença de tensão: nível baixo para 0,5 MPa; nível médio para 1 MPa e nível alto para 2,0 MPa, essa classificação também foi utilizada nessa pesquisa. Assim a mistura com CAP 50/70 ensaiada apresenta maior resistência a altas tensões, resultado esperado devido ao valor elevado de MR.

De acordo com Tadeu Junior (2008) n_1 , a inclinação da reta na curva da vida de fadiga em função da diferença de tensões, indica o quanto a mistura asfáltica é susceptível a mudanças no estado de tensões. O valor do parâmetro n_1 para o CAP 50/70 foi de 8,245, ou seja, apesar de apresentar resistência elevada em altas tensões, o mesmo é susceptível ao estado de tensões, resultados próximos foram encontrados por Carvalho (2018) e Porto (2018) para o CAP 50/70.

Nas curvas de vida de fadiga em função da deformação específica, a deformação resiliente define a interferência do módulo de resiliência inicial apresentado pela mistura. Assim o coeficiente n_2 define a inclinação da curva, e de forma semelhante ao que foi feito na análise de fadiga em função da diferença de tensões, foram empregados três níveis de deformação de resiliência conforme De Cezaro Junior (2008): $3 \cdot 10^{-5}$ cm/cm para nível baixo; $6 \cdot 10^{-5}$ cm/cm para nível médio e $1 \cdot 10^{-4}$ cm/cm para nível alto. Assim a mistura com CAP 50/70 apresentou melhor desempenho para um nível médio de deformação.

- **Varredura linear de amplitude de deformação (LAS)**

O resultado do ensaio foi analisado para dano contínuo em meio viscoelástico (VECD) por meio dos parâmetros do experimento “A” e “B” e a fadiga através do número de ciclos que levou à ruptura em função da amplitude de deformação. Os valores dos parâmetros “A” e “B” são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15: Parâmetros “A” e “B” para vida de fadiga

Análise VECD (parâmetros)	
A	B
100900,00	2,33

De acordo com Pamplona (2013) o parâmetro “A” é dependente da integridade do ligante em função do dano (por exemplo $|G^*| \cdot \sin \delta$ versus o dano acumulado) e do módulo complexo inicial (antes do dano). Assim maiores valores de “A” indicam uma maior resistência ao dano e parâmetros de integridade superiores. Para a amostra ensaiada o valor de “A” obtido foi de 100900 e se mostrou próximo ao encontrado por Duarte (2018) e Marinho Filho (2017) que também realizaram o ensaio com o CAP 50/70.

O parâmetro “B” depende apenas α que é o ângulo de inclinação da curva do módulo de armazenamento (G') em função da frequência, obtido por meio da varredura de frequência. Menores valores do parâmetro B são desejáveis pois indicam um ligante menos susceptível às deformações sob mudanças térmicas. O valor do parâmetro “B” foi de 2,33 e novamente se mostrou próximo ao encontrado por Duarte (2018) e Marinho Filho (2017) que trabalharam com o mesmo tipo de ligante. O gráfico da Figura 7 apresenta a vida de fadiga (número de ciclos N_f) em função da amplitude de deformação pra o ensaio realizado na temperatura de 25°C.

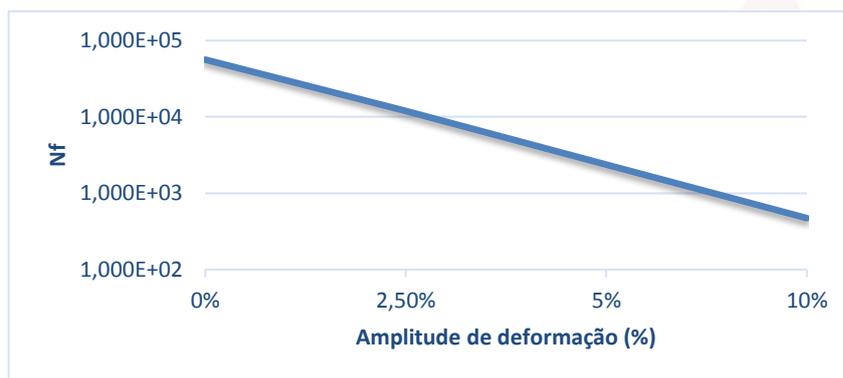


Figura 7: Variação dos ciclos de ruptura em função da amplitude de deformação para o CAP 50/70

No ensaio de LAS para análise do comportamento à fadiga, apesar de ser realizado conforme a metodologia VECD, Rodrigues (2018) ressalta que o desempenho à fadiga do ligante não necessariamente é o mesmo para as misturas asfálticas. Mello (2008) estudou a evolução do dano nas misturas asfálticas, de acordo com o autor comportamento mecânico das misturas não depende apenas da rigidez (parâmetro analisado no LAS), mas de outros fatores como granulometria, volume de vazios, temperatura e nível de deformação.

- **Ensaio cíclico de Fadiga à Tração Direta Uniaxial Cíclico**

A análise da fadiga por tração-compressão uniaxial foi realizada na temperatura de 20°C, com amplitude de deformação constante e frequência de 10 Hz. O ensaio foi realizado para duas amostras, na primeira foi mantida a deformação constante de 300 $\mu\epsilon$ e de acordo com o número de ciclos que levou à ruptura (N_f) o segundo foi ensaiado para a deformação constante de 350 $\mu\epsilon$.

Antes do ensaio de fadiga propriamente dito, foi realizado o ensaio denominado fingerprint, para determinar o módulo dinâmico e a variação de rigidez das amostras. É importante destacar que o fingerprint é obtido na tração-compressão da mesma forma que o ensaio de fadiga. Durante a realização do ensaio foram coletados dados de carga, deformação, módulo dinâmico e ângulo de fase. Com esses dados foram geradas as curvas de Módulo Dinâmico ($|E^*|$) e do Ângulo de Fase (δ) em função do número de ciclos de tração-compressão para cada amostra. Esses parâmetros são indicadores importantes das propriedades elásticas e viscoelásticas do material, tornando possível verificar o ciclo de ruptura das amostras. As curvas são apresentadas nas Figura 8 e 9, para as deformações constantes de 300 e 350 $\mu\epsilon$.

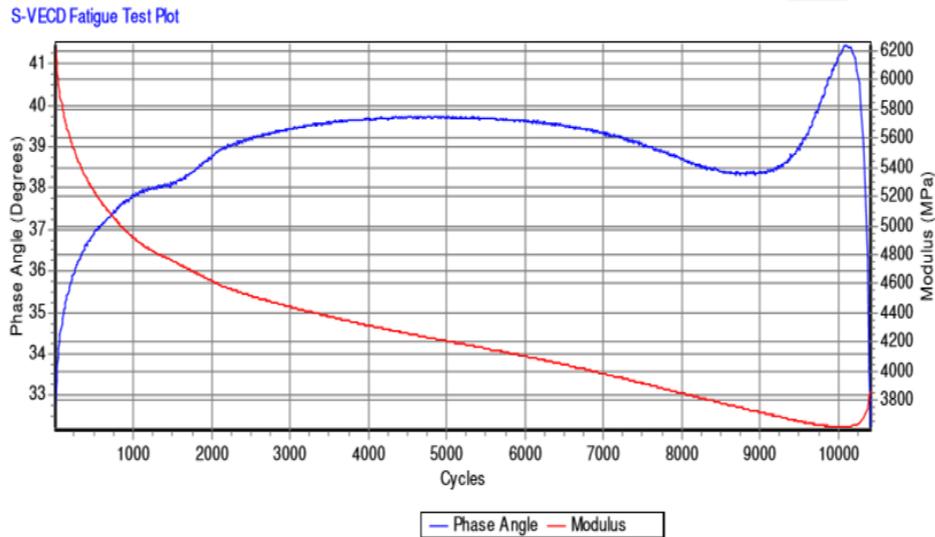


Figura 8: Módulo dinâmico e ângulo de fase em função do número de ciclos do ensaio de fadiga para deformação constante de 300 $\mu\epsilon$

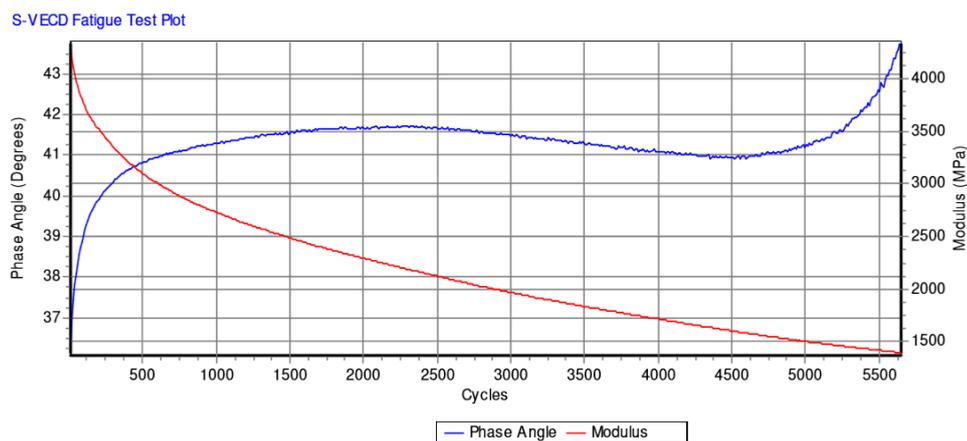


Figura 9: Módulo dinâmico e ângulo de fase em função do número de ciclos do ensaio de fadiga para deformação constante de 350 $\mu\epsilon$

Com base nos gráficos das Figuras 10 e 11, é possível observar que o módulo dinâmico diminui continuamente enquanto o ângulo de fase cresce até um pico, resultado encontrado por outros autores que realizaram o mesmo ensaio (Rodrigues, 2018; Schuster, 2018; Mocelin, 2018; Boeira, 2018). Conforme observou Rodrigues (2018) o rompimento do corpo de prova é caracterizado pelo pico do ângulo de fase seguido da sua queda brusca, e o módulo complexo decai quase verticalmente. O software utilizado no equipamento AMPT interrompe o ensaio imediatamente com queda do ângulo de fase (ruptura da amostra) e informa no relatório o número de ciclos que levou à ruptura N_f , portanto não foi possível observar o módulo dinâmico decaindo verticalmente.

Os parâmetros obtidos no ensaio para as duas amostras são apresentados na Tabela 12.

Os resultados foram obtidos para diferentes amplitudes de deformação, e observa-se que o

número de ciclos variou bastante, para a amostra com deformação constante de $300 \mu\epsilon$ o valor de N_f foi 10410 e para $350 \mu\epsilon$ foi de 5650. De acordo com Schuster (2018) a evolução da integridade do material em relação ao crescimento do número de ciclos é muito diferente para cada nível de deformação.

Tabela 12: Parâmetros do ensaio cíclico de fadiga à tração-compressão uniaxial

Deformação constante de $300 \mu\epsilon$		Deformação constante de $350 \mu\epsilon$	
Número de ciclos		Número de ciclos	
inicial	final	inicial	final
10	10410	10	5650
Módulo dinâmico		Módulo dinâmico	
inicial	final	inicial	final
6235	3864	4333	1392
Ângulo de fase ($^\circ$)		Ângulo de fase ($^\circ$)	
inicial	final	inicial	final
32,75	41,6	36,14	43,73
Tensão pico a pico (KPa)		Tensão pico a pico (KPa)	
inicial	final	inicial	final
1370,6	1057,0	1294,2	488,0

Segundo Magiaficio (2014) no decorrer do ensaio, as amostras sofrem danos progressivos, que em conjunto com a falha prematura é um efeito dos ciclos de cargas repetidas. Os danos progressivos é o que leva o módulo dinâmico, ou seja, a rigidez decair progressivamente com o aumento do número de ciclos e o ângulo de fase aumentar.

Para a utilização do modelo S-VECD, dois parâmetros principais devem ser obtidos: a pseudo-rigidez (C) também denominada integridade do material, e o dano acumulado (S). A relação entre esses parâmetros é uma propriedade fundamental. Segundo Boeira (2018) para ensaios executados em determinadas condições (temperatura, deformação, tensão) são obtidos parâmetros que se estendem a condições diferentes, diminuindo consideravelmente o tempo para realização dos ensaios em laboratório. Por meio desse modelo podem ser feitas diversas análises, contudo duas devem ser destacadas: a curva de fadiga para condições diferentes da ensaiada e o estudo do comportamento mecânico do pavimento por meio da teoria do dano em meio contínuo viscoelástico.

A curva C em função de S é denominada curva característica do material. Os valores são obtidos por meio de rotina computacional no MATLAB à partir dos parâmetros de módulo

complexo e fadiga na tração-compressão. As curvas de cada mistura geralmente são obtidas por meio do *fitting* (Schuster, 2018; Boeira, 2018). Nessa pesquisa não foi obtida a curva característica do material, pois o trabalho se deteve a implementar o ensaio de cíclico de fadiga à tração-compressão uniaxial no Laboratório de Engenharia dos Pavimentos e Geotécnica (LEP) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Segundo Kim (2009) o modelo S-VECD foi desenvolvido para estudos em laboratório com o objetivo de caracterizar o dano em um menor intervalo de tempo. O ensaio uniaxial de fadiga à tração-compressão é utilizado para calibrar o modelo, por ser cíclico torna possível a obtenção de parâmetros de critérios de fadiga. A principal diferença entre a determinação da vida de fadiga por meio do S-VECD e o ensaio tradicional (compressão diametral) é a base teórica mais consistente do primeiro, segundo a mecânica do dano em meio contínuo viscoelástico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na análise de fadiga através do ensaio de fadiga por compressão diametral, à partir da análise das curvas Wöhler foi possível concluir que o fator R^2 próximo de 1 indicou que o modelo apresentou uma menor dispersão dos dados. Contudo, é importante destacar que a análise de fadiga em misturas asfálticas apenas por meio das curvas de Wöhler é muito limitada, e pode levar a conclusões equivocadas. Essas curvas são definidas para uma faixa restrita de variáveis, enquanto que em campo se tem uma grande variabilidade de condicionantes.

Na análise de fadiga por meio do LAS, para a mistura ensaiada foi possível observar que para o nível de 2,5% de deformação o valor de N_f é bem mais elevado, o aumento do nível de deformação faz com que os ciclos até a ruptura reduzam expressivamente. Contudo, deve-se salientar que a análise de fadiga por meio do LAS é para o ligante asfáltico, e pode não apresentar correspondência com o comportamento das misturas asfálticas. Além disso, a análise é feita por meio da rigidez, e a fadiga depende de vários outros fatores.

O ensaio cíclico de fadiga à tração-compressão uniaxial foi realizado com sucesso, permitindo satisfatoriamente a identificação da ruptura e a obtenção do número de ciclos. Nessa pesquisa não foram obtidas as curvas características do dano, contudo por meio do ensaio, por ser cíclico, ao aplicar a metodologia S-VECD é possível obter parâmetros de fadiga. Por meio dos estudos realizados pode-se concluir que a grande vantagem do modelo S-VECD é não depender de variáveis que interferem na vida de fadiga, e assim apresenta grande potencial simulando condições reais.

REFERÊNCIAS

Ali, Y. Irfran, M.; Ahmed, S.; Khanzada, S.; Mahmood, T. (2016) Investigation of factors affecting dynamic modulus and phase angle of various asphalt concrete mixtures. *Materials and Structures*, v. 49, p. 857–868.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 4791**: Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Aggregate. Estados Unidos, 2010.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 5821**: Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Aggregate. Estados Unidos, 2013.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 1252**: Standard Test Methods for Uncompacted Void Content of Fine Aggregate (as Influenced by Particle Shape, Surface Texture, and Grading) (Withdrawn 2015). Estados Unidos, 2017.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 2041**: Standard Test Method for Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Bituminous Paving Mixtures. Estados Unidos, 2011.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **AASHTO TP 62**: Determining modulus of hot mix asphalt (HMA). Estados Unidos, 2009.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **AASHTO TP 101**: Standard method of test for estimating fatigue resistance of asphalt binders using the linear amplitude sweep. Test Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing. Washington, DC, 2012.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **AASHTO TP 107**: Standard Method of Test for Determining the Damage Characteristic Curve of Asphalt Mixtures from Direct Tension Cyclic Fatigue Tests. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16018**: Misturas asfálticas – Determinação da rigidez por compressão diametral sob carga repetida. Rio de Janeiro, 2011.

ASOCIACIÓN MERCOSUR NORMALIZACIÓN. **NM 30**: Agregado miúdo - Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro. 2001.

ASOCIACIÓN MERCOSUR NORMALIZACIÓN. **NM 52**: Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro. 2009.

ASTM D6373-16 Standard Specification for Performance Graded Asphalt Binder, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016.

BERNUCCI, L.L.B.; MOTTA, L.M.G.; CERATTI, J.A.P.; SOARES, J. B. Pavimentação asfáltica - Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS/ABEDA, 2010.

BOEIRA, F. D. (2018) **Estudo da rigidez, da deformação permanente e da fadiga de misturas asfálticas com ligantes convencionais e modificados**. Tese (doutorado) em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria- RS.

BRITO, L. A. T.; Ceratti, J. A. P.; VICTORINO, D. R. (2008) Indicadores do desempenho de misturas asfálticas através do ensaio de compressão diametral. *Revista Transportes*, v. XVI, n. 1, p 36-44.

CARVALHO, J.R. (2018). **Estudo do comportamento do asfalto modificado com óleo de girassol visando à obtenção de misturas mornas**. Dissertação (mestrado) em

Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB.

DANIEL, J. S.; KIM, Y. R. Development of a Simplified Fatigue Test and Analysis Procedure Using a Viscoelastic Continuum Damage Model. *Journal of the Association of Asphalt Paving Technologists*, v. 71, p. 619–650, 2002.

DE CEZARO JUNIOR, T. Estudo das Propriedades Mecânicas de Misturas Asfálticas Convencionais e Modificadas. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre. 2008.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT - ME 086**: Agregado – Determinação do índice de forma. Norma rodoviária. Rio de Janeiro – RJ, 1994.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT - ME 054**: Equivalente de areia. Norma rodoviária. Rio de Janeiro, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT - ME 035**: Agregados – Determinação da Abrasão Los Angeles. Norma rodoviária. Rio de Janeiro – RJ, 1998.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT - ME 083**: Agregados – Análise granulométrica – Método de ensaio. Norma rodoviária. Rio de Janeiro, 1998.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 136 ME** Pavimentação Asfáltica - Misturas Asfálticas – Determinação da resistência à tração por Compressão Diametral. Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT- PRO 199**: Redução de amostra de campo de agregados para ensaio de laboratório. Norma rodoviária. Rio de Janeiro, 1996.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 095**: Cimentos asfálticos de petróleo - Especificação de material. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT - ME 031**: Pavimentos Flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de Serviço. Norma rodoviária. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **DNIT ES 031**: Pavimentos Flexíveis – Concreto asfáltico. Norma rodoviária. Rio de Janeiro-RJ, 2006b.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **DNIT ME 183**: Pavimentação asfáltica - Ensaio de fadiga por compressão diametral à tensão controlada, 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME 081** Agregados - Determinação da Absorção e da Densidade de Agregado graúdo. Rio de Janeiro, 1998.

DUARTE, E. V. DE N. (2018) **Avaliação reológica de ligante asfáltico 50/70 modificado com polímero reativo e nãoreativo associado ao ácido polifosfórico**. Dissertação (mestrado) em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB.

JUNOR TADEU, C. (2008). **Estudo das Propriedades Mecânicas de Misturas Asfálticas Convencionais e Modificadas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul Escola de Engenharia/UFRGS.

KIM, Y.R. **Modeling of Asphalt Concrete**. North Carolina: McGraw-Hill Professional, 2009. 460p

MANGIAFICO, S. (2014) **Linear viscoelastic properties and fatigue of bituminous mixtures produced with Reclaimed Asphalt Pavement and corresponding binder blends.** Tese de Doutorado. l'École Nationale des Travaux Publics de l'État.

MELLO, L. G. R. A. (2008) **Teoria do Dano em Meio Contínuo no Estudo da Fadiga em Misturas Asfálticas.** Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília-DF.

MERIGHI, C. F. (2015) **Estudo do comportamento de misturas asfálticas mornas em revestimentos de pavimento com adição de borracha moída de pneu.** Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo. São Paulo-SP.

MOCELIN, D. M. (2018) **Avaliação do comportamento à fadiga de misturas asfálticas quentes e mornas através do modelo de dano contínuo viscoelástico.** Dissertação (mestrado) em Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.

MORILHA JUNIOR, A. **Estudo sobre a ação de modificadores no envelhecimento dos ligantes asfálticos e nas propriedades mecânicas e de fadiga das misturas asfálticas.** Dissertação de mestrado, Programa de Engenharia Civil, UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, 165f, 2004.

NASCIMENTO, L. A. H. do. **Implementation and Validation of the Viscoelastic Continuum Damage Theory for Asphalt Mixture and Pavement Analysis in Brazil.** Dissertação (Doutorado em filosofia) - Faculty of North Carolina State University. Transportation Materials. Raleigh, North Carolina – USA, 2015.

MORAES, T. M. R. de (2018). **Utilização da cera de carnaúba como aditivo redutor de temperaturas de usinagem e compactação de misturas asfálticas.** Dissertação (mestrado) em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande– PB.

RODRIGUES, I. A. (2018) **Análise do dano em mistura de agregados finos (MAF).** Dissertação (mestrado). Universidade de Brasília, Brasília-DF.

ROSSATO, F. P. (2015) **Avaliação do fenômeno de fadiga e das propriedades elásticas de misturas asfálticas com diferentes ligantes em variadas temperaturas.** Dissertação (mestrado) de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

SCHUSTER, S. L. (2018) **Estudo do comportamento à fadiga de misturas asfálticas aplicadas em campo por meio da teoria viscoelástica de dano contínuo.** Dissertação (mestrado) em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

TANGELLA, S. C. S. R.; CRAUS, J.; DEACON, J. A.; MONISMITH, C. L. Summary Report on Fatigue Response of Asphalt Mixtures. Prepared for Strategic Highway Research Program, Project A-003-A. Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley, 1990.

UNDERWOOD, B. S.; BAEK, C.; KIM, Y. R. Simplified Viscoelastic Continuum Damage Model as Platform for Asphalt Concrete Fatigue Analysis. Transportation Research Record N° 2296 – *Journal of the Transportation Research Board*, Washington, DC. p. 35-45, 2012.

XIE, Z.; SHEN, J. Fatigue Performance of Rubberized Stone Matrix Asphalt by a Simplified Viscoelastic Continuum Damage Model. *Journal of Materials in Civil Engineering*. out. 2015.

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DAS FOLHAS DO CAJUEIRO (*Anacardium occidentale*) E SUAS APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

Everton Vieira da Silva ¹
Francisco Antonio Mabson Henrique Lopes ²

RESUMO

A plantação de cajueiro é altamente adaptada às condições de solo e clima do território brasileiro, o que contribui para seu cultivo e conseqüentemente classifica o país entre os maiores produtores e exportadores de seu pseudofruto (caju) e fruto (castanha). No entanto, durante as etapas de pós-colheita muito se é perdido, principalmente no que diz respeito a partes pouco comerciais, como é o caso das folhas que acabam sendo consideradas como rejeito, sendo assim, descartadas. Observa-se então a necessidade de ampliar as pesquisas científicas a respeito das potencialidades das folhas do cajueiro, evidenciando as suas características bioativas e suas aplicabilidades. Esse estudo teve por objetivo realizar um levantamento a respeito das características físicas e químicas da folha do cajueiro, bem como as suas aplicações tecnológicas. Dessa forma, foi desenvolvida uma pesquisa exploratória, bibliográfica e de abordagem qualitativa através da busca de estudos em bancos de dados utilizando os descritores anti-inflammatory, antidiabetic, antitumor, antioxidant, bactericide, antifungal, technological, application, drug, anticancerigen e que estivessem relacionados a folha da referida espécie. Os estudos existentes apontam que as folhas do *Anacardium occidentale* apresentam concentrações consideráveis de compostos fenólicos, mais especificamente flavonoides, taninos, triterpenos, saponinas, alcaloides, cumarinas, antroquinonas e óleos essenciais. A presença desses fitoconstituintes justificam o potencial bioativo das folhas e o interesse por novas pesquisas na área com a utilização de tecnologias para obtenção de formulações que possam ser testadas e aplicadas frente a diversos microrganismos patogênicos e impulsionando o melhor aproveitamento da folhas do cajueiro.

Palavras-chave: Biomassa do Cajueiro, Bioatividade, Fitoconstituintes

INTRODUÇÃO

O cultivo cultural do caju possui grande importância econômica e social para o Brasil, além de que sua plantação é altamente adaptada às condições de solo e clima. Dessa forma, o país abriga em seu território uma ampla variabilidade da espécie *Anacardium occidentale*, o que lhe confere vantagens competitivas significativas em relação aos demais países produtores (ARAÚJO, 2015).

¹ Professor Doutor do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, evertonquimica@hotmail.com;

² Graduando do Curso de Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Campina Grande- UFCG,

(83) 3322.3222 mabsonlopes21@gmail.com;

O *Anacardium occidentale* que corresponde à espécie do cajueiro cultivado e distribuído em todo o mundo tropical, possui dois principais produtos, o pseudofruto e o fruto que se trata de um aquênio, equivalente ao caju e a castanha, respectivamente. Seu pseudofruto é geralmente destinado à produção de sucos e consumo in natura, quanto a seu fruto é convencionalmente industrializado para obtenção da amêndoa, produto de maior importância comercial nacional e internacional (FAO, 2014; MAZZETO, LOMONACO e MELE, 2009; OIRAM FILHO, 2017).

Por outro lado, juntamente com a alta comercialização de seu fruto e pseudofruto, outras partes da planta como cascas e folhas são descartadas como resíduos, mas possuem alto valor industrial, principalmente para a farmácia e medicina. As plantas possuem inúmeras finalidades por serem uma fonte natural de substâncias químicas biossintetizadoras, suas vias metabólicas dão origem a compostos como taninos, cumarinas, flavanoides, isoflavanoides, alcaloides, glicosídeos e terpenos (FERREIRA, 2005; AGRA *et al.*, 2008).

Sendo assim, Turolla (2004) destaca que duas das características significativas de produtos naturais é a grande variabilidade de bioativos presentes e a estabilidade desses, certificando melhor efeito quando utilizado como fármaco. Por essa razão as plantas são bastante utilizadas com finalidade medicinal, principalmente no que diz respeito à utilização de seus extratos, uma vez que esses possuem uma grande aplicabilidade, como por exemplo, atuando como agente antifúngico.

Como é o caso das várias partes da árvore do *Anacardium occidentale* L. (cajueiro) que podem ser utilizadas para diversos fins devido a sua ação antineoplásica, antifúngica e antibacteriana (CORRÊA, 2017). As folhas do cajueiro são bastante utilizadas pela medicina em todo o mundo, seus extratos estudados já comprovaram diversas eficácias no tratamento de doenças e inibição da proliferação de microrganismos, como fungos e bactérias. Entretanto, no Brasil a parte aérea do cajueiro (folhas) não tem merecido seu real destaque, visto que a maioria dos produtores agrícolas consideram as podas das árvores como sendo um rejeito, uma vez que a indústria não tem dado a relevante importância das suas propriedades e aplicações.

Sendo assim, este trabalho tem por finalidade a caracterização física e química das folhas do cajueiro e discutir suas aplicações tecnológicas, buscando desta forma contribuir para o desenvolvimento da pesquisa voltado para ciência, tecnologia e inovação. Além disso, almeja-se ainda por meio dos estudos das características e aplicações impulsionar a utilização das podas tanto em nível local quanto regional. Dessa forma, diminuindo a restrição ao uso apenas da casca, fruto e pseudofruto, enriquecendo as pesquisas científicas em química voltadas para produtos naturais e orgânicos.

METODOLOGIA

De acordo com Lakatos e Marconi (2010), a pesquisa possibilita ao pesquisador a motivação a cerca de um determinado estudo. Partindo dessa perspectiva, esta pesquisa apresenta-se como sendo de natureza Básica, possibilitando o aprofundamento e desenvolvimento do conhecimento científico sem necessitar de aplicações. Além disso, trata-se de uma pesquisa com abordagem qualitativa e procedimento exploratório.

Este trabalho utilizou-se de um levantamento bibliográfico referente às características físico-químicas e aplicações das folhas do cajueiro, sendo este desenvolvido de março a outubro de 2020. Para isso, foram consideradas publicações nas plataformas de Periódicos Capes, ScienceDirect e Web of ScienceTM, sendo selecionados trabalhos relevantes voltadas para o estudo das folhas do cajueiro, entre esses, artigos, dissertações e teses. Para filtrar os resultados, foram utilizados os descritores “cashew leaf” combinados com outras palavras como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1- Bases de dados consultadas, palavras-chave e palavras combinadas utilizadas em consultas para levantamento bibliográfico.

Base de dados	Palavra-chave	Palavras combinadas
Periódicos Capes ScienceDirect Web of Science TM	Cashew leaf	Anti-inflammatory, Antidiabetic, Antitumor, Antioxidant, Bactericide, Antifungal, Technological, Application, Drug, Anticancerigen.

Fonte: Próprio autor, 2020.

Os artigos, teses e dissertações não foram selecionados levando em consideração um determinado intervalo de tempo, visto que as pesquisas voltadas para o estudo do cajueiro e suas aplicações têm diminuído com o passar dos anos, além de existirem muitos trabalhos antigos a cerca do tema que se mantem relevantes.

ASPECTOS AGRONÔMICOS DO CAJUEIRO

O cajueiro é pertencente à família Anacardiaceae e ao gênero *Anacardium*, o qual possui um número de espécies relativamente pequenas, sendo que algumas delas se inter cruzam.

Dentre tais espécies, encontram-se o *Anacardium occidentale*, como sendo o cajueiro cultivado

e distribuído, e o *Anacardium excelsum*, cajueiro silvestre. Em termos gerais, o cajueiro é uma planta perene, com ramificação baixa e no que diz respeito à espécie cultivada, possui porte variado compreendendo aos cajueiros anão-precoce (porte baixo) e comum (porte alto), suas folhas são simples, inteiras, glabras, de aspecto subcoriáceo e com pecíolo curto, suas flores são masculinas e hermafroditas e seu fruto é a castanha e pseudofruto, o pedúnculo. Quanto a sua origem, alguns botânicos acreditam que tenha se dado na Indonésia, Espanha, Ásia ou África, porém este é nativo da América do Sul, mais especificamente de regiões litorâneas da zona tropical e subtropical do Brasil (MOTA, 2011; GARCIA, 2009; ARAÚJO, 2015; ALEXANDRE, 2013, SÁ, PAIVA e MARINHO, 2000).

Inclusive, para os nativos sul-americanos o cajueiro era símbolo de fartura, responsável pelas maiores guerras entre as aldeias em época de frutificação, uma vez que dele eram provenientes sua melhor comida e sua mais querida bebida, o vinho. Dessa forma, as castanhas verdes ou maduras, ao passar pelo fogo faziam parte de suas refeições e as amêndoas eram piladas e servidas como farinha, bem como se extraía do pedúnculo o suco para o preparo de vinho, sendo este um dos momentos mais esperados nas aldeias, onde os cajus eram espremidos à mão ou em prensas, obtendo-se um caldo que era fervido e posteriormente fermentado, tornando-se dessa forma a bebida mais gostosa das tribos, de sabor forte e inebriante, denominado cayú. Entretanto, o cajueiro servia-lhes além de alimentos e bebidas, uma vez que era empregado como terapêutico; as castanhas datavam suas idades e da madeira e folhas proviam suas construções (MOTA, 2011; FEITOSA, 1971, apud LEITE, 1994).

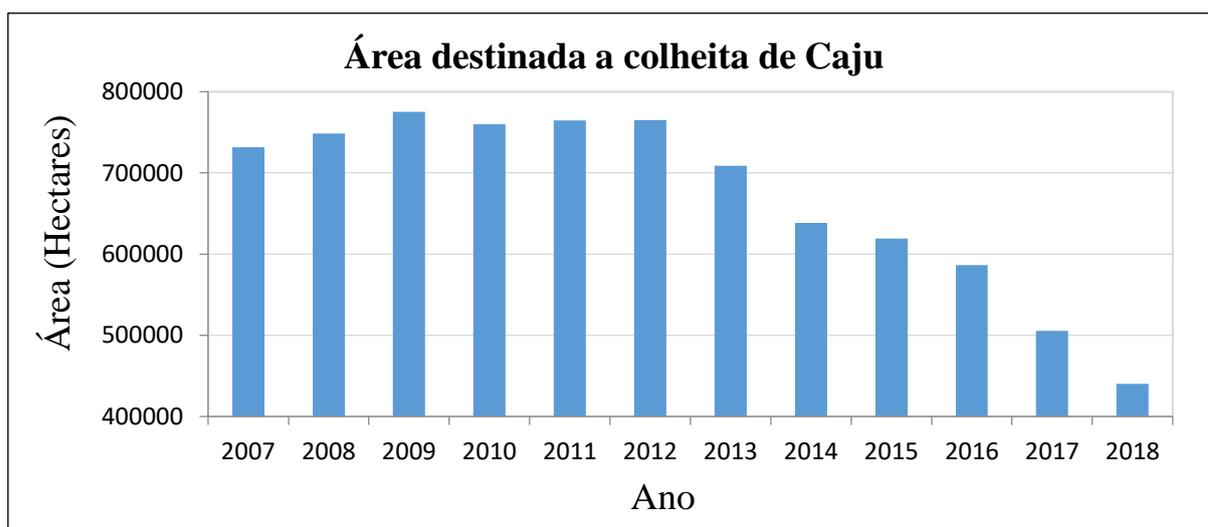
Por outro lado, durante a colonização do Brasil, o cajueiro se destacou dentre as demais plantas frutíferas, sendo o pedúnculo assemelhado a um ovo de pato, enquanto a castanha era representada por um rim de cabrito. Além disso, impressionou os primeiros botânicos que aqui pisaram, não resistindo ao seu aroma e as sombras de suas árvores, bem como dos derivados de seu processamento pelos indígenas. Contudo, mediante colonização os nativos perderam progressivamente o domínio sobre as zonas dos cajueirais, que passaram a ser explorados, cultivados e exportados pelos portugueses, disseminando-se dessa forma o caju pelo continente africano e asiático (MOTA, 2011; ALEXANDRE, 2013; FEITOSA, 1971, apud LEITE, 1994).

Atualmente, a área ocupada por cajueiros no mundo, está coordenada entre as latitudes 27° Norte até 28° Sul, correspondente ao sul da Flórida e África do Sul, respectivamente. Mas por ser uma fruteira tipicamente de clima tropical, seu desenvolvimento e produção são favorecidas em regiões de baixas latitudes, possuindo concentrações de cajueiros explorados economicamente entre as latitudes 15° Norte e 15° Sul (ARAÚJO, 2015). Dessa forma, é perceptível que o cajueiro encontra-se vegetando em inúmeros países, estando adaptado em

muitos deles. No Brasil, segundo dados da Pesquisa Agrícola Municipal – PAM (IBGE, 2019), em 2018 o cajueiro ocupava uma área de 440,1 mil hectares, deste total 99,5% localiza-se no Nordeste. Dessa região, destacam-se produtores do estado do Ceará, com 272,8 mil hectares, equivalente a 62,0% de área plantada nacionalmente, e 62,2% da área nordestina.

Apesar dessa ampla difusão, conforme chama atenção Brainer e Vidal (2018) isso não significa que o cajueiro esteja sendo explorado economicamente em uma escala constante, uma vez que até o ano de 2012 a área plantada com cajueiro se manteve relativamente constante. Contudo, a partir deste mesmo ano a área destinada à colheita começou a diminuir drasticamente, como mostrado na Figura 1, em função da seca, ocorrência de pragas e doenças, como por exemplo, a mosca branca, antracnose e oídio, ocasionando significativamente a mortalidade de inúmeros cajueiros.

Figura 1- Área total destinada à colheita de caju no Brasil de 2007 a 2018.



Fonte: IBGE (2019).

Apesar disso, no estado do Ceará, que atualmente é o maior produtor de caju do país, a redução da área total ocupada por cajueiros que é perdida vem sendo repostada com o plantio de cajueiro-anão-precoce. Isso se deve ao fato de que este começa a florescer dos seis aos dezoito meses, podendo ocorrer ainda antes do tempo previsto; enquanto que o cajueiro do tipo comum só começa a florescer dos três aos cinco anos, possuindo uma produção estabilizada após os oito anos. Em termos de características, o cajueiro-comum tem maior porte e período de safra curto, enquanto que o cajueiro-anão-precoce possibilita maior aproveitamento do pedúnculo e da castanha, por possuir baixo porte e fácil colheita (ARAÚJO, 2015; BRAINER e VIDAL, 2018).

O processo de cultivo do cajueiro, em geral, se dá em solos profundos de textura média (barrentos) ou areno-argilosos, estes devem ser férteis e possuir pH (potencial Hidrogeniônico) em torno de 6,5, sendo recomendado a realização de análises laboratoriais para possíveis correções. No que se refere às pluviosidades (chuvas) recomendadas são as que variam entre 800 mm e 1.500 mm anuais, distribuídas entre cinco e sete meses, compreendidas entre agosto e fevereiro, equivalente ao revestimento de folhas (julho e agosto), florescimento (setembro a novembro) e frutificação (dezembro a fevereiro). Todavia, em regiões que possuem precipitações superiores a 2.000 mm por ano, recomenda-se que os solos sejam drenados para que haja uma boa colheita, uma vez que a cultura não suporta encharcamento. Sendo assim, em regiões que possuem chuvas constantes, a produção é largamente prejudicada devido ao alto nível de umidade relativa do ar, o que favorece a incidência de doenças fúngicas, como antracnose, o oídio e o mofo-preto. Além disso, o cajueiro apresenta certa tolerância à seca, mediante condições de solos profundos e com boa retenção de umidade, possuindo aspectos negativos durando o florescimento e frutificação quando cultivado em regiões de solos rasos e arenosos (MOTA, 2011; ARAÚJO, 2015; SÁ, PAIVA e MARINHO, 2000).

Portanto, havendo condições para a floração, entre sessenta e setenta dias, deve-se começar a colheita do caju. Essa pode ser realizada de duas maneiras: a primeira tem-se foco na colheita da castanha para beneficiamento, a qual é retirada dos caju que caem sobre o chão, recolhidos duas vezes por semana; a segunda tem-se foco no pedúnculo para processamento industrial ou consumo in natura, neste caso recomenda-se que a colheita seja realizada pelo período da manhã, manualmente. É importante que o pedúnculo não seja colhido “de vez”, dado que não se trata de um fruto climatérico, isto é, que amadurece fora do pé. Posteriormente, após lavagem devem-se seguir dois caminhos distintos: o primeiro refere-se ao consumo in natura; o segundo refere-se ao descastanhamento, no qual o pedúnculo será submetido a processos industriais, neste caso a castanha pode ser separada do pedúnculo manualmente ou por estrangulamento com fio de nylon. Em seguida, devem ser armazenados em caixas de plástico com aberturas laterais e no fundo, sendo forradas com plástico espuma. Ao final, devem ser transportados em veículos com cobertura que permita ventilação (ARAÚJO, 2015; PAIVA, GARRUTI e SILVA NETO, 2000).

No processo de industrialização, tanto o pedúnculo quanto a castanha do caju possuem destaques nacional e internacional, sendo o Brasil o quinto maior exportador de castanhas e amêndoas do mundo. O pedúnculo possui um amplo aproveitamento industrial de sua fração líquida e sólida, possuindo como derivados, por exemplo, doces, compotas, produtos desidratados, uma variedade de sucos e refrigerantes; a obtenção destes produtos se dá de forma

artesanal e industrial, mas com processos tecnológicos ainda em desenvolvimento. Quanto à castanha, esta é composta por casca, película e amêndoa, sendo esta última, parte da refeição humana, podendo ser consumida de diversas formas, além de se obter desta um óleo vegetal nutritivo muito utilizado no consumo de saladas; a película durante o processo de industrialização é descartada, e da casca é extraído o LCC que surgiu como atividade econômica desde a Segunda Guerra Mundial, atendendo demanda dos Estados Unidos para fabricação tintas, vernizes, pós de fricção, lubrificantes e isolantes elétricos, sendo que atualmente sua aplicação tem se expandido de forma a alcançar a farmácia e a biologia. Porém, outras partes da planta como os restolhos dos galhos podados, as cascas das árvores e as folhas, também possuem valor industrial uma vez que são fontes de tanino e goma, sendo assim amplamente aproveitados na indústria química e na geração de energia (queima) (ARAÚJO, 2015; PESSOA e LEITE, 2013; SOUSA FILHO *et al.*, 2013, apud QUIRINO, 2019; BRAINER e VIDAL, 2018; PAIVA, GARRUTI e SILVA NETO, 2000; SERRANO e PESSOA, 2016).

PERFIL FITOQUÍMICO DAS FOLHAS DO CAJUEIRO

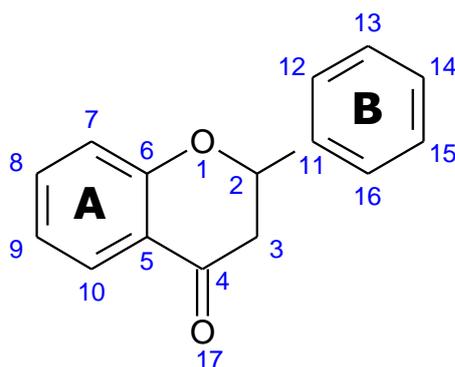
Os componentes químicos presentes nas folhas do cajueiro permitem a ampliação de estudos mais detalhados voltados para utilização e aplicação de seus derivados, assim sendo favoráveis para a indústria farmacêutica, química e biológica. Sabe-se ainda que a composição química do solo é fundamental para a germinação da planta e conseqüentemente para o crescimento das folhas. Calzavara (1971) defende que caso não seja cultivado em solo apropriado, um ou mais nutrientes essenciais à vida da planta podem se apresentar em níveis baixos, afetando o crescimento e a produção.

Dessa forma, Haag *et al.*, (1975) buscando identificar os sintomas de carência em N, P, K, Ca, Mg e S no solo, através da análise química das folhas, comprovou que tais nutrientes são essenciais para o desenvolvimento eficaz do cajueiro e de suas folhas. Assim, a composição química do solo pode influenciar diretamente a composição química da folha no que diz respeito aos seus aspectos quantitativos e qualitativos.

Sob outra perspectiva o *Anacardium Occidentale* é uma rica fonte de compostos fenólicos, seus frutos possuem uma grande quantidade de lipídios fenólicos e suas folhas possuem dois grupos químicos principais que pertencem aos polifenóis: flavonoides e taninos. Os flavonoides são pigmentos encontrados frequentemente na natureza e que conferem a cor amarelada a alguns vegetais, os mesmos apresentam espectro de absorção típico no ultravioleta, um máximo de absorção ocorrendo entre 240-285 nm (banda II) referente ao anel A e outro no

intervalo 300-550 nm (banda I) do anel B, a Figura 2 mostra a estrutura química básica dos flavonoides. Atualmente são descritos mais de 8.000 flavonoides, pertencentes a uma ampla classe de substâncias químicas de origem vegetal, sendo as principais os flavonois, flavonas, flavanonas, flavanas, isoflavonoides e antocianinas (BOBBIO; BOBBIO, 2003; MONTEIRO, 2016; PETERSON *et al.*, 1998).

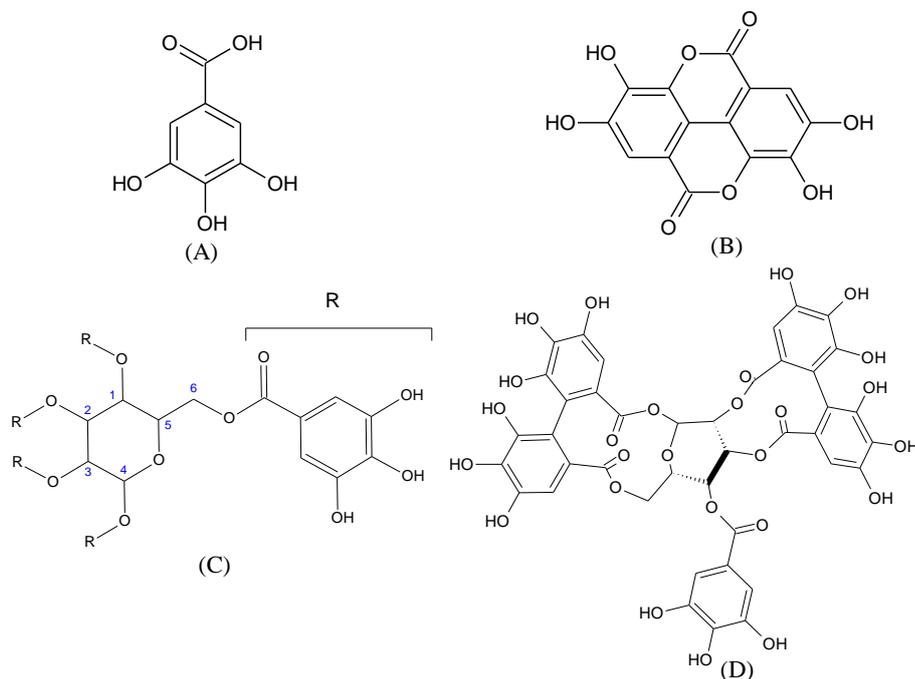
Figura 2: Estrutura básica dos flavonoides.



Fonte: Adaptado de Dornas *et al.*, 2007.

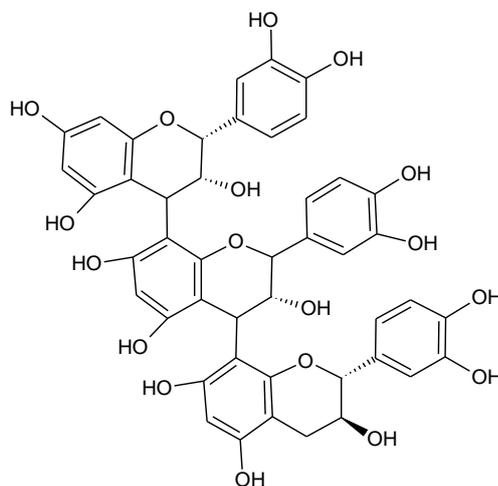
Quanto aos taninos, em contato com a pele, esses dão sensação de adstringência ou “aperto”. São gerados mediante metabolismo do ácido chiquímico, dividindo-se em dois grupos diferenciados por suas estruturas químicas, taninos hidrolisáveis e condensados também denominados de proantocianidinas, por fornecer pigmentos avermelhados da classe das antocianidinas na presença de ácido mineral diluído a quente. O primeiro grupo caracteriza-se pela presença de um poliol central, geralmente uma β -D-glicose, sendo suas hidroxilas esterificadas com ácido gálico (galotaninos) ou ácido elágico (elagitaninos), a estrutura química dessa classe pode ser vista na Figura 3. O segundo grupo são oligômeros e polímeros de unidades de flavan-3-ol, representada pela catequina ou epicatequina ou por unidades de flavan-3,4-diol, que são as leucoantocianidinas, a estrutura química dessa classe está representada na Figura 4 (BOBBIO; BOBBIO, 2003; MONTEIRO, 2016; SCHOFIELD; MBUGUA; PELL, 2001; BATTESTIN; MATSUDA; MACEDO, 2004; JANOVIK *et al.*, 2009; SANTOS; MELLO, 2010; ARAPITSAS, 2012; SARTORI, 2012).

Figura 3: Estrutura dos taninos hidrolisáveis. (A) ácido gálico, (B) ácido elágico, (C) galotanino, (D) elagitanino.



Fonte: Adaptado de Souza, Silva e Vilegas, 2011; Pinto, 2008; Longhini, 2006.

Figura 4: Estrutura química de um tanino condensado.



Fonte: Adaptado de Mangrich *et al.*, 2014.

Os taninos hidrolisáveis apresentam em suas estruturas químicas ligações éster-carboxila e podem produzir carboidratos e ácidos fenólicos por intermédio da hidrólise em meio ácido ou básico. O exemplo desse grupo é o subgrupo galotaninos, limitado no reino vegetal, ocorrendo nas seguintes famílias: Leguminosae, Fabaceae, Combretaceae, Myrtaceae e, inclusive, Anacardiaceae (BATTESTIN; MATSUDA; MACEDO, 2004; ARAPITSAS, 2012).

Quanto aos taninos condensados, sua ocorrência é mais perceptível em angiospermas e gimnospermas, principalmente em plantas lenhosas, podendo atingir de duas a quarenta unidades de flavonoides com ligações C4-C6 ou C4-C8 possuindo estruturas complexas e resistentes à hidrólise (SANTOS; MELLO, 2010).

Além disso, esses e diversos componentes químicos são identificados e analisados tanto nas folhas quanto em seus extratos. Como Baptiste (2018) que ao realizar uma prospecção fitoquímica de extratos das folhas do *Anacardium occidentale* identificou compostos fenólicos como flavonoides, taninos, triterpenos, saponinas, alcaloides, cumarinas, antroquinonas e óleos essenciais, não sendo identificada a presença de ácidos anacárdicos. Resultados semelhantes foram obtidos por Aguilar *et al.*, (2012) que a partir do extrato etanólico (70%) constatou a presença de taninos, flavonoides, triterpenos, cumarinas e saponinas. Bem como Monteiro (2016) inferiu a presença de polifenóis, do tipo taninos condensados, taninos hidrolisáveis e flavonoides ao realizar uma prospecção fitoquímica dos extratos metanólicos por meio de técnicas cromatográficas.

Estas técnicas permitem a detecção e análise dos constituintes químicos de diversas drogas vegetais. Sendo a cromatografia em camada delgada uma técnica simples e rápida de caráter qualitativo que proporciona uma caracterização prévia da amostra em análise, já as técnicas cromatográficas hífenadas como cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) acoplada a detectores espectrofotométricos de UV-Visível (DAD) predizem o grupo químico (NICOLETTI, 2011; SOUZA-MOREIRA *et al.*, 2010).

Sabe-se ainda, como destacado por Cechinel Filho; Yunes (1998) que os rendimentos dos extratos utilizados em tais análises são influenciados diretamente pelo solvente utilizado em sua extração. Solventes polares resultam em maiores teores de fitoconstituintes como flavonoides, taninos e saponinas, responsáveis pela inibição da atividade antimicrobiana, além de ácidos triterpênicos, carboidratos e compostos fenólicos. Já solventes menos polares como o hexano, resultam em maiores teores de esteroides e terpenos. Há ainda outros fatores que podem influenciar não no rendimento dos extratos, mas sim nas características químicas destes e conseqüentemente nos compostos ativos das plantas, sendo alguns desses fatores, como apontado por Gobbo e Lopes (2007), sazonalidade, ritmo circadiano, idade ou estágio de desenvolvimento, temperatura, disponibilidade de água, radiação UV, estímulo mecânico e ataque de patógenos. Havendo uma correlação entre a intensidade de radiação solar e produção de flavonoides, taninos e antocianinas. As variações sazonais podem alterar diversas classes de metabólitos secundários, como os óleos essenciais, ácidos fenólicos, flavonóides, saponinas, alcalóides, taninos, entre outros.

PRINCIPAIS ESTUDOS E APLICAÇÕES DAS FOLHAS DO CAJUEIRO

Devido à presença de vários compostos fenólicos, é possível constatar a função benéfica das folhas do cajueiro e de seus extratos na medicina tradicional, tais como ação antioxidante, tratamento de problemas intestinais, doenças respiratórias, diabetes, hemorragia, hipertensão, antiescorbútico, debilidade muscular, desordem urinária, diminuição de doenças cardiovasculares, ação anticarcinogênica, anti-inflamatória, antiviral, entre outros. São incontáveis as aplicabilidades e eficiências das várias partes da planta, principalmente no tratamento de enfermidades (BOBBIO; BOBBIO, 2003; RAMOS, COTTA e FILHO FONSECA, 2016).

Nesse contexto, ao tratar-se de produtos naturais, sabe-se que a utilização das partes que compõem o *Anacardium occidentale* foram descritas inicialmente por Fernando Cardim em 1584, indicando a utilização das cascas no processo tintorial fazendo referência ao tanino presente. Atualmente, os estudos revelam que a eficácia na aplicabilidade de drogas vegetais está amplamente associada à presença de tanino, que por sua vez está relacionada com suas propriedades adstringentes e antibióticas. Possuindo ação interna e externa, os taninos na via interna humana exercem efeito antidiarreico e antisséptico, na via externa impedem a passagem de líquidos nas camadas mais expostas da pele e mucosas, dessa forma protegendo as camadas mais implícitas da pele (AKINPELU, 2001; MONTEIRO *et al.*, 2005; PANSERA *et al.*, 2003; SANTOS e MELLO, 2010; LIMA, 1988; VERZA *et al.*, 2007; HEMSHEKHAR *et al.*, 2011).

Ainda de acordo com os autores supracitados, quando utilizado na precipitação de proteínas, os taninos propiciam efeito antimicrobiano e antifúngico, e como precipitam alcaloides, sendo estes hemostáticos, também servem de antídoto para intoxicações. Em processos epiteliais lesionados, como feridas, queimaduras e inflamações os taninos auxiliam na formação de um complexo tanino-proteína e/ou polissacarídeo que age como curativo, isso adequado à propriedade dos taninos precipitarem proteínas das células da mucosa e do tecido. Dessa forma os taninos vêm ganhando destaque de estudo no que diz respeito ao controle de qualidade de matéria-prima vegetal, sendo necessária a padronização e validação de métodos analíticos para a quantificação desses compostos. Entretanto, no que diz respeito à espécie em estudo não apenas as suas folhas são destaques na medicina popular, o ácido anacárdico, composto fenólico presente na casca da castanha é relacionado ao tratamento de câncer, parasita, obesidade e no combate a proliferação de microorganismos

Em relação ao efeito antimicrobiano das folhas e seus extratos, Pereira *et al.*, (2015) determinaram concentrações mínimas para inibição de *Staphylococcus aureus* ao isolarem e aplicarem substâncias tânicas do caule do *Anacardium occidentale*. Além disso, Forsythe (2013) destaca que para as cepas de *Staphylococcus aureus* e *Acinetobacter baumannii* a ação microbicida dos extratos é mais eficiente na cepa de *Staphylococcus aureus* por ser uma bactéria Gram-positiva que possui parede celular simples, o que justifica a melhor ação quando comparada a cepas Gram-negativas que possuem dupla camada celular que atua como uma barreira, limitando a permeabilidade de metabólitos antimicrobianos.

Por outro ponto de vista, Santos e Mello (2010) relacionam três hipóteses ao assegurarem a atividade antifúngica e antibacteriana de plantas taníferas, onde na primeira explica-se que é possível devido à inibição enzimática de fungos e bactérias; a segunda pressupõe a alteração do metabolismo dos microrganismos por meio da ação dos taninos em suas membranas; a terceira hipótese refere-se à complexação dos taninos com os íons metálicos, sendo estes necessários para o metabolismo microbiano.

A concentração de taninos presentes nas partes da planta também está associada à atividade antimicrobiana, Santos (2011) objetivando verificar a composição e avaliar atividades antioxidante e antimicrobiana dos extratos etanólicos das folhas e cascas do caule do cajueiro, comprovou que as bactérias Gram-positivas *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus* foram mais sensíveis aos extratos das cascas do caule e das folhas. Já as bactérias Gram-negativas *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli*, demonstraram maior resistências frente às concentrações dos extratos das cascas e folhas. Entretanto, em diversas concentrações, os extratos das cascas do caule apresentaram maior halo de inibição em relação às folhas. Isso se deve ao fato de que a atividade antibacteriana positiva do extrato das cascas do caule possivelmente possui maior concentração de taninos e alcaloides em comparação aos extratos das folhas. Com base nos resultados encontrados o autor confirmou o potencial terapêutico do cajueiro o qual apresenta um amplo potencial fitoquímico, concluindo a eficácia dos extratos analisados frente à atividade antibacteriana bem como indicando como positivo o valor biológico da espécie de baixo custo e fácil acesso.

Por outro lado, mesmo que as atividades antimicrobianas sejam associadas especialmente aos taninos, os flavonoides também apresentam características medicinais diante diversas patologias e também favorece o funcionamento do organismo de forma geral, como na digestão dos alimentos, ativando a capacidade antioxidante e atuando como anti-inflamatório à medida que modifica a síntese de eicosanoides, possuem ainda tratamento positivo de doenças

cardiovasculares mediante suas propriedades anti-hipertensivas (AGUILAR *et al.*, 2012; XU *et al.*, 2011; ARAÚJO, 2008).

Levando em consideração todos os aspectos mencionados, destaca-se a presença do *Anacardium occidentale* na lista de plantas de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde. Além disso, as tribos indígenas brasileiras utilizam suas cascas e folhas no tratamento de diarreia, e fora do Brasil há ainda outros países que fazem uso dessa planta abundantemente rica em compostos fenólicos, países como a África usufruem de sua beneficência na medicina popular. Entretanto, é preciso atentar-se ao potencial de umidade residual da droga vegetal, que possui valor permitido de 8 a 14%. Uma vez excedido essa porcentagem há a proliferação de microrganismos, reações de hidrólise e atividade enzimática, alterando dessa forma o seu princípio ativo (MARMITT *et al.*, 2010; COUTO *et al.*, 2009; FARIAS, 2010; TAYLOR, 2005; BRASIL, 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, é possível confirmar que a origem do cajueiro se deu em terras brasileiras e ainda hoje devido a sua alta adaptação ao solo e clima é bastante cultivado e distribuído nacionalmente e internacionalmente. Assim, dentre as regiões brasileiras o nordeste se destaca, sendo o estado do Ceará um dos maiores produtores de cajueiro, com área equivalente a 272,8 mil hectares. Entretanto, nos últimos sete anos a produção do cajueiro vem diminuindo drasticamente, destacando-se as pragas como principais responsáveis por essa circunstância. Entretanto, outros fatores diretamente relacionados à germinação e a frutificação do caju, podem-se citar as condições de solo e clima.

Quanto à comercialização do cajueiro é visto que os maiores índices de exportação e importação estão centrados no seu fruto e pseudofruto, sendo inicialmente distribuídos para processamento industrial e posteriormente para fazer parte da refeição humana, da farmacologia, biologia e medicina. Entretanto, durante o processo de cultivo e colheita tanto a casca como a folha do cajueiro são tratadas como resíduos e conseqüentemente descartados.

Isso, de certa forma, representa um grande desperdício de matéria prima que podem ser aproveitadas em outras áreas da indústria, visto que, conforme esta pesquisa constatou-se que a folha do *Anacardium Occidentale* é rica em compostos fenólicos, como por exemplo, flavonoides, taninos, triterpenos, saponinas, alcaloides, cumarinas, antroquinonas e óleos essenciais. Dessa forma, a folha possui um grande potencial bioativo que pode ser aproveitado principalmente pela indústria da medicina e da farmacologia.

Por outro lado, é preciso que pesquisas voltadas para produtos naturais, principalmente da região nordeste, deem mais visibilidade a vegetação adaptada ao seu clima, como é o caso do cajueiro. Isso se faz importante, uma vez que alguns estudos vêm analisando o perfil fitoquímico da folha do cajueiro seguido de aplicação e comprovação benéfica da ação dos seus compostos frente à patologia e microrganismo, por exemplo. Contudo, estes estudos são escassos e ainda não possuem ampla divulgação.

REFERÊNCIAS

AGRA, M. F. *et al.* Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 18, n. 3, p. 472-508, 2008.

AGUILAR, C. *et al.* Metabolitos secundarios y actividad antibacteriana *in vitro* de extractos de hojas de *Anacardium occidentale* L. (marañón). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 17, n. 4, p. 320-329, 2012.

AGUILAR, C., *et al.* Metabolitos secundarios y actividad antibacteriana *in vitro* de extractos de hojas de *Anacardium occidentale* L. (marañón). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 17, n. 4, p. 320-329, 2012.

AKINPELU, D. A. Short report Antimicrobial activity of *Anacardium occidentale* bark. **Fitoterapia**, v. 72, p. 286-287, 2001.

ALEXANDRE, F. O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.): de simbolo da cultura nordestina a arvore testemunha da mundialização da economia e dos modos de vida. **Revista do Instituto Arqueológico, Histórico e Geográfico Pernambucano**, 2013.

ARAPITSAS, P. Hydrolyzable tannin analysis in food. **Food Chemistry**, v. 135, n. 3, p. 1708- 1717, 2012.

ARAÚJO, J. P. P. **CAJU: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2ª ed. Brasília - DF: Embrapa Agroindústria Tropical - Embrapa Informação Tecnológica, 2015.

ARAÚJO, T. A. S. **Taninos e flavonoides em plantas medicinais da caatinga: um estudo de etnobotânica quantitativa**. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

BAPTISTA, A. B. **Extrato de folhas de caju (*Anacardium occidentale* L.) e de cajú (*Anacardium microcarpum* D.): prospecção fitoquímica, atividade antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória, *in vitro* e *in vivo***. 2018. 100 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência da Nutrição, Programa de Pós-graduação em Ciência da Nutrição, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

BATTESTIN, V.; MATSUDA, L. K.; MACEDO, G. A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 15, n. 1, p. 63-72, 2004.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Introdução à Química de Alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2003.

BRAINER, M. S. C. P; VIDAL, M. F. Cajucultura nordestina em recuperação. **Caderno Setorial Etene**, Fortaleza, n. 54, p. 1-13, 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Instrução Normativa Nº 4, de 18 de junho de 2014**. Determina a publicação do Guia de orientação para registro de Medicamento Fitoterápico e registro e notificação de Produto Tradicional Fitoterápico. Brasília, 2014.

CAMARGO, A. L. B. **Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios**. Campinas: Papirus, 2003. p. 160.

CECHINEL FILHO, V.; YUNES, R. A.. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais: conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química Nova**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 99-105, 1998.

CORRÊA, R. O. **Como é o caso das várias partes da árvore de *Anacardium occidentale* L. (cajuzeiro) que pode ser utilizadas para diversos fins devido a sua ação antineoplásica, antifúngica e antibacteriana**. 2017. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde, Núcleo de Pesquisa e Inovação em Ciência da Saúde, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

COUTO, R. O. *et al.* Caracterização físico-química do pó das folhas de *Eugenia dysenterica* de. (Myrtaceae). **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 196, p. 177-91, 2009.

CRISAN, I. *et al.* Natural propolis extract NIVCRISOL in the treatment of acute and chronic rhinopharyngitis in children. **Rom J Virol**, Bucarest, v. 46, n. 3-4, p.115-33, 1995.

DORNAS, W.C.; OLIVEIRA, T.T.; RODRIGUES-DAS-DORES, R.G.; SANTOS, A.F.; NAGEM, T.J. Flavonóides: potencial terapêutico no estresse oxidativo. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 28, n. 3, p. 241-249, 2007.

EDGINTON, L. V., KHEW, K. L., BARRON, G. L. Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. **Phytopathology**, v. 62, n. 7, 42-44, 1971.

FAO. **Statistic Division**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014.

FARIAS, M. R. Avaliação da qualidade de matérias-primas vegetais. Em: SIMÕES, C. M. O., *et al.* (Orgs.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: EDUFSC, 2010. p. 263-288.

FERREIRA, A. L. **Atividade Antiulcerogênica da espécie *Anacardium humile* St. Hil. (*Anacardiaceae*)**. 2005. A42f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Farmacologia, Programa de Pós-Graduação em Farmacologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

FRANCIS, F. J. **Analysis of anthocyanins in foods**. In: MARKAKIS P. **Anthocyanins as Food Colors**. New York: Academic Press, p. 181-207. 1982.

GARCIA, A. F. **Análises filogenéticas no Gênero Anacardium**. 2009. 72f. Tese (Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas Medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2. P. 374-381, 2007.

HAAG, H.P. *et al* . Nutrição mineral do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.): I - deficiência dos macronutrientes - nota prévia. **An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 32, p. 185-190, 1975.

HEMSHEKHAR, M. *et al*. Emerging roles of anacardic acid and Its derivatives: a pharmacological overview. **Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology**, v. 110, n. 2, p. 122-132, 2011.

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene – fortified orange juice. **Journal of Food Science**, v. 27, n. 1, p. 42-49, 1962.

HOSTETTAMANN, K; QUEIROZ, E.F; VIEIRA, P.C. A importância das plantas medicinais. In: **Princípios ativos de plantas superiores**. São Carlos: EdUFScar, 2003. 152p.: il. Cap.1, p. 9-42, cap. 2, p. 43-58.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Agrícola Municipal**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=766>. Acesso em: 16 nov. 2019.

JANOVIK, V., *et al*. Doseamento de polifenóis, flavonóides e taninos no extrato bruto e frações de *Cariniana domestica* (Mart.) Miers. **Revista Saúde Santa Maria**, v. 35, n. 2, p. 25-28, 2009.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M.A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LEITE, L. A. **A agroindústria do caju no Brasil: Políticas públicas e transformações econômicas**. 189f. Tese (Doutorado) – Curso em Economia, Universidade Estadual de Campinas, 1994.

LIMA, V. P. M. S. **A Cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil**. Banco do Nordeste do Brasil. Escritório técnico de estudos econômicos do Brasil. Fortaleza, v.1, 486 p,1988.

LONGHINI, R. **Avaliação de interações do ácido gálico frente a adjuvante empregados em formas farmacêuticas sólidas**. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MANGRICH, A. S. *et al.* Green Chemistry in Water Treatment: use of coagulant derived from acacia mearnsii tannin extracts: use of Coagulant Derived from Acacia mearnsii Tannin Extracts. **Revista Virtual de Química**, [s.l.], v. 6, n. 1, p. 2-15, 2014.

MARMITT, D. J. *et al.* Plantas Mediciniais da RENISUS Com Potencial Anti-inflamatório: revisão sistemática em três bases de dados científicas: Revisão Sistemática Em Três Bases de Dados Científicas. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 129-144, abr. 2015. Fiocruz - Instituto de Tecnologia em Farmacos.

MAZZETO, S. E; LOMONACO, D. MELE, G. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**. 2009, vol. 32, n. 3, pp. 732-741.

MONTEIRO, J. M. *et al.* Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Quím. Nova**, v. 28, n. 5, 2005.

MONTEIRO, R. P. M. **Desenvolvimento de perfis cromatográficos típicos e quantificação de polifenóis das folhas e cascas de Anacardium occidentale**. 2016. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

MOREIRA, B.O. **Estudo fitoquímico e avaliação da atividade antioxidante dos extratos hexânico e diclorometânico das folhas de *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Anacardiaceae)**, 2009. 119f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Química Orgânica, Programa de Pós-Graduação em Química da UFBA, Salvador, 2009.

MOTA, M. **O cajueiro nordestino**. 4. ed. Recife: Cepe, 2011.

NEGREIROS, R. J. Z. **Controle da antracnose na pós-colheita de bananas ‘nanição’ e ‘prata’ com produtos alternativos aos agrotóxicos convencionais**. 68f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

NICOLETTI, M. HPTLC fingerprint: a modern approach for the analytical determination of Botanicals. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 21, n. 5, p. 818-823, 2011.

OIRAM FILHO, F. **Isolamento em escala preparativa de ácidos anacárdicos provenientes do líquido da casca da castanha do caju (LCC)**. 2017. 65f. Dissertação (mestrado) – Curso de Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará/Fortaleza, 2017.

PAIVA, F. F. de A.; GARRUTI, D. dos S.; SILVA NETO, R.M. da. **Aproveitamento Industrial do caju**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT/SEBRAE/CE, 2000. 88p. (Embrapa-CNPAT. Documentos, 38).

PAIVA, F. F. de A; GARRUTI, D. dos S; SILVA NETO, R.M. da. **Aproveitamento Industrial do caju**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT/SEBRAE/CE, 2000. 88p. (Embrapa-CNPAT. Documentos, 38).

PANSERA, M. R. *et al.* Análise de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no Nordeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 13, n. 1, p. 17-22, 2003.

Pereira, A.V., *et al.* Taninos da casca do Cajueiro: atividade antimicrobiana. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 121-127, 2015.

PESSOA, P. P. F. A de; LEITE, L. A. de S. Desempenho do agronegócio caju brasileiro. In: ARAÚJO, J.P.P. de (Ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. parte 1, cap. 1.

PETERSON, J.D. Flavonoids: Dietary occurrence and biochemical activity. **Nutrition Research**, v. 18, p. 1995-2018, 1998.

PINTO, M. S. **Compostos bioativos de cultivares brasileiras de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.): caracterização e estudo da biodisponibilidade dos derivados de ácido elágico**. 138 f. Tese (Doutorado) - Curso de Bromatologia, Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

QUIRINO, E. C. G. **Obtenção da farinha do pedúnculo de caju e seu emprego na formulação de bolo rico em fibras**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

RAMOS, G. Q; COTTA, E. A; FONSECA FILHO, H. D. Análise morfológica das folhas de *Anacardium occidentale* L. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 1, p. 16-19, 2016.

SÁ, F. T; PAIVA, F. F. A; MARINHO, F. A. **Plantando caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2000. 33p. il. (Projeto Lumiar).

SANTOS, S. C.; MELLO, J. C. P. Taninos. Em: SIMÕES, C. M. O., *et al* (Orgs.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6.ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: EDUFSC, 2010. p. 615-656.

SANTOS, S. C.; MELLO, J. C. P. Taninos. Em: SIMÕES, C. M. O., *et al* (Orgs.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: EDUFSC, 2010. p. 615-656.

SARTORI, C. J. **Avaliações dos teores de compostos fenólicos nas cascas de *Anadenanthera peregrina* (angico vermelho)**. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências e Tecnologia da Madeira, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

SATOS, F. O. **Atividades biológicas de *Anacardium occidentale* (linn)**. 2011. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Sistemas Agrossilvipastoris no Semi-árido, Programa de pós-graduação em sistemas agrosilvo-pastoris do semi-árido, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2011.

SCHOFIELD, P.; MBUGUA, D. M.; PELL, A. N. Analysis of condensed tannins: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 91, n. 1/2, p. 21-40, 2001.

SERRANO, L. A. L.; PESSOA, P. F. A. Aspectos econômicos da cultura do cajueiro. **Sistemas de Produção Embrapa**, Brasília, jul. de 2016. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7705&p_r_p_-996514994_topicoId=10308>. Acesso em: 10 de Maio de 2020.

SILVA, A.E.S.; ALMEIDA, S.S.M.S. Análise fitoquímica das cascas do caule do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.- *Anacardiaceae*). **Estação Científica** (UNIFAP), Macapá, v. 3, n. 2, p81-88, 2013.

SILVA, E. V. **Potencialidades da pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) como aditivo natural**. 2017. 170 f. Tese (Doutorado) – Curso de Química. Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

SIMÕES, C. M. *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento** – Produtos de origem vegetal e o desenvolvimento de medicamentos. 5. ed. Porto Alegre/Florianópolis: UFGRS/UFSC, 2003, p. 291-320.

SOUZA, L. P.; da SILVA, V. C.; VILEGAS, W. Caracterização de constituintes químicos de *Astronium urundeuva* (*Anacardiaceae*) por HPLC-PDA. In: 34a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. 2011. Florianópolis.

SOUZA-MOREIRA, T. M.; SALGADO, H. R. N.; PIETRO, R. C. L. R. O Brasil no contexto de controle de qualidade de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 3, p. 435-440, 2010.

TAYLOR, L. The Healing Power of Rainforest Herbs: A Guide to Understanding and Using Herbal Medicinals. **Square on publishers**, 535 p., 2005.

TORRES, D. E. G. *et al.* Antioxidant activity of macambo (*Theobroma bicolor* L.) extracts. **Eur. J. Lipid Sci. Technol.**, v. 104, p. 278- 281, 2002.

TUROLLA, M. S. R. **Avaliação dos aspectos toxicológicos dos fitoterápicos: um estudo comparativo**. 2004. 145p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Farmacologia, Programa de Pós-Graduação em Farmácia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

VERZA, S. G. *et al.* Avaliação das variáveis analíticas do método de Folin-Ciocalteu para a determinação do teor de taninos totais. **Química Nova**, v. 30, n. 4, p. 815-820, 2007.

WATERHOUSE, A. **Folin-ciocalteu micromethod for total phenol in wine**. 2006. Disponível em: <<http://waterhouse.ucdavis.edu/faqs/folin-ciocalteu-micromethod-for-total-phenol-in-wine>>. Acesso em: fev. 2020.

XU, Y.J., et al. Health benefits of sea buckthorn for the prevention of cardiovascular diseases. **Journal of Functional Foods**, v. 3, p. 2-12, 2011.

YUNES, R. A.; CECHINEL FILHO, V.; **Plantas Medicinais sob a ótica da química medicinal moderna**. In: YUNES, R. A.; CALIXTO, J. B., ed. Argos: Chapecó, 2001.

ESTUDO DAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DO LIGANTE ASFÁLTICO MODIFICADO POR ADIÇÃO DE LIGNINA

Nataliene Silva dos Santos ¹
Rita Flávia Régis Queiroz ²
Jeovanesa Régis Carvalho ³
John Kennedy Guedes Rodrigues ⁴

RESUMO

A degradação dos revestimentos asfálticos pela ação do tráfego e intempéries tem levado ao desenvolvimento de pesquisas na busca de novas tecnologias visando melhorar qualidade e durabilidade dos pavimentos asfálticos. Os polímeros sintéticos são materiais largamente empregados na pavimentação em virtude do melhor desempenho que proporcionam, comprovados através de estudos de laboratório e quando testados em campo. Contudo, o mundo caminha na busca de soluções sustentáveis e portanto, de materiais que proporcionem melhores propriedades ao ligante asfáltico e sejam ambientalmente viáveis, a exemplo de produtos aproveitados de processos industriais. A lignina é um polímero natural produzida em milhões de toneladas ao ano como um subproduto da indústria de papel e celulose, extraída da madeira como um licor negro. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar as propriedades reológicas do ligante asfáltico modificado pela adição da lignina nos teores de 1,0%, 1,5%, 2,0%, 2,5% e 3,0%. Foram realizados Ensaio Reológico Convencionais (Penetração, Ponto de Amolecimento e parâmetro Índice de Susceptibilidade Térmica) e Ensaio Reológico Fundamentais (Viscosidade Rotacional, Grau de Performance – PG e Fluência e Recuperação sob Tensões Múltiplas-MSCR). Os resultados mostraram maior resistência às deformações permanentes, às variações de temperatura e ao envelhecimento proporcionados pela lignina. Embora todos os teores tenham apresentado propriedades superiores ao ligante asfáltico puro, o teor de 3,0% de lignina obteve o melhor desempenho. Portanto, a lignina como agente modificador do ligante asfáltico apresentou um bom desempenho em relação às propriedades reológicas e mostrou-se uma alternativa e ambientalmente viável.

Palavras-chave: Ligante asfáltico, lignina, propriedades reológicas.

INTRODUÇÃO

No Brasil, de forma semelhante a outros países, as rodovias necessitam de constantes avaliações e renovações devido às deteriorações que ocorrem principalmente no pavimento asfáltico. Essas deteriorações possuem origem em defeitos de projeto, má execução durante o processo construtivo, utilização de materiais de baixa qualidade para atender às solicitações

¹ Mestre pelo Curso de **Engenharia Civil e Ambiental** da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, natalienesslim@hotmail.com;

² Mestranda do Curso de **Engenharia Civil e Ambiental** da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, flaviarq18@gmail.com;

³ Doutoranda do Curso de **Engenharia Civil e Ambiental** da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, jeovanesaregis@gmail.com;

⁴ Doutor pelo Curso de **Engenharia de Transportes** da Universidade de São Paulo - USP, profkennedy@hotmail.com.

do projeto e as condições climáticas (CRAVO, 2016). Para otimizar as propriedades a modificação das misturas asfálticas com polímeros tem sido amplamente realizada. Além disso os aditivos proporcionam economia, pois melhoram o desempenho do pavimento asfáltico e levando ao aumento da sua vida útil.

Em conjunto com a busca por modificadores que elevem o desempenho do pavimento asfáltico existe a preocupação com a sustentabilidade, com isso há uma tendência na busca de tecnologias que utilizem modificadores naturais como óleos vegetais de mamona, algodão, soja, milho e moringa (SOUZA et al. 2012, SILVEIRA et al., 2014; CAVALCANTE, 2016; CARVALHO, 2018), e do oriundos do reaproveitamento processos industriais como é o caso de estudos pioneiros à partir da adição de lignina.

A lignina é obtida em larga escala como um subproduto da indústria do papel e celulose (SANTOS, 2008) e só é menos abundante nas plantas do que a celulose. Apesar de não possuir estrutura inteiramente conhecida, apresenta-se como um constituinte da madeira cuja presença é fundamental para a rigidez das células e tecidos (CABANÉ et al., 2004; TAIZ e ZEIGER, 2009). De acordo com Longue Júnior & Colodette (2013) esse setor industrial não está mais produzindo apenas papel e celulose, mas fazendo um melhor aproveitamento das matérias-primas, dentre as quais está a lignina que é recuperada durante o processo de fabricação. A mesma pode ser aproveitada como fonte de energia através da queima que ocorre na própria indústria, sendo esta sua destinação final principal, contudo ainda existe um grande excedente desse material que é apenas descartado (OLIVEIRA, 2015). Para evitar o descarte inadequado no ambiente estão sendo investigadas alternativas para seu emprego, gerando ainda renda extra aos fabricantes de papel.

As moléculas de lignina possuem uma estrutura molecular formada por monômeros que não se repetem regularmente e unidas por diversas ligações químicas (CORRERIA, 2011). Devido à falta de regularidade na repetição dos monômeros, as ligninas apresentam-se diferentes dependendo da sua posição, da espécie e idade da planta. Ela é um composto aromático complexo, com estrutura macromolecular semelhante aos componentes do CAP (BOTARO et al., 2006). Essa semelhança também é observada entre o asfalto e os polímeros, e esse fator é essencial para a compatibilidade entre os dois materiais e assim obter um desempenho superior do asfalto, podendo trazer melhorias a suas propriedades reológicas.

A reologia é o estudo do fluxo e deformação dos materiais em termos de elasticidade e viscosidade. O comportamento reológico do ligante asfáltico está associado a diversos fatores, como grandes variações de temperatura, carregamentos do tráfego, estar sujeito a diferentes frequências de carregamento, o envelhecimento que leva a modificações na sua estrutura

química, dentre outros (SOBREIRO, 2014). O estudo da reologia para os pavimentos asfálticos tem por finalidade encontrar relacionar deformação, tensão, tempo de aplicação de carga e temperatura (BRINGEL, 2007). O estudo dessas propriedades é indispensável para compreender o comportamento do ligante quando submetido às tensões do tráfego e variações de temperatura.

Portanto, o objetivo dessa pesquisa é avaliar o comportamento reológico do CAP 50/70 modificado pela adição de lignina. Pretende-se à partir desse estudo reduzir os gastos do ligante modificado com polímeros que apresenta custos elevados, evitar a disposição da lignina como resíduo em locais inapropriados e tornar o ligante modificado mais sustentável, uma vez que o agente modificador é um material renovável.

METODOLOGIA

Materiais

- **Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP):** O CAP utilizado nessa pesquisa foi classificado por penetração como CAP 50/70 e foi doado pela empresa foi doado pela Empresa JBR Engenharia LTDA.
- **Lignina:** foi obtido um licor negro contendo a lignina do Laboratório de celulose papel da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Minas Gerais. O processo para obter a lignina utilizada nesse estudo é descrito à seguir.

Para obtenção da lignina propriamente dita, será descrito a seguir o procedimento de precipitação utilizado a fim de separar do licor negro a fração do material destinado à esta pesquisa.

Métodos

Obtenção da lignina

A lignina obtida estava contida em um licor negro, para extração e utilização na presente pesquisa foram realizadas três etapas:

- correção de pH adicionando ácido clorídrico até o material ser enquadrado em uma classificação próxima de 7;
- filtração à vácuo que foi realizada utilizando filtro de papel em um funil de Büchner acoplado a um Kitassato, e uma mangueira conectada a uma bomba a

vácuo. Dessa forma quando o material passava pela aparelhagem, a diferença de pressão causava a sucção do líquido restando o sólido no filtro;

- secagem em estufa à temperatura de 60°C que foi realizada no material sólido e seco que restou no filtro, em seguida foi destorroado no almofariz e passado na peneira N°7 apresentando por fim consistência em pó.

Todo o procedimento descrito foi realizado no Laboratório de Engenharia Química da UFCG. As etapas anteriormente descritas são apresentadas na Figura 1.

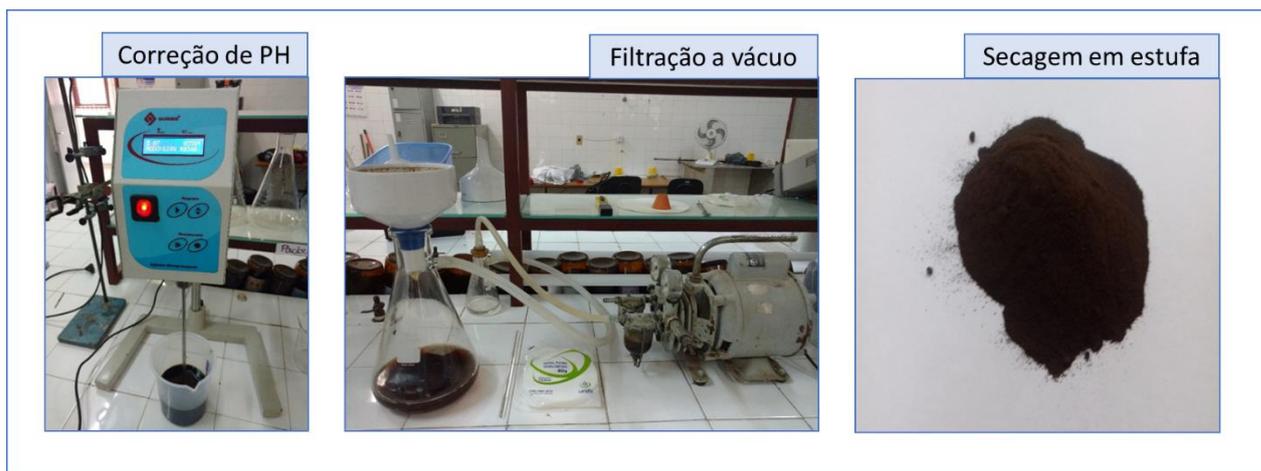


Figura 1: Etapas para obtenção da lignina utilizada na pesquisa

Realização das misturas

As misturas foram realizadas entre o CAP convencional 50/70 e a lignina nos teores em peso de 1,0%; 1,5%; 2,0%; 2,5% e 3,0%. As misturas foram preparadas no misturador mecânico FISATOM modelo 722 com especificações de: 2000 rpm de rotação, durante 30 minutos e a 160°C. O procedimento de mistura é ilustrado na Figura 2.



Figura 2: Procedimento de mistura

Procedimento de envelhecimento a curto prazo (RTFO)

O procedimento RTFO simula o efeito do envelhecimento a curto prazo que ocorre devido à usinagem, transporte, distribuição e compactação da mistura asfáltica no pavimento. O procedimento foi realizado na temperatura $163 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, em que amostras de 35g de ligante asfáltico foram colocadas em frascos de vidro em um sistema giratório de uma estufa. As amostras recebiam injeções de ar a uma vazão de 4000 ± 200 ml/min, e o ensaio teve duração total de 85 minutos. O procedimento é regido pela norma *American Society for Testing and Materials* – ASTM D2572-97(2010), e após a sua conclusão foram realizados ensaios reológicos novamente para verificar o efeito do envelhecimento nos ligantes estudados.

Ensaio reológicos convencionais

Foram realizados ensaios reológicos convencionais com o ligante convencional (CAP 50/70) e os ligantes modificados com adição de lignina, em amostras antes e após o envelhecimento RTFO. As normas que regem os ensaios são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Normas dos ensaios reológicos convencionais

REOLOGIA CONVENCIONAL	
ENSAIO	NORMA
Penetração	DNIT 155/2010
Ponto de amolecimento	DNIT 131/2010

Ensaio reológico especiais

Foram realizados também ensaios reológicos especiais baseados na metodologia SUPERPAVE para as amostras de ligante convencional (CAP 50/70) e ligantes modificados com adição de lignina, em amostras antes e após o envelhecimento à curto prazo RTFO. Esses ensaios são descritos à seguir.

Viscosidade Rotacional

O ensaio de Viscosidade Rotacional é regido pela norma ABNT NBR 15184:2007. A viscosidade é medida através do torque necessário para girar uma haste de prova (spindle) imersa na amostra de amostra de ligante asfáltico. O ensaio é realizado em três temperaturas 135°C, 150°C e 177°C e o equipamento foi o viscosímetro Brookfield, modelo DV-III ULTRA, acoplado a um controlador de temperatura THERMOSEL conforme a Figura 3. Além disso foram utilizados o spindle n°21 para a amostra do CAP convencional e um spindle n° 27 para as amostras de CAP modificadas pela lignina.

Grau de Desempenho – PG

Através do reômetro de cisalhamento dinâmico, de modelo Discovery Hybrid Rheometer - DHR 1 conforme a Figura 3, foram caracterizadas as propriedades viscoelásticas das amostras de ligante asfáltico, onde foram medidos os parâmetros Módulo Complexo (G^*) e Ângulo de Fase (δ) que indicam, respectivamente, rigidez e elasticidade. Então foi determinado o Grau de Desempenho (PG) do ligante regido pela norma ASTM D 6373-16, o PG é obtido pela temperatura na qual o parâmetro $G^*/\text{sen}\delta$ é superior a 1,0 KPa para o ligante antes do envelhecimento e superior a 2,2 KPa depois do envelhecimento RTFO.



Figura 3: Reômetro de cisalhamento dinâmico

Fluência e recuperação sob tensões múltiplas – MSCR

O ensaio é normatizado pela ASTM D7405-15 e foi realizado para as amostras envelhecidas pelo RTFO na máxima temperatura de PG para obter os parâmetros compliança não-recuperável – Jnr e porcentagem de recuperação – R(%). No ensaio são realizados 20 ciclos de 10 segundos, nos níveis de tensão de 100 e 3200 Pa. Em cada ciclo é aplicado o carregamento de fluência de 1 segundo seguido por um período de relaxamento de 9 segundos. O equipamento utilizado foi o reômetro oscilatório Discovery HR-1 hybrid rheometer.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio de Reologia Convencional

Penetração

O ensaio de penetração é um indicativo mede do ligante à temperatura de 25°C e é um indicativo da rigidez do pavimento. Na Figura 4 são apresentados os resultados de penetração das amostras de CAP convencional e modificado, antes e após o envelhecimento RTFO.

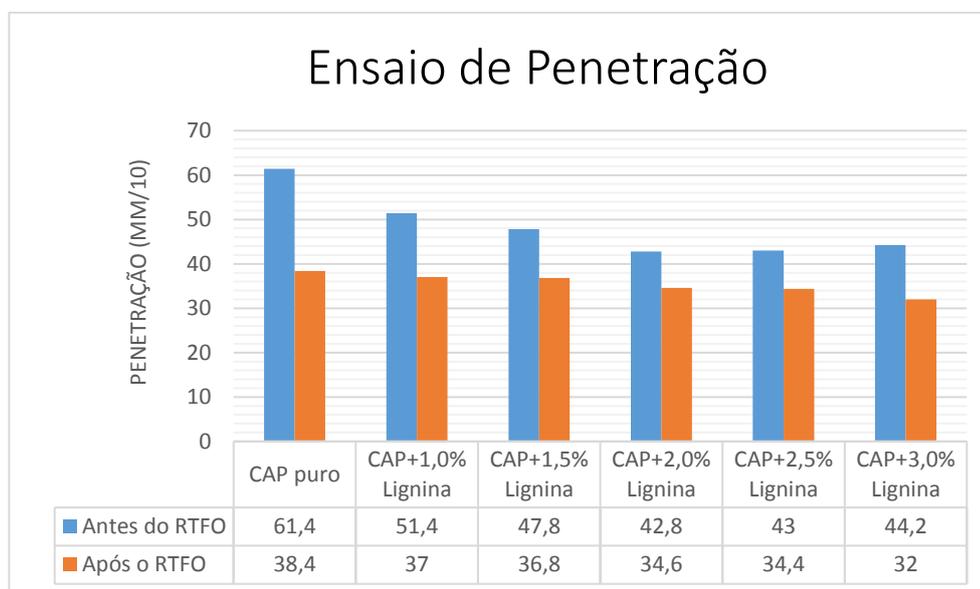


Figura 4: Resultados do ensaio de penetração

Por meio dos resultados é possível observar que a adição da lignina reduziu a penetração dos ligantes antes e após o envelhecimento RTFO. Essa redução é um indicativo empírico de aumento na rigidez e da resistência às deformações permanentes.

A resolução ANP nº 19/2005 para esse parâmetro estabelece o intervalo de penetração entre 50 e 70 décimos de milímetro, e esses valores são utilizados para classificação do ligante. O ligante convencional se apresentou dentro do intervalo estabelecido em norma, contudo os ligantes modificados não estão dentro do intervalo pois houve redução nos valores de penetração, contudo isso não compromete sua utilização.

Através dos resultados observa-se uma redução nos valores de penetração nos ligantes envelhecidos indicando maior rigidez, de acordo com Bulovatic et al. (2014) essa elevação da rigidez se deve ao aumento de asfaltenos devido ao processo de envelhecimento, que modifica sua composição química. Comparando os resultados antes e após o envelhecimento RTFO

O envelhecimento RTFO é avaliado através do parâmetro Porcentagem de Penetração Retida – PPR, que avalia a sensibilidade aos fatores que causam o envelhecimento. O parâmetro é obtido pela razão entre os dados de penetração antes e após o RTFO, e de acordo com a ANP nº 19/2005 o valor mínimo é de 55%, assim quanto maior o parâmetro maior a resistência do ligante à oxidação. A Figura 5 ilustra os resultados para a mostra de CAP convencional e modificadas.

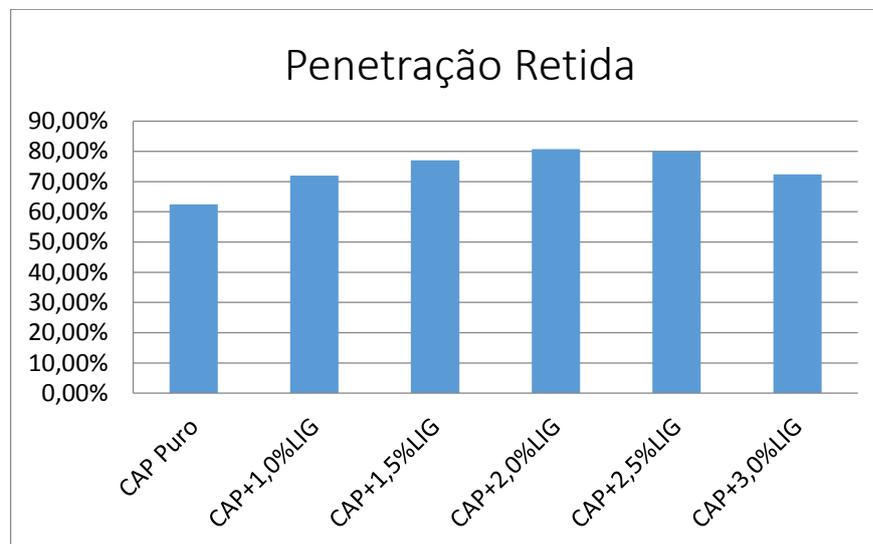


Figura 5: Resultados de Porcentagem de Penetração Retida

À partir dos valores observados percebe-se que a modificação do ligante asfáltico com a lignina proporcionou uma resistência ao envelhecimento superior ao ligante convencional 50/70. Para todos os ligantes modificados a penetração retida foi superior a 70%, com destaque para a modificação de CAP 50/70 + 2,0% de Lignina que obteve o melhor resultado (81%). Botaro et al. (2006) estudou a adição dos teores entre 1,0 e 6,0% de lignina obtida do bagaço da cana-de-açúcar na obtenção de CAP 20 e os resultados mostraram a tendência de

ganho de resistência a partir da redução dos valores de penetração, corroborando com os resultados encontrados.

Ponto de Amolecimento

O Ponto de amolecimento é uma medida empírica da consistência do ligante, em que determina-se a temperatura na qual o material adquire uma certa condição de escoamento. Esse parâmetro é um indicativo se o ligante asfáltico é capaz de manter suas propriedades em temperaturas elevadas e apresenta maior resistência à deformação permanente. Os resultados para os ligantes puro e modificados, antes e após o envelhecimento RTFO, são apresentados na Figura 6.

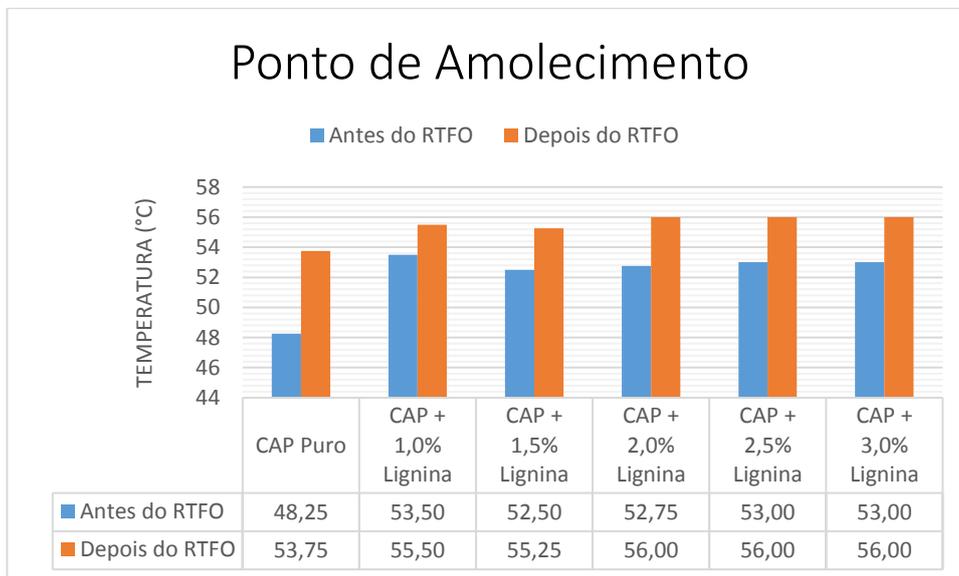


Figura 6: Resultados de Ponto de Amolecimento

Com base nos resultados obtidos, a modificação do ligante asfáltico 50/70 com o aditivo proposto levou ao aumento do ponto de amolecimento, com tendência de acréscimo para maiores teores de lignina. O acréscimo as temperaturas de ponto de amolecimento é um resultado desejado, segundo Bulatovic (2014) um ligante asfáltico que apresenta maior ponto de amolecimento é menos susceptível às temperaturas e deformações permanentes, sendo capaz de manter suas propriedades mesmo em temperaturas mais elevadas.

A resolução ANP nº 19/2005 estabelece que a temperatura mínima de ponto de amolecimento do CAP 50/70 é 46°C, portanto os ligantes puro e modificado apresentaram-se dentro desse limite. O envelhecimento à curto prazo RTFO é avaliado em termos de variação de ponto de amolecimento antes e após o RTFO, assim é analisada a sensibilidade do ligante aos fatores que causam seu envelhecimento. A resolução ANP nº 19/2005 também estabelece

a maior diferença de ponto de amolecimento, que não deve exceder 8°C, portanto todos os ligantes ensaiados encontram-se dentro do limite estabelecido conforme observa-se na Figura 7.

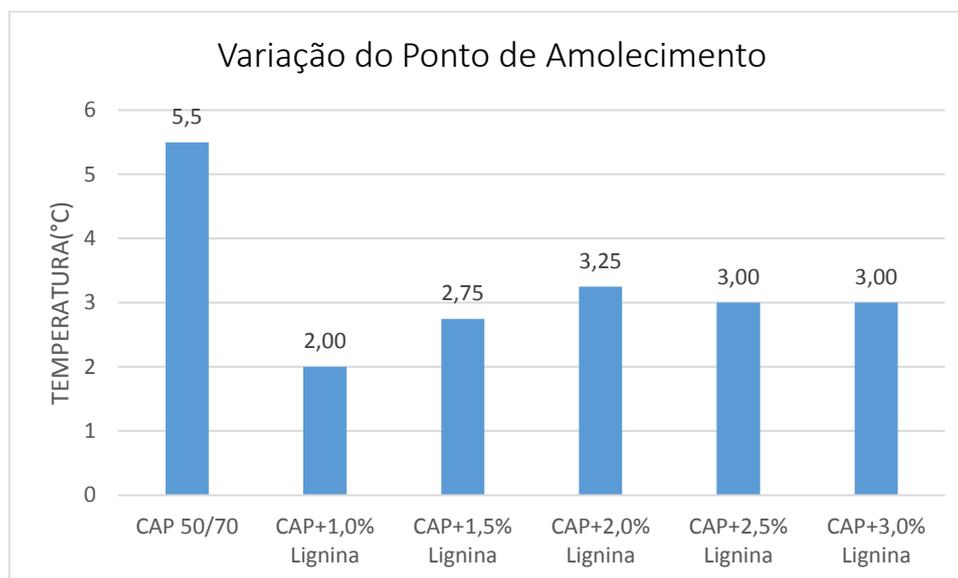


Figura 7: Variação de Ponto de amolecimento antes e após o RTFO

Através dos resultados foi possível perceber uma menor variação dos pontos de amolecimento nos ligantes modificados, esse parâmetro é um indicativo da menor sensibilidade do ligante ao envelhecimento, e portanto, maior resistência à oxidação promovida pela lignina.

Índice de Susceptibilidade Térmica

À partir dos valores obtidos na Penetração e Ponto de Amolecimento calculou-se o Índice de Susceptibilidade Térmica (IST) conforme é apresentado na Tabela 2. Esse parâmetro indica a sensibilidade do ligante à variação de temperatura, a norma DNIT 095/2006 define que a faixa de valores do IST para o CAP 50/70 é entre (-1,5) a (+0,7). De acordo com Bernucci et al.(2008) valores de IST maiores do que (+1,0) indicam asfalto oxidado e menores do que (-2,0) indicam asfaltos muito sensíveis às variações de temperatura.

Tabela 2: Valores de Índice de Susceptibilidade Térmica - IST

AMOSTRAS	IST
CAP 50/70	-1,16
CAP+1,0% Lignina	-0,29
CAP+1,5% Lignina	-0,69
CAP+2,0% Lignina	-0,88
CAP+2,5% Lignina	-0,81
CAP+3,0% Lignina	-0,75

Observa-se que todos os ligantes atenderam as especificações de valores apresentados em norma, os ligantes modificados apresentaram valores de IST maiores em relação ao ligante base (CAP 50/70) indicando uma elevação na rigidez proporcionada pela lignina, assim os ligante modificados se mostraram menos sensíveis ao efeito da variação de temperatura.

Ensaio de Reologia Fundamental

Viscosidade Rotacional

A viscosidade do ligante asfáltico está relacionada com a sua capacidade em envolver os agregados na mistura e a sua trabalhabilidade durante o transporte e usinagem em campo, sendo possível então determinar as temperaturas de usinagem e compactação. Os resultados de viscosidade à 135°C, 150°C e 177°C antes e após o envelhecimento são apresentados na Figura 8.

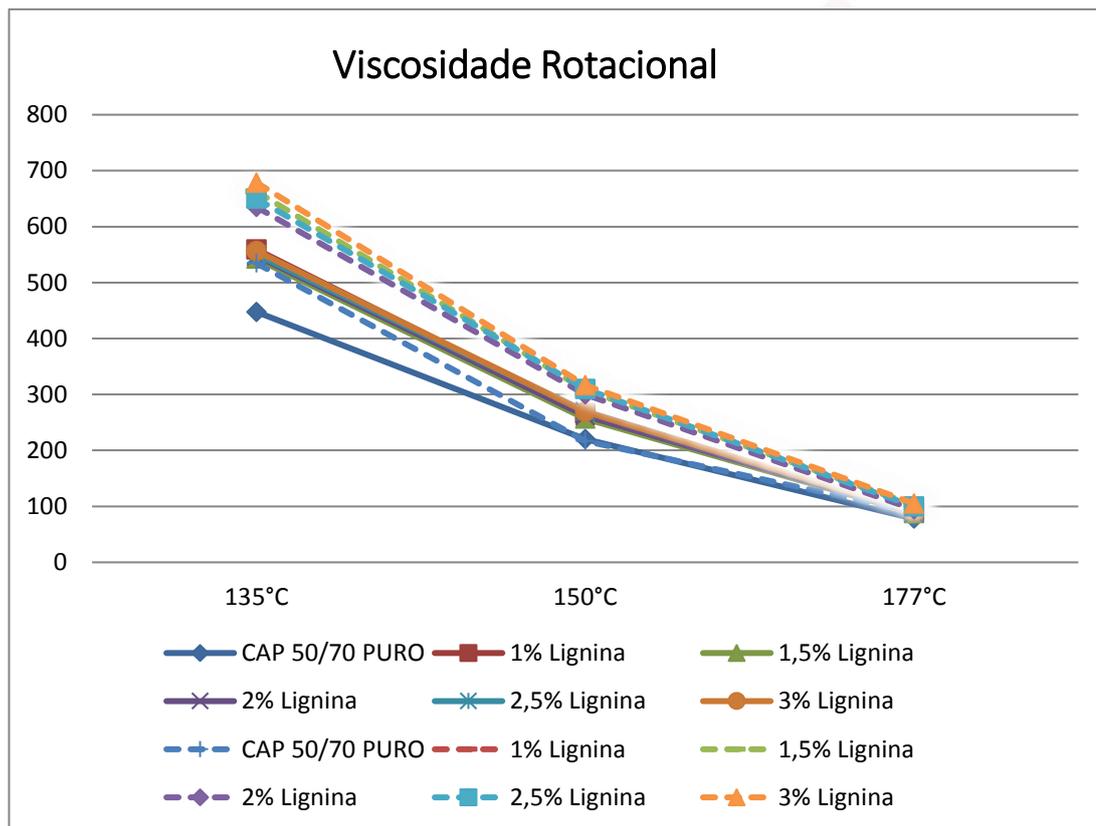


Figura 8: resultados de viscosidade dos ligantes puro e modificados, antes e após o envelhecimento RTFO

As linhas contínuas representam os resultados dos ligantes puro e modificados antes do envelhecimento RTFO, e as linhas pontilhadas os resultados após esse envelhecimento. Observando primeiramente os ligantes antes do envelhecimento, percebe-se um aumento significativo da viscosidade para os ligantes modificados, e esse aumento é tanto maior quanto o teor de lignina, especialmente as menores temperaturas (135°C e 150°C), indicando maior rigidez proporcionada pelo aditivo. O teor de 3,0% merece destaque, foi o teor que apresentou os maiores valores de viscosidades nas três temperaturas ensaiadas.

Ao comparar os ligantes antes e após o envelhecimento RTFO, observa-se que os ligantes asfálticos envelhecidos apresentam maiores viscosidades, conforme já esperado devido ao aumento da rigidez originado pela oxidação que o envelhecimento gera no asfalto. Os ligantes envelhecidos apresentam a mesma tendência observada anteriormente, viscosidades das amostras modificadas pela lignina significativamente maiores do que o ligante puro, e viscosidades crescentes para maiores teores do modificador. O teor de 3,0% mais uma vez merece destaque, foi o teor dentre os ligantes envelhecidos que apresentou maiores viscosidades.

A Resolução ANP nº 19/2005 estabelece em relação aos valores de viscosidade os limites mínimos de 264 cP na temperatura de 135°C, 112 cP na temperatura de 150°C e o intervalo de 28-114 cP para a temperatura de 177°C, todos os limites foram obedecidos pelos ligante ensaiados.

Grau de Desempenho (PG)

Na Figura 9 são apresentados os resultados do Grau de Performance (PG) para os ligantes antes e após o envelhecimento RTFO.

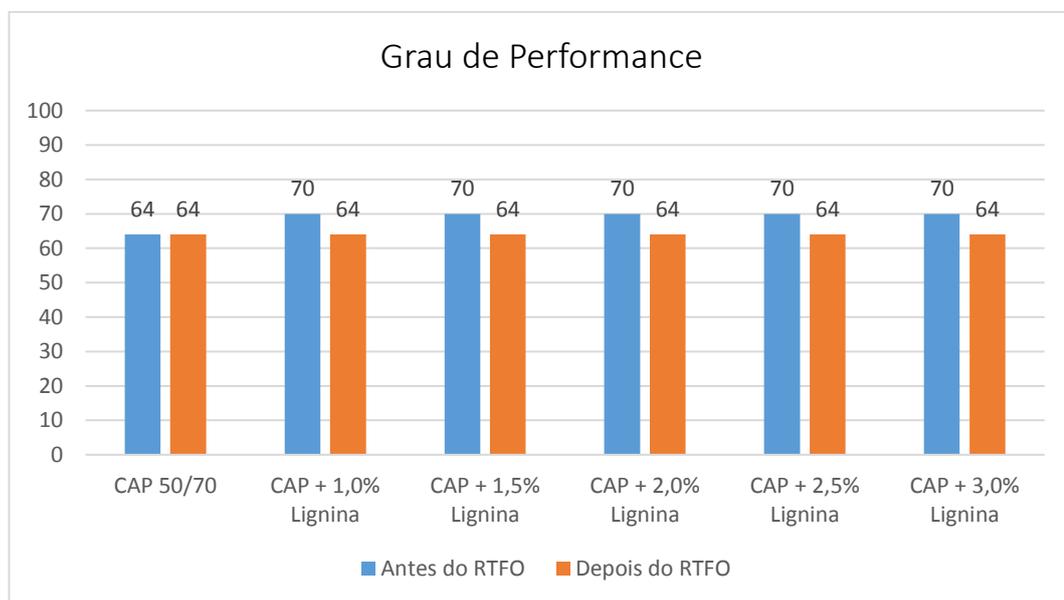


Figura 9: Grau de Performance - PG dos ligantes puro e modificados

Através dos resultados é possível perceber que os teores de lignina incorporados ao ligante asfáltico elevaram o grau de desempenho em relação ao ligante puro antes do envelhecimento, contudo nas amostras envelhecidas os valores de PG dos ligantes com adição de lignina não apresentaram variação em relação ao ligante puro.

O ensaio foi realizado considerando apenas as temperaturas máximas (PG máximo) devido ao clima tropical do Brasil, onde dificilmente um pavimento no território brasileiro será submetido a temperaturas inferiores a zero. O Grau de Performance é obtido tendo como valor mínimo 1,0 KPa antes do envelhecimento RTFO e 2,2, KPa após o envelhecimento, de acordo com a especificação SUPERPAVE.

Nas Figuras 10 e 11 são apresentados o parâmetro $G^*/\sin \delta$ antes e após o envelhecimento RTFO respectivamente, obtido também através do ensaio de PG. Além de indicar a máxima temperatura de desempenho do ligante asfáltico, esse parâmetro representa a resistência à deformação permanente em relação à elasticidade.

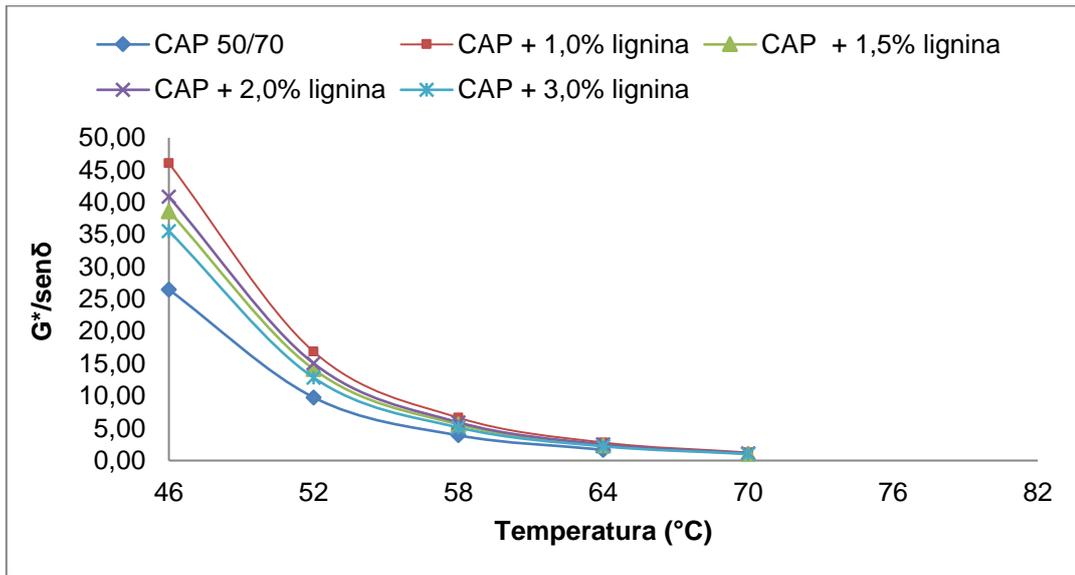


Figura 10: Parâmetro $G^*/\text{sen } \delta$ antes do envelhecimento RTFO

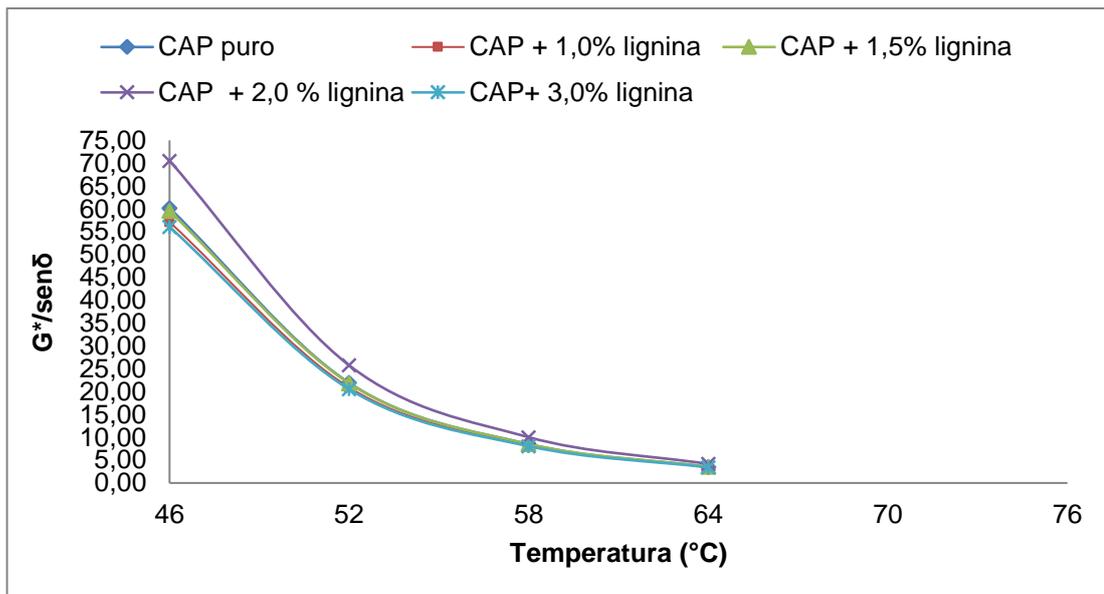


Figura 11: Parâmetro $G^*/\text{sen } \delta$ depois do envelhecimento RTFO

Através das Figuras 10 e 11 é possível comparar o parâmetro $G^*/\text{sen } \delta$, assim como os módulos complexos G^* , antes e após o RTFO, pois o gráfico do módulo complexo G^* é muito semelhante ao apresentado. Analisando o gráfico da Figura 9 antes do envelhecimento, percebe-se que a adição da lignina levou ao aumento da rigidez do ligante asfáltico, e consequentemente da resistência à deformação permanente.

Contudo, a elevação da rigidez não está necessariamente relacionada com a melhoria do desempenho do ligante em elevadas temperaturas, conforme Gama (2016) e Nuñez et al.,

(83) 3322.3222 (2014) chegaram a essa conclusão ao comparar os ensaios de PG com MSCR. Esse

comportamento pode ser justificado pela interação entre as partículas do polímero disperso e não necessariamente devido à maior resistência do ligante em si.

As figuras 12 e 13 apresentam os ângulos de fase dos ligantes puro e modificados antes e após o envelhecimento RTFO, respectivamente. Os ângulos de fase dos ligantes modificados pela lignina se mostraram inferiores ao ligante puro, indicando uma pequena melhoria na elasticidade.

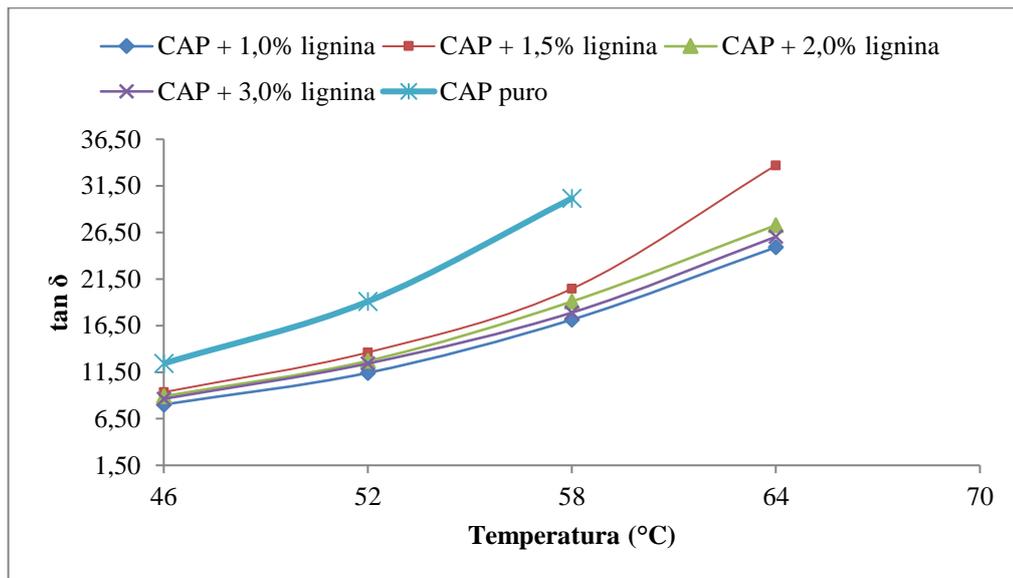


Figura 12: Ângulo de fase antes do envelhecimento RTFO

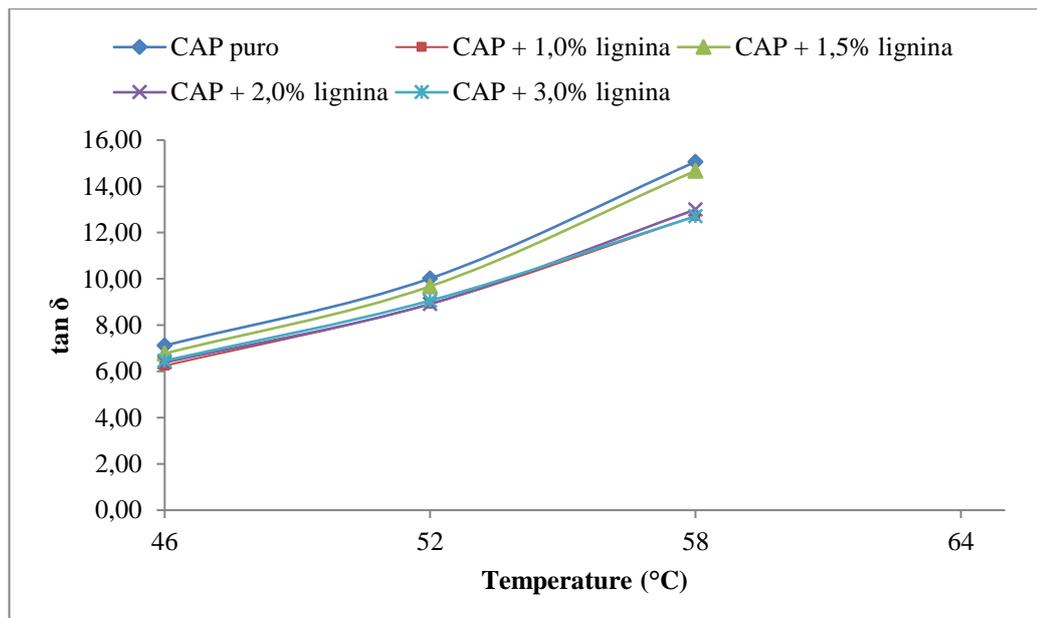


Figura 13: Ângulo de fase após o envelhecimento RTFO

Após o envelhecimento RTFO o comportamento se manteve, com as curvas dos ligantes modificados inferiores à do ligante asfáltico puro, indicando melhoria na propriedade de elasticidade. Dentre os teores analisados o de 3,0% se destaca, mostrando uma redução do ângulo de fase maior que os demais, e mantendo esse comportamento após o envelhecimento.

Fluência e Recuperação sob Tensões Múltiplas – MSCR

O ensaio de Fluência e Recuperação sob Tensões Múltiplas permite obter dois parâmetros para indicar resistência à deformação permanente do material, representados pelo percentual de recuperação (% Rec) e a compliância não-recuperável (Jnr). Na Tabela 3 são apresentados esses parâmetros, além da diferença percentual entre as compliâncias não-recuperáveis (Jnr dif), indicando a sensibilidade do ligante ao aumento das tensões.

Tabela 3: Parâmetros do teste de Fluência e Recuperação sob Tensões Múltiplas

PG RTFO (°C)	AMOSTRA	PERCENTUAL DE RECUPERAÇÃO (%)		COMPLIÂNCIA NÃO-RECUPERÁVEL JNR (kPa ⁻¹)		JNR DIF (%)
		100Pa	3200Pa	100Pa	3200Pa	
64	CAP 50/70	40,9	3,1	0,75	2,33	92,3
64	1,0% Lignina	57,0	1,8	0,75	2,33	96,8
64	1,5 % Lignina	10,7	1,4	2,13	2,62	86,8
64	2,0 % Lignina	19,1	3,3	1,58	2,27	82,8
64	3,0% Lignina	74,4	1,9	0,41	2,26	97,5

Avaliando o percentual de recuperação percebe-se uma melhora do parâmetro com a adição da lignina a 100 Pa, especialmente para o teor de 3,0% de lignina. Contudo, a 3200 Pa o percentual de recuperação foi reduzido. Os resultados podem ser justificados pelo próprio ensaio, realizado na máxima temperatura de PG do ligante asfáltico, ou seja, na situação mais desfavorável pois devido à elevada temperatura o ligante se torna mais fluido dificultando o retorno elástico. Além disso os resultados de ângulo de fase indicam que a lignina proporcionou apenas um pequeno acréscimo de retorno elástico ao ligante asfáltico.

Os resultados de compliância não-recuperável mostraram a mesma tendência, com pequena melhora na tensão de 100 Pa, destacando-se novamente o teor de 3,0% com maior recuperação das deformações, e na tensão de 3200 Pa praticamente não houve diferença.

Considerando os resultados obtidos para o Jnr a 3200 Pa apresenta-se na Tabela 4 a classificação das amostras do CAP Puro e Modificado quanto ao critério de tráfego do FHWA (Federal Highway Administration).

Tabela 4: Resumo ensaio MSCR

Tipo	PG (°C)	Jnr (3,2KPa)	Intervalo Jnr (kPa-1)	Nível de tráfego
CAP Puro	64	2,33	$2,0 \leq Jnr \leq 4,0$	Padrão (S)
CAP + 1,0% Lignina	64	2,33	$2,0 \leq Jnr \leq 4,0$	Padrão (S)
CAP + 1,5% Lignina	64	2,62	$2,0 \leq Jnr \leq 4,0$	Padrão (S)
CAP + 2,0% Lignina	64	2,27	$2,0 \leq Jnr \leq 4,0$	Padrão (S)
CAP + 3,0% Lignina	64	2,26	$2,0 \leq Jnr \leq 4,0$	Padrão (S)

Pela classificação, a deformação cujo valor encontra-se entre $2,0$ e $4,0 \text{ kPa}^{-1}$ são para um tráfego tipo Padrão e como pode ser observado na Tabela 5, os ligantes modificados atenderam a esse intervalo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dessa forma, a análise dos resultados dos ensaios empíricos mostrou que a presença de lignina no ligante contribuiu positivamente na resistência à deformação, mas principalmente na resistência ao envelhecimento do material comparado ao ligante puro. O aumento da resistência à deformação foi verificada com a redução da penetração e consequente aumento da rigidez, assim como no aumento do ponto de amolecimento e da recuperação elástica, o qual fundamentou ainda mais essa afirmação. Já o aumento da resistência ao envelhecimento foi notado pelas menores variações dessas mesmas propriedades antes e após RTFO nos ligantes modificados. Outro fator observado que agregou viabilidade à utilização da lignina foi a menor sensibilidade à variação de temperatura, que pôde ser confirmado pelo IST mais próximo a zero.

No ensaio de viscosidade observou-se que a lignina elevou as viscosidades nos ligantes modificados, resultado já esperado pela maior consistência observada nos ensaios de penetração e ponto de amolecimento. Os melhores resultados foram obtidos para o teor de 3,0% de lignina, que apresentou as maiores viscosidades antes e após o envelhecimento RTFO. Maiores viscosidades é um resultado desejado, são um indício de maior rigidez e resistência às deformações.

No ensaio de PG os ligantes modificados não apresentaram desempenho em temperaturas mais elevadas que o ligante puro após o envelhecimento. Entretanto, a lignina foi capaz de manter o mesmo desempenho do ligante sem modificação. Os módulos complexos G^* do ligante após a modificação se mostraram superiores, ou seja, mais uma evidência da maior rigidez proporcionada pela lignina, verificada através do parâmetro $G^*/\sin \delta$. Quanto ao ângulo de fase, a modificação proporcionou pequena melhora nas propriedades elásticas antes e após o RTFO, com destaque para o teor de 3,0% de lignina.

Os resultados não apontam para aumento da propriedade elástica, conforme observado nos resultados de percentual de recuperação (%Rec) no ensaio de MSCR, o aumento da recuperação elástica só foi observado na tensão de 100 Pa, principalmente o teor de 3,0% de lignina. O parâmetro de deformação não-recuperável (J_{nr}) seguiu a mesma tendência, apresentando ligeira melhora na tensão de 100Pa, contudo para a maior tensão (3200 Pa) o parâmetro se manteve praticamente o mesmo que o ligante puro. Quanto à classificação, os ligantes puro e modificados foram enquadrados como Tráfego Padrão.

Os resultados da pesquisa apontam que o teor ótimo de lignina a ser empregado em ligantes convencionas para melhorar o seu desempenho é 3,0%. A utilização da lignina se mostrou viável do ponto de vista reológico de acordo com os resultados dessa pesquisa, proporcionando também uma finalidade para esse resíduo da indústria de papel e celulose descartado de maneira incorreta no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15184. Materiais Betuminosos – Determinação da viscosidade em temperaturas elevadas usando viscosímetro rotacional, Associação Brasileira de Normas Técnicas, São Paulo – SP, 2007.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PETRÓLEO – ANP. N°19. Especificações dos produtos derivados de petróleo, gás natural e biocombustíveis, 2005.

ASTM D7405-15 Standard Test Method for Multiple Stress Creep and Recovery (MSCR) of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015.

ASTM D6816-11(2016), Standard Practice for Determining Low-Temperature Performance Grade (PG) of Asphalt Binders, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2008.

BOTARO, V. R.; CASTRO, S. R.; JUNIOR, F. R.; CERANTOLA, A. E. Obtenção e caracterização de blendas de asfalto CAP 20, modificado com poliestireno reciclado, resíduos de pneu e lignina organossolve. **REM: Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 59, n. 1, p. 117-122, 2006.

BULATOVIC, V. O.; REK, V.; MARKOVIC, J. Rheological Properties of Bitumen Modified with Ethylene Butylacrylate Glycidylmethacrylate. **Polymer Engineering & Science**, v. 54, n. 5, p. 1056–1065, 2014.

Cabané, M. et al., 2004. Condensed lignins are synthesized in poplar leaves exposed to ozone. *Plant Physiol.*, v. 134, n. 2, p. 586-594.

CRAVO, M. C. C. **Efeitos do envelhecimento térmico e fotoquímico em ligantes asfálticos, mástique e matriz de agregados finos**. 2016. 280 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

CAVALCANTE, F. P. **Efeito da adição dos óleos de ricinus communis e linus usitatissimum nas propriedades reológicas do cimento Asfáltico de petróleo puro e modificado**. 2016. 301 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016.

CARVALHO, J. R. **Estudo do comportamento do asfalto modificado com óleo de girassol visando à obtenção de misturas mornas**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia civil). Universidade Federal de Campina Grande, 2018.

CORREIA, V. C. Produção e caracterização de polpa organossolve bambu para reforço de matrizes cimentícias. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DNIT – EM 095/2006. Cimentos asfálticos de petróleo – Especificação de material. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DNIT – ME 155/2010. Material asfáltico - determinação da penetração. Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DNIT – ME 131/2010. Materiais Asfálticos – Determinação do ponto de amolecimento – Método do Anel e Bola. Rio de Janeiro, 2010.

GAMA, D. A.; ROSA, J. M.; DE MELO, T. J. A.; RODRIGUES, J. K. G. Rheological studies of asphalt modified with elastomeric polymer. **Construction and Building Materials**, v. 106, p. 290–295, 2016.

LONGUE JÚNIOR, D.; COLODETTE, J. L. Importância e versatilidade da madeira de eucalipto para a indústria de base florestal. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 33, n.76, p. 429438, 2013.

NUÑEZ, J. Y. M.; DOMINGOS, M. D. I.; FAXINA, A. L. Susceptibility of lowdensity polyethylene and polyphosphoric acid-modified asphalt binders to rutting and fatigue cracking. **Construction and Building Materials**, v. 73, p. 509–514, 2014.

OLIVEIRA, F. C. **Oxidação de lignina proveniente de resíduos lignocelulósicos agroindustriais para obtenção de compostos químicos aromáticos de maior valor agregado**. 2015. 199 f. Tese (Doutorado em Ciências). Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015.

SILVEIRA, I. V. S. **Propriedades reológicas sob altas temperaturas de ligantes asfálticos modificados com óleo da moringa**. 43ª RAPv – Reunião Anual de Pavimentação e 17º ENACOR – Encontro Nacional de Conservação Rodoviária, Maceió, 2014.

SOBREIRO, F. P. **Efeito da adição de ácidos fosfóricos no comportamento reológico de ligantes asfálticos puros e modificados com copolímero SBS**. 2014. 346 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

SOUZA, L. J. S. **Estudo das propriedades mecânicas de misturas asfálticas com cimento asfáltico de petróleo modificado com óleo de mamona**. 2012. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.

Taiz, L.; Zeiger, E., 2009. *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 719p.



FITOTOXICIDADE E HIPERACUMULAÇÃO DE NÍQUEL EM ESPÉCIES VEGETAIS

José Lucas dos Santos Oliveira ¹

Thiago dos Santos Oliveira ²

Thayná Kelly Formiga de Medeiros ³

Edevaldo da Silva ⁴

RESUMO

A disposição inadequada de resíduos de metais pesados no ambiente pode provocar a contaminação de solo, água e planta, tornando-se uma problemática ambiental emergente. Esse estudo realizou uma pesquisa bibliográfica sobre a fitotoxicidade do Ni com destaque para espécies vegetais que podem ser potencialmente hiperacumuladoras desse metal pesado. O Ni é classificado como metal pesado essencial para o desenvolvimento das plantas, exercendo importantes contribuições fisiológicas para a ativação da enzima urease, contudo, a concentração essencial deve ser inferior a $0,001 \text{ mg kg}^{-1}$. Apesar da contribuição fisiológica do Ni, algumas espécies são pouco tolerantes a presença do metal, sendo afetadas morfo e fisiologicamente em concentrações mais elevadas. Entretanto, outras espécies são tolerantes a presença do Ni e conseguem absorver altas concentrações do metal, como *Phyllanthus serpininus* ($38.100 \text{ mg kg}^{-1}$), *Alyssun corsicum* ($18.100 \text{ mg kg}^{-1}$) e *Berkherya coddii* ($18.100 \text{ mg kg}^{-1}$) sem desenvolver nenhuma alteração fisiológica negativa e, por isso, podem ser utilizadas para remediar áreas contaminadas pelo metal. Conhecer o nível de mínimo e máximo de tolerância das espécies vegetais a exposição ao Ni pode auxiliar no desenvolvimento de estratégias que visem remediar áreas contaminadas pelo Ni por meio da fitorremediação.

Palavras-chave: Contaminação Ambiental, Metal Pesado, Planta, Solo, Toxicidade.

INTRODUÇÃO

Os metais pesados têm sido reportados como uma problemática que tem afetado todo o mundo (ALI; KHAN; SAJAD, 2013). Os problemas ambientais gerados pela ação antrópica tem se elevado na atualidade, especialmente em virtude do consumismo que tem intensificado a utilização e produção de resíduos sólidos que podem conter resquícios de metais pesados (ROCHA; COSTA; AZEVEDO, 2019).

¹ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, lucasoliveira.ufcg@gmail.com

² Graduando do Curso de Licenciatura em História da Universidade Norte do Paraná - UNOPAR, stthiagooliveira@gmail.com;

³ Graduanda do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, thaynak98@gmail.com;

⁴ Doutor em Química Analítica e Professor da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, edevaldos@yahoo.com.br;

No ambiente aquático, a presença de metais pesados pode ter fonte natural ou antropogênica (SILVA et al., 2018). Nos solos, eles também podem ser disponíveis em concentrações naturais, contudo, as ações antrópicas têm promovido mudanças nesse cenário (SILVA et al., 2016; YADA; MELO; MELO, 2020).

São diversas as fontes antrópicas de metais pesados para o ambiente, tais como: subproduto de resíduos sólidos depositados (ROCHA; COSTA; AZEVEDO, 2019), atividades de mineração (ALI; KHAN; SAJAD, 2013), processos e métodos de produção nas atividades agrícolas (CAMPOS et al., 2005) e uso de agroquímicos (SILVA et al., 2016).

Algumas das principais características que definem os metais pesados se referem a sua baixa solubilidade, capacidade de contaminar alimentos e o ambiente (REIS et al., 2020). Por não serem biodegradáveis, se acumulam e podem causar a contaminação de toda a cadeia trófica (COTTA; REZENDE; PIOVANI, 2006; ALI; KHAN; SAJAD, 2013).

O potencial acumulativo dos metais pesados contribui para que esses elementos permaneçam presentes no meio ambiente por uma grande quantidade de tempo (COTTA; REZENDE; PIOVANI, 2006), gerando efeitos tóxicos ao meio ambiente e à saúde humana, devido a bioacumulação desses elementos nos tecidos dos organismos e a biomagnificação na cadeia alimentar (ALI; KHAN; SAJAD, 2013).

Alguns metais pesados desempenham funções importantes na sobrevivência de alguns organismos vivos, como as plantas, sendo considerados como micronutrientes essenciais (KIELING-RUBIO; DROSTE; WINDISCH, 2012) e outros têm elevado potencial tóxico e são considerados como não essenciais.

Dentre os metais pesados conhecidos e classificados como essenciais para o desenvolvimento das plantas, pode-se citar o cobre (Cu), cobalto (Co), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), zinco (Zn) e níquel (Ni), e como não essenciais, pode-se citar o chumbo (Pb), cádmio (Cd), mercúrio (Hg) e arsênio (As) (ZENGIN, 2013; YADA; MELO; MELO, 2020).

O Ni enquanto micronutriente essencial desempenha importantes funções fisiológicas no desenvolvimento das plantas (NASIBI et al., 2013; RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ et al., 2016), entretanto, mesmo com importância fisiológica, os metais pesados essenciais também podem exercer toxicidade se estiver disponível em concentrações elevadas no ambiente.

O Ni é um metal pesado que está agrupado dentre os principais contaminantes que tem impactado na qualidade do solo para fins de produção agrícola (YADAV, 2010), comprometendo o cultivo de espécies vegetais em todo o planeta (SYAM et al., 2016). Além



disso, assim como outros contaminantes com potencial tóxico conhecido, a disponibilidade de Ni tem resultado em problemas globais (IQBAL, 2016).

Por isso, torna-se importante se estabelecer estratégias de remediação de áreas impactadas por esse metal. Dentre elas há a fitorremediação, que usa plantas com potencial hiperacumulador de metais pesados para reduzir a concentração desses elementos no ambiente (SARWAR et al., 2017), para tanto, é necessário inicialmente compreender como as espécies vegetais reagem a exposição aos metais pesados (KHAN et al., 2019) e destacar aquelas que são mais tolerantes a exposição aos metais pesados.

Esse estudo realizou uma pesquisa bibliográfica sobre a fitotoxicidade do Ni, com destaque para espécies vegetais que podem ser potencialmente hiperacumuladoras desse metal.

METODOLOGIA

Essa pesquisa é do tipo bibliográfica, com abordagem qualitativa dos dados. Foram pesquisados artigos científicos, livros e informações publicadas em sites oficiais sobre a contaminação ambiental por Ni. Os trabalhos foram pesquisados em bases de dados como o Periódicos CAPES, Web Of Science, Science Direct. Foram analisados artigos científicos publicados entre os anos de 1989 e 2020.

Os termos de busca utilizados na pesquisa foram: níquel, metal pesado, contaminação ambiental e espécies hiperacumuladoras. Os respectivos termos também foram utilizados em inglês.

O critério de seleção dos artigos foi a abordagem sobre metais pesados, enfatizando as problemáticas ocasionadas pela presença de Ni no ambiente, bem como características gerais, toxicidade sobre as plantas e espécies com potencial hiperacumulador.

Os dados foram analisados de forma qualitativa, destacando os principais dados dos artigos selecionados.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Características gerais do Ni e mecanismos de atuação nas plantas

O Ni foi descoberto em 1751, e a nomenclatura desse metal pesado na época se derivou do alemão chamado Kupfernickel (PINHEIRO; AMARANTE, 2018). Desde então,

diversas pesquisas foram publicadas abordando sobre as características do Ni e seus impactos ao meio ambiente e a biodiversidade.

No meio ambiente, o Ni pode estar presente na água, solo, sedimentos e no ar (KIELING-RUBIO; DROSTE; WINDISCH, 2012), sendo derivado de processos naturais, entretanto, seus elevados índices de bioacumulação tem sido observados principalmente em plantas (KOTAPATI; PALAKA; AMPASALA, 2017). De acordo com Marchi et al., (2020) alguns tipos de rochas e resíduos minerais consistem em fontes naturais de Ni no ambiente.

A importância econômica do Ni está atrelada, principalmente, ao seu uso como componente essencial na produção de baterias e também nas indústrias metalúrgicas (RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ et al., 2016), devido as suas características anticorrosivas, aumentando assim a funcionalidade e durabilidade dos materiais (IGLESIAS; CASAGRANDE; ALLEONI, 2007).

O lançamento de lodo de esgoto no ambiente, bem como outras atividades antrópicas desenvolvidas mundialmente, tem originado cenários de contaminação ambiental preocupantes, onde, a cada ano, cerca de 106 mil a 544 mil toneladas de Ni são depositados em todos os solos do planeta (BERTON et al., 2006).

O lodo de esgoto é um efluente que pode conter concentrações de Ni, dentre outros metais, por isso, tendo em vista os prejuízos ambientais causados pela presença desse metal pesado, as fontes que acarretam na entrada de Ni no ambiente são amplamente discutidas (ZENG et al., 2016), e tem sido importante na minimização desses impactos (IGLESIAS; CASAGRANDE; ALLEONI, 2007).

Durante longo período, o Ni foi caracterizado como um metal tóxico considerando apenas os impactos que podiam causar sobre o meio ambiente e as plantas, entretanto, percebeu-se a finalidade do metal em algumas atividades metabólicas associadas ao metabolismo e ciclagem de nitrogênio, como também para acelerar atividades enzimáticas (CAMPANHARO et al., 2013).

Dessa forma, o Ni exerce funções fisiológicas importantes nas plantas, sendo considerando então micronutriente necessário ao vegetal, contribuindo para o funcionamento da enzima urease que participa da hidrólise de ureia na planta quando disponível em concentrações inferiores a $0,001 \text{ mg kg}^{-1}$ (RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ et al., 2016).

Em grandes quantidades, esse metal torna-se tóxico para as plantas, causando clorose foliar. Entretanto, pouco se sabe sobre a toxicidade do metal em pequenas concentrações,

especialmente porque os sintomas de exposição ao metal podem estar relacionados à carência de alguns nutrientes nas plantas, como o ferro (BERTON et al., 2006).

A absorção do Ni acontece inicialmente nas raízes e é influenciada pelas características químicas e físicas do solo, quantidade disponível do metal e fisiologia do vegetal. É possível ainda que alguns nutrientes, como Cu e Zn possam interferir significativamente na absorção do Ni pela planta, reduzindo ou impedindo essa absorção (RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ et al., 2016).

As características do solo são determinantes nesse processo, bem como na adsorção do metal as suas partículas (IGLESIAS; CASAGRANDE; ALLEONI, 2007), assim, o metal acaba ficando aderido ao solo e outras partículas e só então é absorvido pelas raízes das plantas. Após absorvido, boa parte do Ni fica concentrado nas raízes, e devido as características específicas do metal, acaba movendo-se dentro da planta, sendo levado para a parte aérea, onde pode se acumular em maior quantidade (RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ et al., 2016).

Apesar dos efeitos tóxicos exercidos quando disponíveis em altas concentrações, algumas plantas conseguem armazenar elevadas quantidades de Ni e podem ser usadas para remediar áreas contaminadas pelo metal, entretanto, se essa tolerância e acumulação ocorrem em espécies que fazem parte da alimentação, graves problemas à saúde podem ser desencadeados (PRASAD, 2005).

Em todo o mundo pesquisas identificaram que pelo menos 320 espécies de plantas são consideradas tolerantes a presença de Ni no solo, acumulando grandes quantidades desse metal sem apresentar efeitos negativos ao seu desenvolvimento (GHOSH; SINGH, 2005). Deste total, 72 espécies pertencem a família Brassicaceae (MAHAR et al., 2016). Nesse sentido, pode-se constatar que as espécies consideradas hiperacumuladoras de Ni são mais abundantes que espécies que conseguem acumular elevadas concentrações de outros metais (GHOSH; SINGH, 2005).

Compreender todos os processos de mobilidade, desde a absorção do metal até o potencial máximo de acumulação de Ni nos vegetais é importante, especialmente para adotar estratégias que visem a redução da contaminação ambiental por esse metal (PRASAD, 2005).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos que avaliam a toxicidade do Ni sobre o desenvolvimento de espécies vegetais são amplamente publicados na literatura científica, destacando os substratos e níveis de toxicidade na germinação, desenvolvimento inicial e no estabelecimento da planta no solo contaminado pelo metal pesado. Algumas pesquisas que tiveram o foco de abordagem da influência negativa de concentrações de Ni em espécies vegetais são descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Pesquisas publicadas na literatura que abordaram sobre a toxicidade do Ni em espécies vegetais (2012 - 2019).

Espécie	Nome Comum	Concentração	Referência
<i>Regnellidium diphyllum</i> Lindman.	Samambaia	100 mg L ⁻¹	Kieling-Rubio; Droste; Windisch (2012)
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Feijão	0,5 mM	Zengin (2013)
<i>Hyoscyamus niger</i>	-	100µM	Nasibi et al., (2013)
<i>Zea mays</i> L.	Milho	10 mg dm ⁻³	Torres et al., (2016)
<i>Vigna cylindrica</i> L.	Feijão	150 mg kg ⁻¹	Mahmoond et al., (2016)
<i>Vigna mungo</i> L.	Feijão	150 mg kg ⁻¹	Mahmoond et al., (2016)
<i>Vigna radiata</i> L.	Feijão	150 mg kg ⁻¹	Mahmoond et al., (2016)
<i>Oryza sativa</i> L.	Arroz	300 mg kg ⁻¹	Álvarez et al., (2019)

A exposição da samabaia *R. diphyllum* a concentrações experimentais de Ni reduziu gradativamente o percentual de germinação em correlação com o aumento das concentrações de Ni, sendo os efeitos mais representativos observados na concentração de 100 mg L⁻¹. Os pesquisadores concluíram que a exposição da espécie ao Ni pode limitar o desenvolvimento da espécie em locais contaminados pelo metal (KIELING-RUBIO; DROSTE; WINDISCH, 2012).

Zengin (2013) constatou que a exposição de *P. vulgaris* ao Ni, mesmo em pequenas concentrações (0,5 mM), foi responsável pela redução de 25,6% do teor de clorofila da planta. Embora o Ni seja necessário para a ativação da enzima urease, evitando a acumulação de uréia na planta (OLIVEIRA et al., 2013), acima do nível essencial o metal torna-se tóxico, comprometendo o desenvolvimento das plantas e inibindo a absorção de outros nutrientes (TORRES et al., 2016).

De acordo com os dados de Nasibi et al., (2013), as plantas de *H. niger* tiveram redução na quantidade de clorofila em 50 e 100 μM de Ni. Na pesquisa de Torres et al., (2016) foi constatado que a exposição do milho as doses experimentais de 2,5, 5, 7,5 e 10 mg dm^{-3} de Ni houve efeitos negativos ao desenvolvimento da espécie, sendo mais significativos na maior dose utilizada, de 10 mg dm^{-3} , na qual foi observado que para essa concentração houve a redução da altura da planta, diâmetro do caule, área foliar e biomassa seca total.

Mahmoond et al., (2016) estudando a exposição da concentração de 150 mg kg^{-1} de Ni em três espécies de feijão, observaram a presença de efeitos deletérios a membrana celular das raízes e das folhas, sendo mais representativo nas raízes pelo contato com o metal, e a espécie *V. mungo*, apresentou maior sensibilidade e conseqüentemente menor resistência em exposição a maior concentração de Ni analisada na pesquisa.

A exposição das plantas de arroz as concentrações experimentais de Ni, principalmente na concentração de 300 mg kg^{-1} , foram determinantes na redução da quantidade de folhas e na diminuição do crescimento em altura da planta (ÁLVAREZ et al., 2019).

Nesse contexto, a presença de Ni no meio ambiente deve ser analisada, partindo do princípio de que com o avanço das práticas agrícolas tem ocorrido também simultaneamente a elevação das concentrações dessas substâncias no solo (TORRES et al., 2016). Tal problemática envolvendo as práticas agrícolas ocorrem principalmente pelo uso desordenado de alguns fertilizantes fosfatados, que contém traços de metais na composição e podem contaminar o solo (CAMPOS et al., 2005).

Espécies com potencial hiperacumulador de Ni

Muitas espécies vegetais possuem potencial hiperacumulador e, por isso, podem absorver altos níveis de contaminantes ambientais (ALARCÓN; PELAEZ, 2019). Conforme Mahmoond et al. (2016), as plantas hiperacumuladoras removem, armazenam e estabilizam os metais pesados, tornando-os inofensivos no solo.

As espécies vegetais hiperacumuladoras tem potencial de remover metais pesados de áreas contaminadas, como o Ni, absorvendo e acumulando o metal pesado nas raízes e na parte aérea. Essas plantas possuem a capacidade de tolerar e translocar altos níveis de metais pesados que sejam tóxicos aos organismos (KHAN et al., 2000).

Baker e Brooks (1989) definem o parâmetro de classificação de plantas hiperacumuladoras como espécies com capacidade de acumular e transformar uma variedade

de compostos tóxicos, especialmente os metais pesados. Essas plantas podem conter mais de 0,1% de seu peso seco de Co, Cu, Cr, Pb ou Ni, ou até 1% do seu peso seco de Mn ou Zn (PRASAD, 2005).

Atualmente, sabe-se que mais de 400 espécies de plantas podem hiperacumular metais pesados (TOKUHO, 2019). Duran (2010) relata que espécies hiperacumuladoras como *Bidens triplinervia*, *Senecio sp*, *Sonchus oleraceus*, *Baccharis latifolia*, *Plantago orbignyana* e *Lepidium bipinnatifidum*, possuem a capacidade de crescer em solos com alto teor de metais pesados e acumulá-los em seus tecidos.

Todavia, algumas plantas possuem a capacidade reduzida para acumular metais tóxicos, e quando esses vegetais são ingeridos, tornam-se uma preocupação para a saúde humana (PRASAD, 2005).. Em plantas, o acúmulo de Ni pode provocar a redução de crescimento, clorose e escurecimento do sistema radicular (EUN; YOUN; LEE, 2000).

Alguns trabalhos que analisaram o crescimento e o potencial hiperacumulador de espécies vegetais na presença Ni são descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Espécies vegetais com potencial hiperacumulador de Ni e as respectivas quantidades acumuladas publicadas na literatura (2003-2014).

Espécie	Quantidade Acumulada	Referência
<i>Alyssum bertolonii</i>	10.900 mg kg ⁻¹	Li et al. (2003)
<i>Alyssum caricum</i>	12.500 mg kg ⁻¹	Li et al. (2003)
<i>Alyssun corsicum</i>	18.100 mg kg ⁻¹	Li et al. (2003)
<i>Alyssum murale</i>	15.000 mg kg ⁻¹	Li et al. (2003)
<i>Berkherya coddii</i>	18.000 mg kg ⁻¹	Mesjasz-Przyby et al. (2004)
<i>Alyssum serpyllifolium</i>	10.000 mg kg ⁻¹	Prasad (2005)
<i>Alyssum holdreichii</i>	11.800 mg kg ⁻¹	Bani et al. (2010)
<i>Phyllanthus serpentinus</i>	38.100 mg kg ⁻¹	Chaney; Broadhurst; Centofanti (2010)
<i>Isatis pinnatiloba</i>	1.441 mg kg ⁻¹	Altinozlu et al. (2012)
<i>Thlaspi caerulescens</i>	2.740 mg kg ⁻¹	Koptsik (2014)

Dentre as espécies listadas, *P. serpentinus* é a espécie que apresentou maior potencial de acumulação de Ni, conseguindo acumular cerca de $38.100 \text{ mg kg}^{-1}$ do metal (CHANEY; BROADHURST; CENTOFANTI, 2010).

Prasad (2005) identificou cerca de 300 plantas hiperacumuladoras de Ni em 35 famílias botânicas, na qual se percebeu 3-4% de Ni na matéria seca das folhas. Na pesquisa de Li et al. (2003), a espécie *A. betolonii* foi reportada como muito tolerante a presença de Ni, suportando altas concentrações do metal ($> 10.900 \text{ mg kg}^{-1}$ nas folhas).

Destaca-se que existe predominância de acúmulo de Ni em muitas espécies do gênero *Alyssum*. Na pesquisa de Bani et al. (2010), ao identificar a capacidade hiperacumulador da espécie *A. holdreichii*, observou-se que essa preferência pode ser justificada devido ao mecanismo de captação seletiva da espécie. Em ecossistemas portugueses, observa-se que a *A. serpyllifolium*, uma erva daninha dominante, acumula até 10.000 ppm de Ni nas folhas (PRASAD, 2005). Outras espécies também foram descritas pertencentes a esse gênero com esse potencial hiperacumulador, como *A. caricum*, *A. corsicum* e *A. murale* (LI et al., 2003).

O Ni concentra-se nos brotos das plantas e, principalmente, nas folhas. O teor de Ni nas folhas aumenta com a idade, enquanto que, em talos, diminui. A cutícula da epiderme da superfície possui maiores concentrações de metal, em comparação com o restante dos tecidos foliares, contudo, o Ni também pode ser encontrado nos vacúolos das células epidérmicas (MAHAR et al., 2016).

As espécies vegetais hiperacumuladoras podem ser utilizadas para recuperar ambientes poluídos e contaminados por elevados níveis de poluentes orgânicos e inorgânicos (HAZA, 2016) e representam grande importância ecológica para a descontaminação de áreas (PRASAD, 2005).

Todavia, deve-se compreender o limite de acumulação de Ni em espécies vegetais, considerando que em concentrações muito altas, as plantas podem ser submetidas a diferentes estresses fisiológicos. Além disso, Duran (2010) afirma que existe grande possibilidade de novas espécies com propriedades hiperacumuladoras serem descobertas, ao considerar a elevada diversidade e abundância de depósitos minerais metálicos existentes no planeta.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Ni exerce importância fisiológica nas plantas, contudo, para algumas espécies de planta a sua toxicidade é reportada quando ainda está disponível em concentrações baixas nos tecidos vegetais.

Por outro lado, há na literatura o relato de diversas espécies com potencial fitorremediador para o Ni. Dentre elas, as espécies *Phyllanthus serpentinus*, *Alyssum corsicum* e *Berkherya coddii* se destacam por acumular altas concentrações desse metal pesado.

REFERÊNCIAS

ALARCÓN, N.; PELÁEZ, F. Transferencia de metales suelo-planta en el cerro “El Toro”, Huamachuco, Perú. **Manglar**, v. 16, n. 2, p. 143-149, 2019.

ALI, H.; KHAN, E.; SAJAD, M. A. Phytoremediation of heavy metals - Concepts and applications. **Chemosphere**, v. 91, p. 869-891, 2013.

ALTINOZLU, H.; KARAGOZ, A.; POLAT, T.; UNVER, I. Nickel hyperaccumulation by natural plants in Turkish serpentine soils. **Turk. J. Bot.**, v. 36, p. 269-280, 2012.

ÁLVAREZ, S. P.; CABEZAS-MONTERO, D.; DEBORA-DUARTE, B. N.; TAPIA, M. A. M.; SIDA-ARREOLA, J. P.; SÁNCHEZ, E.; HÉCTOR-ARDISANA, E. F. Induced response to antioxidative enzymes in rice under stress due to lead and nickel. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 10, n. 1, p. 51, 62, 2019.

BAKER, A.; BROOKS, R. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements - a review of their distribution, ecology and phytochemistry. **Biorecovery**, v. 1, p. 811-826, 1989.

BANI, A., PAVLOVA, D., ECHEVARRIA, G., MULLAJ, A., REEVES, RD, MOREL, JL, SULCE, S. Nickel hyperaccumulation by the species of *Alyssum* and *Thlaspi* (Brassicaceae) from the ultramafic soils of the Balkans. **Bot. Serb.**, v. 34, p. 3-14, 2010.

BERTON, R. S.; PIRES, A. M. M.; ANDRADE, S. A. L.; ABREU, C. A.; AMBROSANO, E. J.; SILVEIRA, A. P. D. Toxicidade do níquel em plantas de feijão e efeitos sobre a microbiota do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 8, p. 1305-1312, 2006.

CAMPANHARO, M.; MONNERAT, P. H.; ESPINDULA, M. C.; SOUZA, W. R. Resposta do feijoeiro “princesa” cultivado em argissolo e neossolo à aplicação de níquel. **Interciencia**, v. 38, n. 6, p. 465-470, 2013.

CAMPOS, M. L.; SILVA, F. N.; NETO, A. E. F.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. J.; ANTUNES, A. S. Determinação de cádmio, cobre, cromo, níquel, chumbo e zinco em fosfatos de rocha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 361-367, 2005.

CHANEY, R. L.; BROADHURST, C. L.; CENTOFANTI, T. Phytoremediation of soil trace elements. **Trace elements in soils**, p. 311-352, 2010.

COTTA, J. A. O.; REZENDE, M. O. O.; PIOVANI, M. R. Avaliação do teor de metais em sedimento do rio Betari no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - PETAR, São Paulo, Brasil. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 40-45, 2006.

DURAN, P. **Transferencia de metales de suelo a planta en áreas mineras: Ejemplos de los Andes peruanos y de la Cordillera Pre- litoral Catalana**. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona. 2010.

EUN S. O.; YOUN, H. S.; LEE, Y. Lead disturbs microtubule organization in the root meristem of *Zea mays*. **Physiologia Plantarum**, v. 110, p.357-365, 2000.

GHOSH, M.; SINGH, S. P. A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its byproducts. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 3, n. 1, p. 1-18, 2005.

HAZA, S. C. **Efecto de la aplicación de ramnolípido en la fitoextracción de cobre por plantas de *Hordeum vulgare* L. y *Brassica juncea* L. en suelos contaminados artificialmente, Monografía en Licenciatura en Ingeniería Agrícola**. Mención en Holdings Agrícola, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla. 2016.

IGLESIAS, C. S. M.; CASAGRANDE, J. C.; ALLEONI, L. R. F. Efeito da natureza do eletrólito e da força iônica na energia livre da reação de adsorção de níquel em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 897-903, 2007.

IQBAL, M. Vicia faba bioassay for environmental toxicity monitoring: A review. **Chemosphere**, v. 144, p. 785-802, 2016.

KHAN, A. G.; KUEK, C.; CHAUDHRY, T. M.; KHOO, C. S.; HAYES, N. J. Role of plants, mycorrhizae and phytochelators in heavy metal contaminated land remediation. **Chemosphere**, v. 41, p. 197-207, 2000.

KHAN, M. J.; AHMED, N.; HASSAN, W.; SABA, T.; KHAN, S.; KHAN, Q. Evaluation of phytoremediation potential of castor cultivars for heavy metals from soil. **Planta Daninha**, v. 37, p. 1-7, 2019.

KIELING-RUBIO, M. A.; DROSTE, A.; WINDISCH, P. G. Effects of nickel on the fern *Regnellidium diphyllum* Lindm. (Marsileaceae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 4, p. 807-811, 2012.

KOPTSİK, G. N. Problems and prospects concerning the phytoremediation of heavy metal polluted soils: a review. **Eurasian Soil Sci.**, v. 47, p. 923-939, 2014.

KOTAPATI, K. V.; PALAKA, B. K.; AMPASALA, D. R. Alleviation of nickel toxicity in finger millet (*Eleusine coracana* L.) germinating seedlings by exogenous application of salicylic acid and nitric oxide. **The Crop Journal**, v. 5, p. 240-250, 2017.

LI, Y., CHANEY, R., BREWER, E.; ROSEBERG, R.; ANGLE, J. S.; BAKER, A.; REEVES, R.; NELKIN, J. Development of a technology for commercial phytoextraction of nickel: economic and technical considerations. **Plant and Soil**, v. 249, p. 107-115, 2003.

MAHAR, A.; WANG, P.; ALI, A.; AWASTHI, M. K.; LAHORI, A. H.; WANG, Q.; LI, R.; ZHANG, Z. Challenges and opportunities in the phytoremediation of heavy metals

contaminated soils: A review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 126, p. 11-121, 2016.

MAHMOOD, S.; ISHTIAQ, S.; YASIN, G.; IRSHAD, A. Dose dependent rhizospheric Ni toxicity evaluation: Membrane stability and antioxidant potential of *Vigna* species. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 73, n. 3, p. 378-384, 2016.

MARCHI, G.; GUELFILVA, D. R.; MALAQUIAS, J. V.; GUILHERME, L. R. G.; SPEHAR, C. R.; MARTINS, E. S. Solubility and availability of micronutrients extracted from silicate agrominerals. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, p. 1-12, 2020.

MESJASZ-PRZYBY, O. J.; NAKONIECZNY, M.; MIGULA, P.; AUGUSTYNIAK, M.; TARNAWSKA, M. M.; REIMOLD, W.U.; KOEBERL, C.; PRZYBY, O. W.; OWACKA, E. G. Uptake of cadmium, lead, nickel and zinc from soil and water solutions by the nickel hyperaccumulator *Berkheya coddii*. **Acta Biol. Cracov. Ser. Bot.**, v. 46, p. 75-85, 2004.

NASIBI, F.; HEIDARI, T.; ASRAR, Z.; MANSOORI, H. Effect of arginine pre-treatment on nickel accumulation and alleviation of the oxidative stress in *Hyoscyamus niger*. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 13, n. 3, p. 680-689, 2013.

OLIVEIRA, T. C.; FONTES, R. L. F.; REZENDE, S. T.; ALVAREZ, V. H. Effects of nickel and nitrogen soil fertilization on lettuce growth and urease activity. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 2013.

PINHEIRO, D. L. J.; AMARANTE, G. W. Recentes avanços em reações orgânicas catalisadas por níquel. **Química Nova**, v. 41, n. 9, p. 1033-1054, 2018.

PRASAD, M. N. V. Nickelophilous plants and their significance in phytotechnologies. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 17, n. 1, p. 113-128, 2005.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª Edição, Novo Hamburgo: Freevale, 2013, 227p.

REIS, M. M.; SANTOS, L. D. T.; SILVA, A. J.; PINHO, G. P.; ROCHA, L. M. Heavy metals in soils and forage grasses irrigated with Vieira River water, Montes Claros, Brazil, contaminated with sewage wastewater. **Ambiente & Água**, v. 15, n. 2, p. 1-11, 2020.

ROCHA, C. H. B.; COSTA, H. F.; AZEVEDO, L. P. Heavy metals in the São Mateus Stream Basin, Peixe River Basin, Paraíba do Sul River Basin, Brazil. **Ambiente & Água**, v. 14, n. 3, p. 1-13, 2019.

RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ, T. J.; OJEDA-BARRIOS; D. L.; BLANCO-MACÍAS, F.; VALDEZ-CEPEDA, R. D.; PARRA-QUEZADA, R. Urease and nickel in plant physiology. **Revista Chapingo**, v. 22, n. 2, p. 69-81, 2016.

SARWAR, N.; IMRAN, M.; SHAHEEN, M. R.; ISHAQUE, W.; KAMRAN, M. A.; MATLOOB, A.; REHIM, A.; HUSSAIN, S. Phytoremediation strategies for soils contaminated with heavy metals: Modifications and future perspectives. **Chemosphere**, v. 171, p. 710-721, 2017.

SILVA, L. S.; GALINDO, I. C. L.; NASCIMENTO, C. W. A.; GOMES, R. P.; FREITAS, L.; OLIVEIRA, I. A.; CAMPOS, M. C. C.; CUNHA, J. M. Heavy metals in waters used for human consumption and crop irrigation. **Ambiente & Água**, v. 13, n. 4, p. 1-10, 2018.

SYAM, N.; WARDIYATI, T.; MAGHFOER, M. D.; HANDAYANTO, E.; IBRAHIM, B.; MUCHDAR, A. Effect of Accumulator Plants on Growth and Nickel Accumulation of Soybean on Metal-Contaminated Soil. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 9, p. 13-19, 2016.

TOKUHO, M. Y. **Uso de Brassica juncea (L.) Czern, Helianthus annus L. e Mimosa bimucronata (DC.) O. Kuntze na fitorremediação de solos contaminados com chumbo e níquel.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

TORRES, N. G.; CAMARGOS, S. L.; WEBER, O. L. S.; MAAS, K. D. B.; SCARAMUZZA, W. L. M. P. Growth and micronutrient concentration in maize plants under nickel and lime applications. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 4, p. 796-804, 2016.

YADA, M. M.; MELO, W. J.; MELO, V. P. Elementos-traço no solo, na planta e no grão de plantas de milho cultivadas em latossolos tratados com lodo de esgoto por 16 anos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 2, p. 1371-1379, 2020.

YADAV, S. K. Heavy metals toxicity in plants: An overview on the role of glutathione and phytochelatins in heavy metal stress tolerance of plants. **South African Journal of Botany**, v. 76, p. 167–179, 2010.

ZENG, Z.; GAO, D.; GOU, J.; LI, G.; WANG, H.; NAN, Z. Absorption of crops grown in loess improved by sludge for heavy metals Ni and Cd in the seedling stage. **Procedia Environmental Sciences**, v. 31, p. 698-706, 2016.

ZENGIN, F. Physiological behavior of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Seedlings under metal stress. **Biological Research**, v. 46, n. 1, p. 79-85, 2013.

GASEIFICANDO IDEIAS: UTILIZAÇÃO DE PRÁTICAS CONSTRUTIVISTAS NO DESENVOLVIMENTO DO CONTEÚDO GASES

Ayla Marcia Cordeiro Bizerra ¹

Rony Almeida Aragão ²

Mariana Kelly de Oliveira ³

RESUMO

A diversificação de estratégias pedagógicas é um dos caminhos para possibilitar um ensino mais dinâmico e uma aprendizagem mais eficaz. Com isso, práticas interdisciplinares e contextualizadas – especificamente no ensino das ciências da natureza – podem promover uma aprendizagem com significado e permitem ao aluno tornar-se sujeito ativo na construção do próprio conhecimento. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo descrever a implementação de uma prática pedagógica interdisciplinar experimental e contextualizada para a abordagem do conteúdo gases. A intervenção intitulada “Gaseificando Ideias” foi desenvolvida em uma turma de 2º ano do ensino médio de uma escola pública na região do Alto Oeste, no estado do Rio Grande do Norte. Para sua execução, foram realizadas três etapas, sequenciadas em: dinâmica introdutória e aula expositiva dialogada; experimentos, desenvolvimento e avaliação do conteúdo; e construção de sala temática. Toda a intervenção foi planejada pelo professor regente e pesquisadores, e teve duração de 10h/a. Os resultados obtidos, no decorrer e no final da intervenção, demonstraram que o ensino baseado em práticas construtivistas proporcionara aos alunos participantes uma aprendizagem mais efetiva, pois a contextualização e a concreticidade do conteúdo favoreceram esse processo. Além disso, a dinâmica das atividades propiciou uma participação mais ativa do alunado, resultando em um maior engajamento e comprometimento em seus processos de elaboração conceitual. Observa-se, portanto, que a interdisciplinaridade, a experimentação e a contextualização podem contribuir para um ensino mais efetivo, facilitando a aprendizagem do conteúdo pelos discentes.

Palavras-chave: Ensino, Práticas construtivistas, Aprendizagem.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, a educação no Brasil vem passando por diversas transformações, onde é possível observar a utilização mais frequente de práticas de ensino diferenciadas, que contribuem para uma formação mais integral do alunado. Entretanto, percebe-se, ainda, o uso frequente de práticas tidas como mecanicistas ou tradicionais, onde se

¹ Doutora em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, ayla.bizerra@ifrn.edu.br

² Graduando do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, rony.a@escolar.ifrn.edu.br

³ Graduanda do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio

ensina o conteúdo determinado pelo livro didático, muitas vezes sem vínculo com a realidade, ou com o conhecimento do alunado. E isso ocorre especialmente em relação às disciplinas de ciências naturais, como química, física e biologia (BATISTA; COELHO; BARROCOS, 2016; GAMELEIRA; BIZERRA, 2019).

Rosa (2012) evidencia a fragilidade do ensino tradicional e a imposição de ações que busquem a superação dessa metodologia, demonstrando a necessidade de práticas pedagógicas que considerem os conhecimentos prévios, isto é, os saberes dos estudantes, para que possa promover através desses conhecimentos, uma aprendizagem contextualizada. Conforme Frison e Schwartz (2002, p.123), “no contexto escolar o professor é o principal responsável pela articulação dos fatores que motivam o aluno a buscar, a pesquisar e a construir conhecimentos, pelo estímulo em tornar a aprendizagem dinâmica e inovadora.” Com isso, o interesse dos alunos será instigado mediante a prática a ser desenvolvida, ou seja, através de um ensino próximo à realidade a qual o aluno está inserido, para que ele possa relacionar situações e saberes diversificados.

Segundo Silva e Baptista (2018, p. 91), “O ensino de ciências nas escolas tem sido alvo de muitas críticas, tanto por parte dos estudantes, quanto por parte da academia, que, em geral, consideram esse ensino descontextualizado, fora da realidade do educando.” A principal implicância disso, é que, o saber escolar se torna muitas vezes um conhecimento sem sentido para o aluno, pois não há uma aplicabilidade e/ou percepção de sua utilidade na vida comum. Esse cenário pode ser modificado com utilização metodologias de ensino que promovam a participação ativa dos discentes, e que sejam capazes de qualificar a aprendizagem deles, assim como, potencializar a prática docente.

Dessa maneira, práticas inovadoras e dinâmicas – como por exemplo, a interdisciplinaridade aliada à contextualização e experimentação – têm o potencial de tornar o ensino das ciências naturais mais atrativo para os discentes, pois há ênfase no uso de situações problemáticas vivenciadas em seu contexto. Segundo Amorim, Souza e Trópia (2009, p. 194), “a contextualização e a interdisciplinaridade são explicitadas como eixos complementares ao fazer pedagógico necessário para a discussão e transformação da sociedade”, e podem proporcionar aos alunos, conhecimentos mais enriquecidos, e aos professores, práxis mais desenvolvidas.

Desse modo, pode-se considerar a interdisciplinaridade “como um método de interação entre uma, duas ou mais disciplinas, podendo ocorrer com uma simples comunicação de ideias até a integração recíproca de finalidades, objetivos, conceitos, conteúdos e metodologia” (SANTOS; NUNES; VIANA, 2017, p. 162). Com isso, a correlação das disciplinas torna a

aprendizagem mais significativa, pois unifica-se os saberes diversificados. Por outro lado, a contextualização se inclui no ensino adequando a realidade da escola ao cotidiano dos educandos, trazendo consigo práticas/experiências advindas da localidade e/ou comunidade. Conforme Taha et al. (2017, p. 132):

[...] contextualizar o ensino refere-se a desenvolver nos alunos a compreensão de conteúdos conceituais a partir de suas experiências pessoais vivenciadas diariamente em sociedade e, esse fato deve ser considerado nos ambientes educacionais, visto que são espaços de formação pessoal e profissional (TAHA et al., 2017, p. 132).

Dessa maneira, um ensino interdisciplinar e contextualizado promove no docente um olhar mais reflexivo, diversificado e problematizador sobre sua(s) prática(s), ampliando seus conhecimentos e suas interações no ambiente escolar (RODRIGUES, 2018). O ensino com esse enfoque construtivista, além de unir os saberes, aproxima ainda mais os alunos à sua realidade, levando-os a uma melhor compreensão do conteúdo e ainda colocar em prática o conhecimento construído, favorecendo o desenvolvimento da criticidade e criatividade deles (WOHLENBERG, 2018; RODRIGUES, 2018).

Porém, a implementação de práticas construtivistas pelos docentes é um processo que apresenta algumas dificuldades, podendo-se citar especialmente, a complexidade de sua elaboração, tendo em vista que a maioria deles teve uma formação mecanicista e fragmentada do conhecimento (AUGUSTO; CALDEIRA, 2007).

Essas adversidades são mais enfatizadas no ensino das ciências da natureza, onde a falta de materiais específicos e espaço adequado, bem como a preferência dos alunos pelo ensino tradicional e a carência de conhecimentos básicos, também são apontadas, como dificuldades para implementação de práticas pedagógicas diversificadas (AUGUSTO; CALDEIRA, 2007). Por esses e outros motivos, ainda, observa-se a resistência de muitos docentes frente à novas metodologias de ensino, abstendo-se de ideias inovadoras e aderindo ao “comodismo profissional” (FERNANDES et al., 2018, p. 139).

Nas palavras de Longhi e Schroeder (2012, p. 548):

O ensino de ciências possui uma grande importância para a formação dos estudantes. Entendemos que esse ensino tem que ser significativo e não deve apenas centrar-se na aprendizagem passiva dos conceitos, uma vez que os conhecimentos necessitam ser transformados em novos significados e percepções sobre o mundo (LONGHI; SCHROEDER, 2012, p. 548).

É necessário, portanto, um ensino efetivo de ciências para a construção dos conhecimentos pelos discentes, proporcionando-lhes uma melhor formação. Segundo Cunha (2012, p. 92), “o interesse daquele que aprende passou a ser a força motora do processo de

aprendizagem, e o professor, o gerador de situações estimuladoras para aprendizagem.” Com base nisso, para que o interesse dos alunos seja provocado, é evidente a necessidade da interação de experiências entre os seus contextos e da realização de práticas relacionadas ao assunto trabalhado em sala de aula, especialmente quando se trata de ciências da natureza.

Desse modo, torna-se fundamental explicitar os conhecimentos científicos aportados na realidade dos alunos, pois além de enriquecer a aprendizagem deles, amplia o seu conhecimento de mundo. Assim, a contextualização proporciona um melhor entendimento daquilo que está sendo aprendido, facilitando também a compreensão de disciplinas ditas como complexas e abstratas, e desenvolvendo a curiosidade e criticidade nos alunos (GONÇALVES, 2018).

Portanto, são significativos os resultados adquiridos pelas práticas interdisciplinares e contextualizadas no ensino de química, física e biologia (disciplinas científicas e experimentais), que conduzem o aluno a ser protagonista no próprio processo de aprendizagem, e que também podem auxiliar na formação dos docentes, modificando e potencializando sua práxis. Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo descrever a implementação de uma prática pedagógica interdisciplinar experimental e contextualizada para a abordagem do conteúdo gases.

METODOLOGIA

3.1. A Natureza da pesquisa e Universo de Estudo

Esta pesquisa apresenta caráter qualitativo e participante, pois segundo Lakatos e Marconi (2011, p. 272), o método qualitativo tem como procedimento “[...] a coleta dos dados, a fim de poder elaborar a teoria de base, ou seja, o conjunto de conceitos, princípios e significados.” No caso deste trabalho, os dados qualitativos oriundos da prática realizada, foram o cerne da discussão da proposta. De acordo com Gil (2008), a pesquisa participante se assemelha a pesquisa-ação, na perspectiva de interação entre os pesquisadores e pesquisados na situação investigada. Em relação aos procedimentos realizados, os pesquisadores, assim como o professor regente da turma, participaram ativamente das etapas de elaboração e execução da proposta.

Este trabalho foi realizado com 36 alunos (30% meninas; 70% meninos) com faixa etária entre 15 e 17 anos, de uma turma do 2º ano (matutino) de uma escola estadual do Alto Oeste no Rio Grande do Norte.

3.2. Instrumentos de Coleta e Análise de dados

Os instrumentos utilizados para coletar os dados foram: i. Observação, requerida em todas as etapas deste trabalho; e ii. Questionário, aplicado na forma impressa em sala.

A observação é tida como “o uso dos sentidos com vista a adquirir os conhecimentos necessários para o cotidiano” (GIL, 2008, p.100), e nesse caso, observaram-se os alunos no decorrer do projeto com o intuito de identificar e perceber as ideias assimiladas, suas posturas e engajamento nas atividades realizadas. Assim, utilizou-se sistematicamente a observação na pesquisa como forma de obter situações individuais e coletivas de construção de conhecimento. Os dados, situações e fenômenos observados foram registrados em um diário de bordo.

O questionário é um instrumento de coleta de dados e pode ser definido como “um conjunto de perguntas sequenciadas, com o intuito de obter série de informações sobre os conhecimentos, por exemplo, construídos em sala de aula” (GIL, 2008, p. 121). Com isso, o questionário utilizado neste trabalho foi composto por 4 (quatro) questões problema - definidas como abertas - para identificação das ideias dos alunos a respeito do conteúdo estudado e sua relação com o cotidiano de uma forma ampla e pessoal.

Os resultados obtidos nas etapas deste trabalho foram analisados através da técnica de Análise de Conteúdo de Bardin (2004), constantemente utilizada nas áreas de ciências humanas, sociais e da natureza, para fins empíricos do estudo. Dessa maneira, a análise de conteúdo explanada pela autora caracteriza-se como um “conjunto de técnicas de análise das comunicações” (BARDIN, 2004, p. 41), com o intuito de obter dados diversos e sistematizá-los através de um método empírico.

Assim, submeteram-se os questionários às três fases ressaltadas por Bardin (2004): pré-análise, exploração do material e o tratamento de resultados. Na pré-análise tomou-se como base a leitura de todos os documentos necessários (questões problemas), como forma de sistematização de ideias. Posteriormente, utilizou-se a categorização ou codificação na exploração do material, com o objetivo de encontrar padrões nas respostas analisadas. Por fim, com o tratamento de resultados, buscou-se obter significados nas informações mensuradas nos questionários.

3.3. Etapas da pesquisa

A realização dessa proposta se dividiu em três etapas, sequenciadas em: i. dinâmica introdutória (obtenção dos conhecimentos prévios) e aula expositiva dialogada; ii. experimentos, desenvolvimento e avaliação do conteúdo; e iii. construção de sala temática.

3.3.1. Dinâmica introdutória e aula expositiva dialogada

Nessa primeira etapa foi realizada uma dinâmica introdutória com balões dispostos em um painel - 36 em sua totalidade - sendo que, 9 deles, continham papéis em branco e os demais possuíam perguntas contextualizadas sobre o conteúdo gases. Cada discente selecionou aleatoriamente um dos balões, e se houvesse questão, ela deveria ser respondida. Permitiu-se recorrer à ajuda de colegas nessa etapa.

Em seguida, realizou-se a aula expositiva dialogada - intitulada “Gaseificando Ideias” - com o auxílio de recursos como projetor multimídia, quadro e o livro didático, abordando os conceitos chaves sobre o conteúdo Gases, através de indagações e explanação interdisciplinar do conteúdo. A abordagem interdisciplinar se deu envolvendo conceitos de química, física e biologia, e relacionando-se ao contexto cotidiano, como por exemplo, interrelação entre os gases, suas características físicas e a vida na terra. No decorrer da aula, estimulou-se a participação dos estudantes, remetendo-os às questões da dinâmica dos balões através de suas resoluções e sanando as dúvidas e equívocos dos alunos.

Os discentes que obtiveram os papéis em branco na dinâmica introdutória foram divididos em três grupos, para realizarem experimentos de natureza investigativa sobre gases. Esses grupos também ficaram responsáveis pelas explicações dos experimentos, que deveriam ser apresentadas para toda a turma. Os experimentos foram realizados na etapa 2.

3.3.2. Experimentos, desenvolvimento e avaliação do conteúdo

A segunda etapa, iniciou-se com a realização dos experimentos pelas equipes em sala, onde cada grupo expôs os materiais necessários para a prática e uma justificativa científica para o ocorrido. Os procedimentos realizados enfatizavam as propriedades dos gases e são detalhados a seguir:

1. “*O gás exerce pressão*”: o objetivo desse experimento foi observar o comportamento de um líquido (no caso, a água) dentro de uma garrafa PET – perfurada na parte inferior – ao abrir e fechar o recipiente, isto é, submetendo-a a diferentes pressões.
2. “*O gás ocupa espaço?*”: a finalidade dessa prática foi verificar se uma folha de papel no fundo de um copo, molhava ou não, quando este era introduzido de cabeça para baixo em um recipiente com água.
3. “*O gás expande e contrai?*”: o experimento necessitou de um balão, uma garrafa PET e duas tigelas com água, quente e gelada. Com isso, submeteu-se o balão (encaixado na

garrafa) a temperaturas distintas, a fim de analisar o grau de agitação das partículas de um gás e sua influência na densidade.

Dessa forma, após as práticas experimentais, finalizou-se o conteúdo com o tópico Sistemas, ressaltando sua definição e classificação. Em seguida, a turma foi dividida em 5 grupos e foram dispostos 10 objetos (garrafa térmica, garrafa PET, seringa, botijão de gás, recipiente com tampa, aerossol, copo, panela de pressão, tubo de ensaio e balões) do cotidiano para que eles os classificassem de acordo com seus tipos de sistemas: aberto, fechado e isolado.

Por conseguinte, foram apresentadas quatro questões-problema para resolução em sala de aula, descritas a seguir:

1. Você estuda em uma sala de aula onde contém um ar condicionado e percebe que o aparelho de ar está ligado e trabalhando bem, porém a sala não está “esfriando”. Qual é a causa desse problema?
2. De manhã cedo, a mãe de José faz um café quentinho de “queimar a língua” e coloca-o dentro de uma garrafa térmica, para que seu filho possa levá-lo para seu pai que está trabalhando no sítio. No meio do caminho, distraído, José tropeça e deixa cair a garrafa de café do chão. Ele percebeu que não aconteceu nada com a garrafa, por isso, continuou a sua caminhada que não demorou muito. O pai de José, ao chegar em casa, falou que o café estava quase frio quando chegou no sítio. Qual é o problema?
3. João e sua família adoram tomar refrigerante após o almoço. Depois do término de uma refeição, ainda havia “sobrado” cajuína na garrafa. João, que não é bobo nem nada, pegou a garrafa que estava semiaberta e guardou-a na geladeira. No final da tarde, ele estava com uma vontade imensa de tomar aquele refrigerante geladinho, porém ao tomá-lo, percebeu que não tinha mais o gosto característico de refrigerante aberto na hora, sabe?! Ainda, descobriu que quase não havia bolhas saindo do recipiente. O que aconteceu? O que João poderia ter feito para armazenar a garrafa?
4. A mãe de Maria cozinha alguns legumes à tarde para colocar na salada no almoço. Mas antes de colocar os legumes na panela, ela deixa a água esquentar. Maria ao olhar a panela percebe algumas pequenas bolhas ao fundo, as quais acredita ser a água entrando em ebulição. Bruno, seu pai que é químico, diz que alguns gases são solúveis em água. Essa frase deixou Maria um pouco confusa. Então, teria gás dissolvido na água? Se sim, qual?

Como última etapa, propôs-se aos alunos a elaboração de uma sala temática, organizando-os em 9 grupos, nos quais 3 grupos iriam apresentar conceitualmente/teoricamente o conteúdo Gases e os demais realizariam experimentos simples sobre as substâncias gasosas presentes no cotidiano, utilizando materiais alternativos como: garrafa pet, bexigas, objetos plásticos e metálicos e entre outros. A avaliação dos grupos na sala temática foi realizada por dois professores de química, que adotaram os seguintes critérios de avaliação: clareza na explicação e uso de linguagem adequada; domínio sobre o assunto; organização da apresentação; criatividade para resolução do problema; emprego de recursos para a apresentação; habilidade para responder as perguntas; interdisciplinaridade e participação de todos os membros da equipe.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Conhecimentos prévios

Mediante os resultados obtidos na primeira dinâmica realizada no pátio da escola, foi possível observar que houve uma participação significativa por parte dos alunos, os quais se mantiveram interessados em responder as perguntas dos balões. Observou-se através das discussões no momento das resoluções das questões, que informações interdisciplinares e baseadas nas situações vivenciadas pelos alunos, os auxiliaram nos processos de resolução das questões.

É importante destacar a participação ativa do alunado desde o início ao final da atividade, onde eles discutiram as questões remetendo-se a situações por eles vivenciadas em algum momento. Dessa forma, conseguiu-se identificar que mesmo com o uso de uma linguagem não científica e mais informal, os alunos possuíam como conhecimentos prévios, conceitos como os de solubilidade, densidade, pressão e temperatura sobre os gases. É importante destacar que esses conceitos geralmente são abordados em sala de aula de maneira abstrata e com linguagem que pode causar confusão nos estudantes. Porém, identificou-se que o conhecimento e o conceito que eles possuem sobre esses temas - mesmo que não seja aquele de abordagem científica – apresenta caráter científico, pois segue às características próprias definidas pela ciência, porém, dentro de um contexto mais cotidiano e informal.

Segundo Brum e Schuhmacher (2013), Novak e Gowin conceituam o conhecimento prévio como “[...] o conhecimento ou consciência de algum objeto, caso ou ideia, mas que pressupõe um conjunto de outros conhecimentos, afetivos e contextuais, que igualmente configuram a estrutura cognitiva prévia do estudante que aprende.” Nesse sentido, vê-se a

relevância em trabalhar com os conhecimentos prévios dos alunos, visto que eles tornam possível a aquisição de ideias que podem ser utilizadas em novas situações, assim como na descoberta de novos conhecimentos. A partir desses conhecimentos identificados, pode-se (e deve-se) utilizá-los nas etapas seguintes, remetendo-se sempre a eles, para que os novos conceitos sejam a eles, associados. E isso foi feito, quando da abordagem dos conceitos na aula expositiva, onde as questões e suas resoluções foram retomadas e sempre tendo como ponto de partida o conhecimento dos estudantes previamente identificados.

O Quadro 1 apresenta algumas ideias e conhecimentos prévios ressaltados pelos alunos na dinâmica inicial.

Quadro 1 – Conhecimentos prévios obtidos.

Conhecimentos prévios
“O balão com hélio flutua no ar porque é menos pesado”
“A garrafa de refrigerante é um sistema fechado”
“O gás mais abundante na terra é o gás oxigênio”
“As partículas ficam mais rápidas quando ganham energia”
“Um copo com água é um sistema aberto”
“É perigoso colocar fogo no desodorante, pode explodir, uma vez colocaram um refil seco na fogueira e explodiu”
“As nuvens são feitas de água no estado gasoso”

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

4.2. Experimentação

As práticas experimentais investigativas realizadas tiveram por finalidade tornar esses alunos em sujeitos ativos na construção do próprio conhecimento, uma vez que “não são meros expectadores e receptores de conceitos, teorias e soluções prontas” (SUART, 2008, p. 27), bem como serem “partilhadores” de suas experiências e aprendizagens com o restante da turma.

Conforme Batista e Silva (2018, p. 99), “O ensino investigativo visa, entre outras coisas, que o aluno assuma algumas atitudes típicas do fazer científico, como indagar, refletir, discutir, observar, trocar ideias, argumentar, explicar e relatar suas descobertas.” Diante disso, os discentes apresentaram suas concepções científicas no desenvolvimento dos experimentos, como a pressão e espaço que os gases exercem, assim como suas variações.

Neste cenário, autores como Silva Júnior e Parreira (2016) e Guimarães (2009), apontam que o uso da experimentação em química pode ser uma aliada para fomentar a participação ativa dos sujeitos, em virtude da proximidade dos alunos aos modelos científicos, estimulando

a interdisciplinaridade, contextualização e o pensamento investigativo a respeito de situações reais do cotidiano.

Assim, com base na observação, analisou-se que a apresentação dos experimentos foi satisfatória, visto que os discentes conseguiram elaborar de forma crítica, possíveis resoluções para os problemas propostos, expondo cientificamente suas concepções, e realizaram sua exposição de conteúdo para a turma de forma clara. Ainda, foi observado que a interdisciplinaridade e contextualização estiveram presentes nas apresentações, pois eles conseguiram relacionar o conteúdo de química com outras áreas do conhecimento e situações cotidianas, dando uma visão mais ampla dos conceitos.

4.3. Dinâmica dos sistemas

Nessa dinâmica, organizou-se os alunos em cinco equipes subdivididas pelas cores amarela, vermelha, preta, azul e verde, destinados a classificarem os sistemas em: abertos, fechados e isolados. Três equipes – amarela, vermelha e preta – conseguiram acertar cinco dos dez sistemas. Em contrapartida, duas equipes – azul e verde – acertaram todos os sistemas, desempatando-as com base no tempo de execução da dinâmica, 41 s e 1 min, respectivamente (figura 1).

FIGURA 1 - Equipes Azul e Verde (dinâmica dos sistemas).



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Desse modo, a dinâmica contribuiu de forma significativa para a concreticidade do conteúdo estudado em sala, tendo em vista a participação e contribuição dos discentes na atividade. Com isso, pôde-se observar a aprendizagem dos discentes com base no número de acertos dos sistemas, pois todas as equipes, além dos acertos, preocuparam-se em discutir em conjunto os direcionamentos das placas aos sistemas, uma vez que os objetos expostos também

evidenciavam o cotidiano deles. Além disso, a atividade proporcionou interação entre os alunos, tornando a competição prazerosa e divertida.

4.4. Questões problemas

Após a explicação dos conteúdos e das dinâmicas realizadas, foram atribuídas questões problemas relacionadas à fatos do cotidiano dos alunos. As informações acerca da primeira questão estão explanadas no Quadro 2.

QUADRO 2 - Sistematização das repostas da questão 1.

Semelhanças	Transcrição de exemplos de respostas da Questão 1
Temperatura corporal	<i>“Porque a temperatura do nosso corpo está maior do que a do ar.”</i>
Troca de energia	<i>“A causa desse problema é por causa por que ocorre uma troca de energia [...]”</i>
Porta aberta	<i>“A porta aberta, por que o ar frio que está dentro sai.”</i>

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Neste contexto, os alunos evidenciaram bastante o fato de a temperatura corporal ser a principal causa do problema exposto, totalizando cerca de 44%. De fato, um aluno com maior calor (e, portanto, com uma maior temperatura corporal) transferirá energia a outro aluno em situação oposta, ou seja, ocorre uma transferência de energia entre os corpos, do mais agitado ao menos agitado. Assim, os alunos assimilaram o aquecimento da sala à euforia dos próprios integrantes no ambiente, que acabaram vibrando ainda mais as moléculas “frias” dos gases presentes.

Dessa forma, percebem-se ainda os registros de pontos direcionados ao sistema de pesquisa (sala de aula), como sendo um ambiente propício a mudanças de temperatura, em detrimento de ser um ambiente aberto. Logo, os alunos também relacionaram o fato do mau funcionamento do processo de climatização da sala à porta aberta, uma vez que o ar mais quente é mais veloz do que o ar frio. Ou seja, a frequência na abertura da sala de aula possibilitou a entrada de moléculas em estado vibracional maior, com energia superior, tornando a sala quente. Desse modo, cerca de 31% dos alunos responderam utilizando esse padrão de resposta.

Com isso, uma das principais causas do não resfriamento da sala está diretamente relacionada com a transferência de energia, seja entre pessoas ou ambientes. Diante disso, o

que motivou, possivelmente, os alunos a resolução da questão foi a grande movimentação deles em sala de aula, isto é, a movimentação causou maior agitação das partículas dos gases, deixando-as com mais energia e tornando o ambiente mais quente. Contudo, o percentual de alunos que direcionou suas respostas utilizando a expressão “troca de energia” foi de 25%. Embora as respostas tenham apresentado padrões diferentes, todas as categorias representam o mesmo processo, porém, dito de maneiras diferentes. Assim, considera-se que a nível conceitual, todos os alunos assimilaram o conceito de troca de energia.

O Quadro 3 apresentam uma síntese do padrão de respostas dos alunos para a questão problema 2.

QUADRO 3 - Sistematização das repostas da questão 2.

Semelhanças	Transcrição de exemplos de respostas da Questão 2
Danificação do material	<i>“Provavelmente no momento da queda o material que faz o isolamento térmico da garrafa foi danificado, o que fez com que o líquido perdesse calor.”</i>
Garrafa aberta	<i>“[...] ao cair, a tampa da garrafa deve ter ficado semi aberta, a qual fez com que o café esfriasse.”</i>

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Na questão 2 foi utilizado como exemplo de sistema isolado, uma garrafa térmica que possui internamente um material isolante, facilmente quebradiço. A garrafa dispõe de materiais que diminuem a troca de energia, preservando por mais tempo a temperatura da substância inserida, inibindo qualquer interferência com o ambiente externo. Tendo em vista essa concepção e sua contextualização com o cotidiano dos alunos, tornou-se perceptível um dos prováveis problemas da questão analisada: a danificação do isolante térmico. Assim, aproximadamente 57% dos alunos enfatizaram esse padrão de resposta.

À vista disso, cerca de 43% dos alunos mensuraram a abertura na garrafa térmica como a possível causa do problema, influenciando de fato na diminuição do calor interno e, consequentemente, no resfriamento do líquido. Isso se dá devido a trocas de energia entre o ambiente interno com o externo (ou vice-versa). Como ressaltado na resolução da questão 2 pelos alunos, o recipiente térmico poderia apresentar alguma abertura que ocasionasse a situação descrita. O mesmo padrão observado na questão 1, também pôde ser observado aqui, onde, os alunos enfatizam o processo, compreendem-no, mas não o definem com os conceitos químicos ou físicos. Nesse caso, a danificação do isolante ou abertura da garrafa, relacionam-

se diretamente sobre o sistema deixar de ser isolado, passando a ser aberto, e permitindo a troca de calor.

Em seguida, no Quadro 4, expõe-se a descrição das informações dadas pelos alunos referentes à terceira questão problema.

QUADRO 4 - Sistematização das repostas da questão 3.

Semelhanças	Transcrição de exemplos de respostas da Questão 3
Abertura e armazenamento do recipiente	<i>“A garrafa passou um bom tempo com a tampa semiaberta e o gás saiu. Ele poderia ter fechado a garrafa o mais rápido possível.”</i>
Gás carbônico	<i>“Não tinha gás carbônico dentro da garrafa, e para conservar é só fechar bem.”</i>
Pressão no recipiente	<i>“A pressão baixou depois de o recipiente ter ficado aberto.”</i>

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

No momento da apresentação do conteúdo, foi evidenciado em sala de aula que os gases, com a redução da pressão, diminuía o seu fator de solubilidade no líquido (no caso, o refrigerante). Diante disso, os alunos deduziram o fato de a bebida ter “perdido o sabor”, à perda do gás no recipiente, devido alguma abertura existente. Portanto, 77% dos alunos enfatizaram a causa do problema como sendo a abertura e o armazenamento o recipiente, em razão do fato do gás ter “escapado” da superfície do líquido.

Por conseguinte, outro fator cogitado para a resolução da questão foi diminuição de bolhas na garrafa, em detrimento ao gás ter saído. Esse gás nomeado, majoritariamente, pelos alunos como gás carbônico, quando recebe determinada quantidade de energia do meio externo e por ter sua pressão reduzida não consegue mais se manter no recipiente. Tecnicamente a substância gasosa, ou, não está mais dissolvida no líquido, ou está, mas em pequenas quantidades, já que o grau de agitação das moléculas mudou. Contudo, com esses conceitos, cerca de 17% da turma deduziram que a evasão do gás carbônico casou a ausência de sabor e bolhas no produto apresentado.

Ainda, uma porcentagem de alunos (aproximadamente 6%) relacionaram suas respostas especificamente à diminuição da pressão na bebida. Assim, quando a embalagem está lacrada, o gás permanece dissolvido no líquido e, com isso, as partículas ficam colidindo entre elas e entre as paredes do recipiente, causando uma maior pressão interna e possibilitando que a substância gasosa se mantenha devidamente na mistura.

Segundo Fonseca (2016) em um sistema aberto a pressão é constante, no caso a pressão atmosférica, a qual essa força faz com que os gases se dissolvam na água. Entretanto, quando o sistema fornece energia às partículas dos gases, o processo vibracional tende a aumentar, formando as bolhas no fundo do recipiente que sobem a superfície e são liberadas ao ambiente. Desse modo, as informações referentes à quarta questão problema mostraram-se, majoritariamente igualitárias, pois de maneiras diferentes os alunos apresentaram a mesma justificativa para a resolução do problema.

Assim, observa-se qualitativamente um desempenho positivo dessas questões problemas como recurso didático, visto que houve criticidade e contextualização na resolução dos itens, observando o uso adequado dos conceitos químicos, embora sem expressá-los com linguagem mais formal. Ressalta-se que, problemas com esse enfoque, baseado no cotidiano dos discentes, evidenciam um pensamento mais crítico e científico diante de situações frequentes, dando margem a uma aprendizagem mais enriquecedora e concreta no ensino de química.

4.5. Sala temática

Por fim, a intervenção foi encerrada com a proposição de uma sala temática que, a princípio, os alunos esboçaram interesse e curiosidade para desenvolvê-la. Com isso, a turma realizou apresentações muito satisfatórias, tanto os grupos concedidos com a teoria e conceitos dos Gases quanto os que executaram algumas práticas experimentais (figura 2). Observou-se clareza e postura dos alunos no momento da apresentação, expondo também uma visão mais contextualizada do assunto ou prática experimental no cotidiano. Além disso, houve a participação conjunta de grande parte da turma no aspecto estético da sala, com banners e ornamentos variados (figura 2).

FIGURA 2 - Sala temática.



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Com relação às fichas de avaliação destinadas aos professores/avaliadores, analisaram-se resultados positivos em vários critérios, como: i. contextualização e interdisciplinaridade - percebeu-se a relação dos conhecimentos científicos entre diferentes ambientes, como também entre as disciplinas; ii. criatividade - os discentes se atentaram a estética e dinamicidade das apresentação; e iii. características empíricas dos alunos, como por exemplo postura, clareza e domínio do assunto, foram devidamente explorados, uma vez que eles conseguiram expor os conhecimentos químicos necessários para a aprendizagem.

Com base em trabalhos da literatura, nota-se o cunho significativo da sala temática no processo educativo, evidenciando o aluno como protagonista no desenvolvimento da aprendizagem (QUEIROZ; OLIVEIRA, 2019). Com isso, percebe-se ainda a comunicação e organização conjunta dos grupos para o desenvolvimento da sala temática, trazendo explicações plausíveis e pertinentes acerca dos fenômenos químicos construídos a partir da realidade do aluno (SILVA; MARQUES; PERCEVAL; GOMES, 2017).

Contudo, nota-se a importância dessa atividade na aprendizagem dos conceitos químicos dos alunos, tendo em vista que podem ser explorados diferentes segmentos do conteúdo gases que ajudem no processo de construção do conhecimento, possibilitando a exposição de pôsteres e de práticas experimentais em sala de aula, ou seja, participação ativa dos alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que a metodologia utilizada neste trabalho foi de grande importância para a aprendizagem do alunado, uma vez que houve a participação ativa de todos nas aulas e práticas desenvolvidas fora e dentro de sala de aula. Além disso, pôde-se perceber uma desenvoltura mais crítica dos alunos ao apresentarem o assunto de forma interdisciplinar e contextualizada, e, observando-se o interesse contínuo da turma pelo assunto durante toda a intervenção. É importante destacar, que considerar o conhecimento do aluno - ainda que este não seja explicitado em termos científicos ou com linguagem mais rebuscada, mas, utilizando-se da linguagem comum - pode e deve fazer parte da identificação do processo de apropriação do conhecimento por parte dos estudantes. O fato de o estudante entender o conceito na prática e não conseguir expressá-lo conforme definições didáticas ou literais, não deve ser uma barreira para identificação de sua aprendizagem. Evidenciamos isso durante a intervenção. Quando se

fala em contextualização dos conhecimentos, esse processo também deve ser considerado, e é isso que principalmente pontuamos com a intervenção realizada. Portanto, destaca-se que o envolvimento de práticas construtivistas, abordagem do cotidiano e dinamicidade, corroboram para uma melhor assimilação dos conhecimentos, pois demonstram formas diversificadas de aprender e atraem o aluno para ser partícipe de seus processos de elaboração conceitual. E por fim, acreditamos que contextualização se apresenta no ensino como forma de melhorar a construção do conhecimento, apresentando aos discentes situações que concretizem aquilo que foi estudado em sala de aula, tornando possíveis as relações entre diferentes contextos, possibilitando a construção e o vínculo entre os conceitos apresentados (SANTOS; NUNES; VIANA, 2017).

REFERÊNCIAS

AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A. Dificuldades para implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais apontadas por professores da área de ciências da natureza. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 139-154, 2007.

BRUM, W. P.; SCHUHMACHER, E. As compreensões dos estudantes acerca do conhecimento sobre ótica: análise de uma atividade para o estudo de fenômenos da natureza, **Revista Areté**, Manaus, v. 6, n. 11, p. 166-178, jul./dez. 2013.

AMORIM, F.; SOUZA, C. P.; TRÓPIA, G. Interdisciplinaridade, contextualização e pesquisa-ação: influência de um curso de formação continuada de professores de ciências na prática docente. In: **VII Enpec - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, SC, Brasil, 7, 2009.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2004.

BATISTA, M. L. M.; COELHO, I. S.; BARROCAS, R. Aprendizagem significativa e interdisciplinaridade – relato de prática. **UNISANTA Humanitas**, Santos, v. 5, n. 3, p. 230-239, 2016.

BATISTA, R. F. M.; SILVA, C. C. A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 97-110, set./dez., 2018.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 92-98, maio. 2012.

FERNANDES, A. M. M.; MARINHO, G. O.; BATISTA, M. D.; OLIVEIRA, G. F. O. Construtivismo na Educação. **Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, Jaboaão dos Guararapes, v. 12, n. 40, p. 138-150, 2018.

FONSECA, M. R. M. **Química**: ensino médio. 2ª ed. São Paulo, SP: Ática, 2016.

FRISON, L. M. B.; SCHWARTZ, S. Motivação e aprendizagem: avanços na prática pedagógica. **Ciências e Letras**, Porto Alegre, n. 32, p. 117-131, 2002.

GAMELEIRA, S. T.; BIZERRA, A. M. C. Identificação de conhecimentos prévios através de situações-problema. **Revista Educação, Cultura e Sociedade**, Sinop, v. 9, n. 2, jul./dez. 2019.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo, SP: Atlas, 2008.

GONÇALVES, J. L. B. **A feira de ciências como possibilidade de potencializar o processo de ensino-aprendizagem na área de ciências na natureza e matemática e a Escola Agrotécnica – Sumé – PB**. MONOGRAFIA (Licenciado em Educação de Campo) - Universidade Federal de Campina Grande - CDSA, Sumé, PB, Brasil, 2018.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 198–202, ago. 2009.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

LONGHI, A.; SCHROEDER, E. Clubes de Ciências: o que pensam os professores coordenadores sobre ciência, natureza da ciência e iniciação científica numa rede municipal de ensino. REEC. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 547-564, 2012.

QUEIROZ, G. A.; OLIVEIRA, D. P. A. PENSAR E FAZER GEOGRAFIA: a sala temática como estratégia metodológica para o aprendizado significativo no processo de formação docente. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 9, n. 17, p. 357-367, jan./jun., 2019.

RODRIGUES, A. K. F. da S. **Interdisciplinaridade e contextualização: Perspectivas do ENEM e implicações à prática do professor de Ciências**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática -

PPGECM, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil, 2018.

ROSA, A. B. **Aula diferenciada e seus efeitos na aprendizagem dos alunos: o que os professores de biologia têm a dizer sobre isso?** TCC (Graduada em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Porto Alegre, RS, Brasil, 2012.

SANTOS, F. P.; NUNES, C. M. F.; VIANA, M. C. V. Currículo, interdisciplinaridade e contextualização na disciplina de Matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 157-181, 2017.

SILVA, M. L.S.; BAPTISTA, G. C. S. Conhecimento tradicional como instrumento para dinamização do currículo e ensino de ciências. **Gaia Scientia**, v. 12, n. 4, p. 90-104, 2018.

SILVA JÚNIOR, E. A.; PARREIRA, G. G. Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino da Química no ensino médio. **Revista Tecnia**, v. 1, n. 1, jan./jun., 2016.

SILVA, E. R. A.; MARQUES, S. G.; PERCEVAL, V.O.; GOMES, C. H. Utilização da abordagem temática em aulas de ciências: relato de experiência em sala de aula. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 12, n. 5, p. 293-301, 2017.

SUART, R.C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativa**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil, 2008.

TAHA, M.S.; SOUZA, A.; LOPES, C.S.; LIMA, E.; CORTEZ, M. . Valor nutricional dos alimentos: uma situação de estudo à contextualização e interdisciplinaridade no ensino de ciências. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje las Ciencias**, Bogotá, v. 12, n. 2, p. 131-141, 2017.

WOHLENBERG, P. **Importância da interdisciplinaridade no processo de ensino/aprendizagem dentro do espaço escolar**. TCC (Graduada em História) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijuí, Três Passos, RS, Brasil, 2018.

MONITORAMENTO DA COBERTURA CORALÍNEA DO AMBIENTE RECIFAL DA PRAIA DO CABO BRANCO, JOÃO PESSOA – PB

Michelle Gomes Santos¹
Luan Medeiros Santos²
Marisa de Oliveira Apolinário³
Jandson Lucas Camelo da Silva⁴

RESUMO

Os corais escleractíneos (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia) são organismos invertebrados e principais construtores de recifes de coral e ambientes recifais, ecossistemas marinhos de importante relevância ecológica. Em face às ameaças e danos ambientais sofridos por esses ecossistemas, o monitoramento da saúde dos ambientes recifais é uma meta global de conservação e preservação. O objetivo do presente trabalho foi monitorar a cobertura coralínea do ambiente recifal da praia do Cabo Branco João Pessoa – PB, descrevendo o estado de saúde do referido ambiente a partir de dados abióticos e bióticos (diversidade de espécies de corais, quantidades de colônias e recrutas, além da ocorrência de branqueamento). O período de realização da pesquisa foi de agosto/2016 a julho/2017 (ciclo anual). A metodologia empregada foi o censo visual por meio de transectos, pelo procedimento adaptado do “AGRRR PROTOCOLS” e do protocolo *Coral Watch*®. Dentre os resultados, observou-se que as variáveis abióticas estavam dentro de padrões normalmente registrados para a área. Foram registradas 283 colônias da espécie *Siderastrea stellata* Verrill, 1868. Em relação à ocorrência de branqueamento, 33% das colônias registradas apresentaram sinais desse tipo de condição. Houve também o registro de 28 recrutas, o que indica que este ambiente recifal está reprodutivamente ativo.

Palavras-chave: Ambientes recifais rasos, Scleractinia, Branqueamento, Temperatura superficial da água do mar.

INTRODUÇÃO

Os recifes de corais são estruturas resistentes, compostas por alguns organismos marinhos (corais, algas calcárias e moluscos) que provêm a arquitetura recifal com o carbonato de cálcio (CaCO₃) derivado de exoesqueletos e demais estruturas calcárias (bioconstrução). Tão importantes quanto os recifes de corais são os ambientes recifais, sendo estes últimos, estruturas formadas por arenitos de praia (trabalhados pela ação do mar nos terraços de abrasão marinha) os quais fornecem substrato duro para a fixação da fauna

¹ Profª Doutora, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande (CES/UFCG), michellelegs@ufcg.edu.br, michelle.gomes@professor.ufcg.edu.br ;

² Especialista em Educação Ambiental e Geografia do Semiárido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), l.u.a.n15@hotmail.com;

³ Profª Doutora, Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande (CES/UFCG), marisapoli@ufcg.edu.br;

⁴ Graduando pelo Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas no Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande (CES/UFCG), jandson_lucas@hotmail.com

bentônica, da qual emerge como principal a fauna coralínea associada (CASTRO; HUBER, 2012; STEINER et al., 2015).

Segundo Ferreira e Maida (2006) e também Castro e Huber (2012), os recifes de corais e ambientes recifais são os ecossistemas marinhos mais ricos e mais complexos de todos. Esses ambientes desempenham diversos papéis ecológicos, tais como: espaços para a vida de várias espécies de organismos (biodiversidade), barreiras naturais de proteção à costa (quebrando grande parte da força do hidrodinamismo na sua interação com o litoral), berçários para o ciclo de vida de muitas espécies marinhas, provisão de alimento nas teias tróficas, alta taxa de produtividade, entre outros aspectos.

Os corais são cnidários da classe Anthozoa, ordem Scleractinia. São organismos marinhos bentônicos de hábito solitário ou coloniais (maioria das espécies), podendo viver em simbiose com microalgas simbiotes - as zooxantelas (corais zooxantelados) ou não (corais azooxantelados). Os corais escleractíneos zooxantelados são os principais organismos construtores dos recifes de corais (CASTRO; HUBER, 2012). Além desses organismos, algas secretoras de carbonato de cálcio como *Lithothamnium spp.* e *Halimeda spp.* também participam ativamente da estrutura recifal. Este arranjo de composição é fundamental para o processo de construção dos recifes de corais, estruturas de composição principalmente carbonática, muito resistentes (MOURA, 2016).

Comunidades coralíneas estão registradas no Brasil desde o parcel de Manuel Luís (Maranhão) até os recifes de Abrolhos (Bahia), além de ilhas oceânicas como o Atol das Rocas e Fernando de Noronha. Esses organismos integram uma fauna rica e assumem um determinado grau de relevância à medida que se tornam fundamentais para a manutenção do equilíbrio no ecossistema marinho (FERREIRA; MAIDA, 2006; LEÃO et al., 2015).

No entanto, mesmo com o conhecimento construído sobre tais estruturas biológicas, os recifes de corais e ambientes recifais enfrentam, em grande parte devido a ações antropogênicas, ameaças diversas e crescentes. Tais condições, agindo em escala macro e microscópica de forma sinérgica (inclusive com fenômenos naturais), têm resultado na perda progressiva da saúde de tais ambientes, traduzida principalmente na morte dos corais escleractínios. Vale salientar que os corais escleractínios são tidos como corais “verdadeiros”, eles atuam efetivamente na construção dos recifes, assumindo importância basilar para a estrutura recifal (VERON, 2008; AMARAL et al, 2009; WILKINSON, 2008; MMA, 2009; LEÃO et al., 2003; 2016, BARRADAS et al., 2012; CEMBRA, 2019; TURRA et al., 2020).

Dentre as principais ameaças aos recifes de corais e ambientes recifais, encontram-se a poluição marinha, as alterações climáticas, a exploração de recursos naturais, e a degradação

do ambiente físico. Exemplos respectivos de tais ameaças são: contaminação por substâncias químicas (orgânicas e inorgânicas) além de resíduos sólidos, aquecimento global e efeito estufa, sobrepesca, e turismo desordenado (CASTRO; HUBER, 2012; CEMBRA, 2019; TURRA et al., 2020).

Há uma mobilização na comunidade científica com o intuito de se entender como ocorrem essas mudanças nesse ecossistema e como estas afetam as mais diversas espécies do ambiente marinho, sendo que é evidente a urgente necessidade de adoção de medidas, tais como o monitoramento dessas áreas, para que se observem os aspectos de causa e efeito. Na visão de Ferreira e Maida (2006) o monitoramento de recifes de coral é especialmente importante devido à correlação encontrada entre os eventos de branqueamento, fenômeno que vem danificando os recifes de coral no mundo todo e mudanças climáticas globais (CAMPOS, 2014; TURRA; MAIA, 2015; CEMBRA, 2019).

No tocante à relevância estratégica dos corais no cenário de ameaças aos ambientes recifais e recifes de corais, soma-se o fato de que os mesmos são organismos bioindicadores e, junto com seu papel construtor de recifes, os coloca em posição de destaque na lista de organismos que refletem a ação de fatores ambientais e que mantêm ambientes tridimensionais para o desenvolvimento da vida no ambiente marinho (CASTRO; HUBER, 2012; COSTA; SASSI; LIRA, 2008; VERON, 2008).

Considerando que 70% do oxigênio que respiramos vêm dos mares (principalmente pela atividade do fitoplâncton, base da cadeia trófica marinha), a saúde do ambiente marinho é foco de interesse tanto da comunidade científica quanto da sociedade em geral. Morte dos corais e perda dos recifes e ambientes recifais representam ainda uma quebra na cadeia trófica, baixa na produção pesqueira, degradação litorânea e perda da sustentabilidade de comunidades marinhas (CASTRO; HUBER, 2012).

A necessidade de monitoramento dos recifes de corais e ambientes recifais, no Brasil e no mundo, é atendida em parte pelas ações de institutos e universidades através de projetos permanentes e marcos regulatórios para a sistematização, padronização e continuidade desse tipo de acompanhamento da saúde ambiental (FERREIRA; MAIDA, 2006; DAWOOD, 2016; NOAA, 2016; ZILBERG et al., 2016). Dentre os ambientes recifais costeiros rasos do nordeste brasileiro, o ambiente recifal da praia do Cabo Branco, João Pessoa (estado da Paraíba) é uma área importante para o acompanhamento da saúde da comunidade coralínea. De acordo com Laborel-Delguen e colaboradores (2019), na região de Cabo Branco há apenas alguns recifes de arenito fragmentados com uma zona de entremarés rochosa. Os bancos

visíveis ao largo da costa são afloramentos rochosos (“*beach rocks*”) com uma cobertura baixa de corais.

Todavia, uma vez que a referida região possui características naturais que interferem diretamente na comunidade bentônica (presença de uma falésia viva em constante alteração geomorfológica pela ação da hidrodinâmica das marés, gerando grande aporte de sedimentos argilosos para a água do mar), ter a ocorrência do coral *Siderastrea stellata* Verrill, 1868 (espécie caracterizada por ser de grande resistência a ação de fatores ambientais naturais) e ser um ambiente logisticamente acessível, torna-se ideal para estudos de monitoramento de impactos ambientais. Ao longo dos anos, este ambiente vem sofrendo várias transformações naturais e de origem antropogênica, que vêm desencadeando um processo erosivo violento. Houve muitos debates sobre a intervenção física neste ambiente no tocante às ações a serem implementadas (QUEIROZ, 2015) e, no início de 2019, a prefeitura de João Pessoa começou a realizar intervenções diretas na faixa de areia da praia do Cabo Branco. Assim, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar o estado de saúde dos corais do ambiente recifal da Praia do Cabo Branco, com ênfase no possível registro de ocorrência de branqueamento nas colônias, relacionando com a descrição de algumas variáveis abióticas.

METODOLOGIA

Área de Estudo.

A Praia de Cabo Branco, está localizada no município de João Pessoa, estado da Paraíba ($7^{\circ}16'19''$ S, $34^{\circ}48'07''$ W), a 30 quilômetros ao Sul do litoral. Tem como característica principal a presença de uma falésia viva na praia, a qual insere continuamente na água do mar um grande aporte de sedimento argiloso (Fig.1 e Fig.2).

Atividades de Campo.

A coleta de dados em campo compreendeu um ciclo anual, com início no mês de agosto de 2016 (primeira zona e primeiros transectos), e término no mês de julho de 2017, para a finalização dos registros fotográficos e medidas finais (Quadro 1).

Figura 1: Vista aérea da falésia do Cabo Branco (João Pessoa-PB) evidenciando construções turísticas (A) e o contato do mar com a estrutura da falésia (B).

A



Fonte: <<https://kekanto.com.br/biz/praiado-cabo-branco>> Acesso em: 03/Fevereiro/2017

B



Fonte: <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=980482>> Acesso em: 03 fev. 2017.

Figura 2: Detalhe da falésia do Cabo Branco (João Pessoa – PB) evidenciando arenitos expostos na zona entremarés da praia do Cabo Branco na base da estrutura da falésia.



Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Quadro 1: Atividades em campo, ambiente recifal da Praia do Cabo Branco (João Pessoa-PB), entre agosto de 2016 e julho de 2017.

COLETA	MÊS	DATA	MARÉ	HORA
1	Agosto/2016	31/08/2016 (4ª feira)	0,2m	09h47
2	Setembro/2016	17/09/2016 (Sábado)	0,0m	10h34
3	Outubro/2016	30/10/2016 (Domingo)	0,3m	09h56
4	Novembro/2016	14/11/2016 (2ª feira)	0,1m	09h49
5	Dezembro/2016	14/12/2016 (4ª feira)	0,1m	10h19
6	Janeiro/2017	30/01/2017 (2ª feira)	0,3m	11h49
7	Fevereiro/2017	25/02/2017 (5ª feira)	0,3m	09h38
8	Março/2017	28/03/2017 (3ª feira)	0,0m	10h32
9	Abril/2017	10/04/2017 (2ª feira)	0,3m	09h54
10	Mai/2017	29/05/2017 (2ª feira)	0,2m	13h11
11	Junho/2017	27/06/2017 (3ª feira)	0,2m	12h58
12	Julho/2017	26/07/2017 (4ª feira)	0,2m	12h36

Fonte: adaptado de <https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>, 2016-2017.

Dados Abióticos.

As variáveis abióticas foram mensuradas através de técnicas padronizadas (Quadro 2). Para a medição da temperatura superficial da água utilizou-se um termômetro de mercúrio simples. A verificação da salinidade foi realizada através de refratômetro manual. Com relação aos dados de sedimentos em suspensão, a amostra água do mar foi coletada em três réplicas de 1 litro, sendo posteriormente processadas no Laboratório de Pesquisa de Invertebrados Marinhos (LAPEIMAR), do Centro de Educação e Saúde, da Universidade Federal de Campina Grande (CES/UFCG).

Quadro 2: Descrição das variáveis abióticas.

	VARIÁVEL	MÉTODO	UNIDADE
1	Temperatura Superficial da Água do Mar (TSAMar)	Medição direta em campo (termômetro de mercúrio), construção do banco de dados em laboratório	°C
2	Salinidade	Medição direta em campo, construção do banco de dados em laboratório.	Adimensional
3	Sedimentos em Suspensão na Água do Mar (SSAMar)	Filtragem de amostrar através de filtro qualitativo e bomba a vácuo posterior com pesagem do filtro.	mg/L
4	Oxigênio Dissolvido (OD)	Coleta das amostras de água em campo, com garrafas de âmbar e fixação do conteúdo de O ² ainda em campo. No laboratório, determinação da concentração de O ² por titulação. Construção do banco de dados em laboratório	ml/L

Fonte: dados da pesquisa, 2016.

Dados Bióticos.

A coleta de dados relacionados aos corais ocorreu de modo que o ambiente físico foi dividido em três zonas de prospecção (Fig. 4A). Utilizou-se o método de amostragem indireto por censo visual, por meio de transectos, num procedimento adaptado do protocolo “*AGRRA PROTOCOLS version 5.4*” elaborado pela AGRRA© (*Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment*) (LANG et al., 2010; LEÃO et al., 2015). Utilizou-se um bastão métrico de 1m com marcações de intervalos de 10 cm ao longo do bastão para a aplicação de BT (Transecto em Banda) e também uma régua de plástico. O levantamento cobriu parte do ambiente (separado em sítios, os sítios divididos em zonas, e cada zona é subdividida em transectos horizontais), totalizando cinco transectos para cada zona coberta. As linhas traçadas pelo transecto foram feitas de 20 metros cada, com uma diferença de cinco metros entre cada linha.

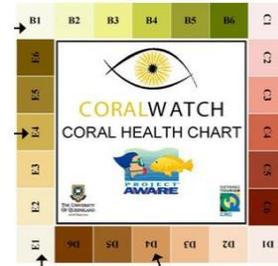
Figura 4: Esquema ilustrativo destacando as zonas e linhas de transectos feitos no ambiente recifal (A) e o Coral Health Chart, utilizado para medir o nível de branqueamento que as colônias na praia do Cabo Branco (João Pessoa-PB, 2016).

A



Fonte: adaptado de PRAXEDES, Rayran, 2016.

B



Fonte: Coral Watch, 2016.

A condição de saúde foi medida através do protocolo *Coral Watch*© o qual mostra o processo de branqueamento que as colônias estão sujeitas, mediante o *Coral Health Chart* (Coral Watch© 2016) (Fig. 4B) (MARSHALL et al., 2012). Os registros das espécies locais foram feitos por meio de amostragem indireta por registro fotográfico digital, e corais foram fotografadas no próprio campo e ambiente recifal. O emprego dessa metodologia no estudo de organismos bênticos, visa à preservação e à conservação do ambiente e de sua fauna. Foram analisados os seguintes dados (Quadro 3):

Quadro 3: Descrição das variáveis bióticas estudadas.

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO
1. Espécie de Coral	Identificação do animal ao menor nível taxonômico
2. Condição de Saúde	Verificação da presença/ausência de branqueamento
3. Estágio de Branqueamento	Grau de branqueamento da colônia
4. Desenvolvimento da Colônia	Identificação de recruta (colônias com tamanhos característicos de cada espécie)
5. Outras doenças	Verificação de ocorrência de outras doenças de corais (que não são o branqueamento)

Fonte: dados da pesquisa, 2016.

Tratamento dos Dados.

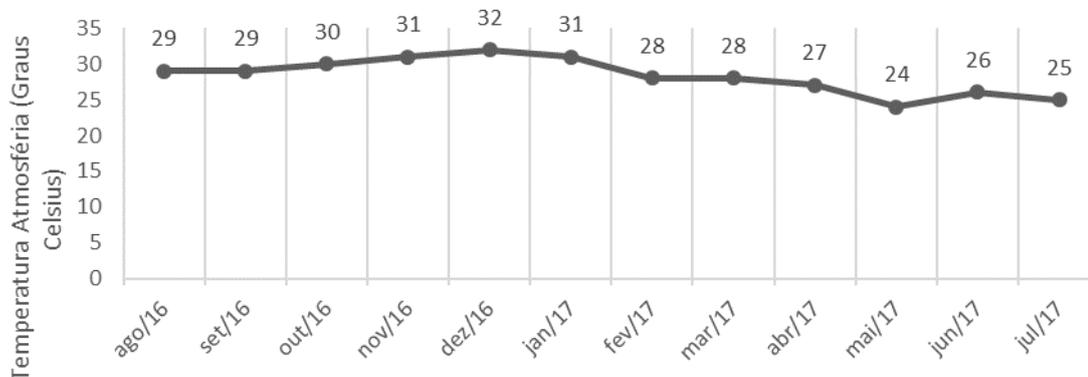
Os dados foram trabalhados no programa STATISTICA – versão 13, através da estatística descritiva dos dados quantitativos, determinando-se as frequências simples e relativas percentuais, valores de média e de desvio padrão (dp). Os resultados foram apresentados em forma de tabelas e gráficos (ZAR, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descrição das condições abióticas do ambiente recifal do Cabo Branco.

A temperatura atmosférica variou numericamente, com o registro da mínima de 24 °C no mês de maio de 2017 e pico máximo de 32 °C no mês de dezembro de 2016 (Gráfico 1), com média de 28,33 °C ($\pm 2,50$ dp).

Gráfico 1: Variação da temperatura atmosférica (média, em °C), na praia do Cabo Branco (João pessoa – PB), 2016/2017.

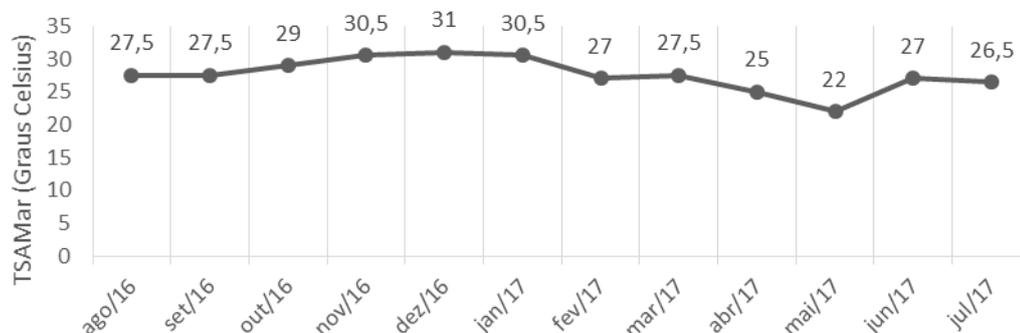


Fonte: INMET, 2017.

Os valores encontrados no presente estudo estão em conformidade para o esperado para a área do Cabo Branco. Também corroboram com a pesquisa no mesmo local realizada por Araújo (2013), que registrou temperaturas médias de 29, 3 °C, o que também se encontra dentro dos padrões relatados por Nimer (1977) para o litoral paraibano, quando o mesmo descreveu variações médias nos meses mais frios de 22 a 24°C e temperaturas mais elevadas de 36 a 38°C nos meses mais quentes.

Já em relação à temperatura superficial da água do mar, registrou-se uma variação numérica com seu ponto mínimo de 22°C no mês de março de 2017 e a mais alta no mês de dezembro de 2016 com 31 °C (Gráfico 2), com média de 27,58 °C ($\pm 2,53$ dp). As alterações na temperatura da água do mar determinam, em parte, o aumento da incidência de branqueamento das colônias de corais e o presente estudo também fez um levantamento junto ao banco de dados de temperatura superficial da água do Mar (TSAMar) da Marinha do Brasil para fins comparativos da acurácia das medições feitas diretamente em poças de marés, como também para se observar a variação de temperatura durante todo o dia da coleta (Figura 5A –

Gráfico 2: Variação de temperatura superficial da água do mar (em °C) no ambiente recifal do Cabo Branco (João Pessoa-PB), 2016 – 2017.



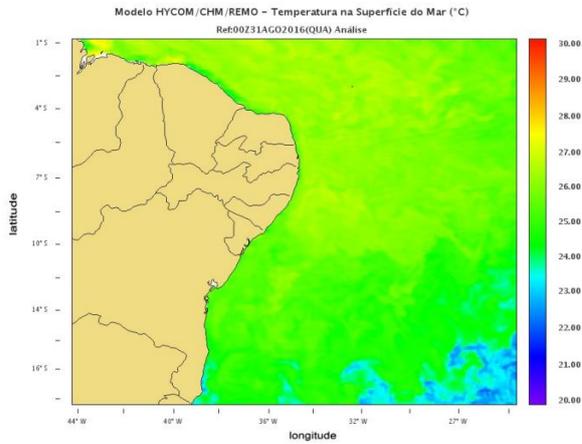
Fonte: dados da pesquisa, 2016-2017.

De acordo com o National Centers for Environmental Information – NOAA, a expressão “anomalia térmica” significa o estudo da temperatura (oceânica e atmosférica) comparando-se a um valor de referência ou a uma média de longo prazo de cobertura (geralmente séries temporais que cobrem no mínimo cinco a dez anos). Uma anomalia positiva indica que a temperatura observada foi mais quente do que a do valor de referência, enquanto que uma anomalia negativa indica que a temperatura observada foi mais fria do que a do valor de referência. Essa abordagem é uma ferramenta do clima em escala global e provê uma visão ampla da média global de temperatura comparada a um valor de referência (NOAA, 2016). Desta forma, o monitoramento do aumento da temperatura da água é uma das principais formas de se avaliar as causas diretas dos eventos de branqueamento (CASTRO; HUBER, 2012).

Estudos conduzidos por Costa e colaboradores (2004) na praia do Cabo Branco demonstram que quando este índice atingiu valores entre 29°C e 30°C e que algumas colônias de *Siderastrea stellata* branquearam, mas a partir do momento que esta variável foi registrada entre 26° e 28°C as colônias adquiriam novamente sua coloração habitual. No entanto, Poggio (2017) já registrou colônias sadias de corais com temperatura máxima de 35°C. As eventuais discrepâncias entre os dados fornecidos pela Marinha do Brasil e os dados obtidos através da presente pesquisa, se explicam pelo fato de que a temperatura nas poças de maré é, em geral, ligeiramente mais elevada, se comparadas com o mar aberto.

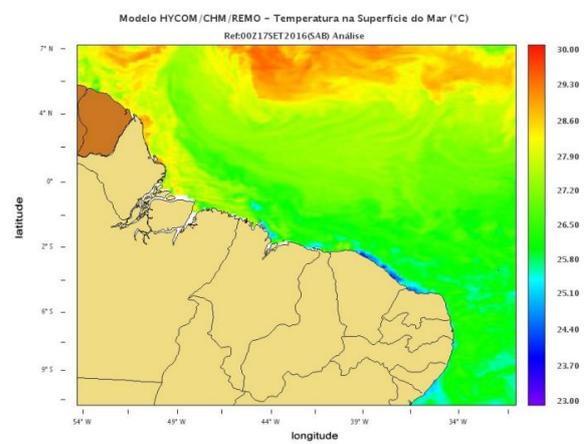
Figura 5. Cartogramas da temperatura superficial da água do mar para a região nordeste do Brasil.

(A) 1ª Coleta de dados (31/08/2016, 4ª feira).



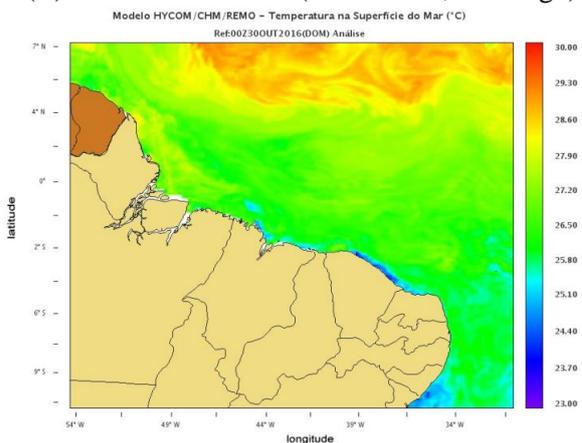
Escala: Mínima 20 °C – Máxima 30 °C.

(B) 2ª Coleta de dados (17/09/2016, sábado).



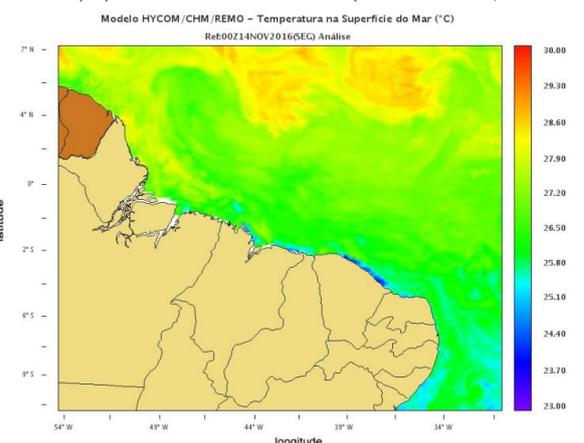
Escala: Mínima 23 °C – Máxima 30 °C.

(C) 3ª Coleta de dados (30/10/2016, Domingo).



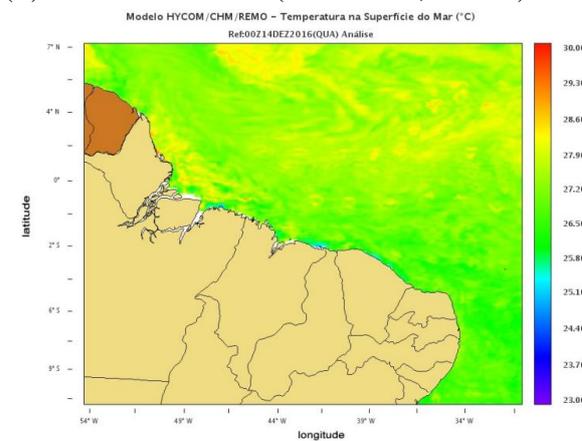
Escala: Mínima 23 °C – Máxima 30 °C.

(D) 4ª Coleta de dados (14/11/2016, 2ª feira).



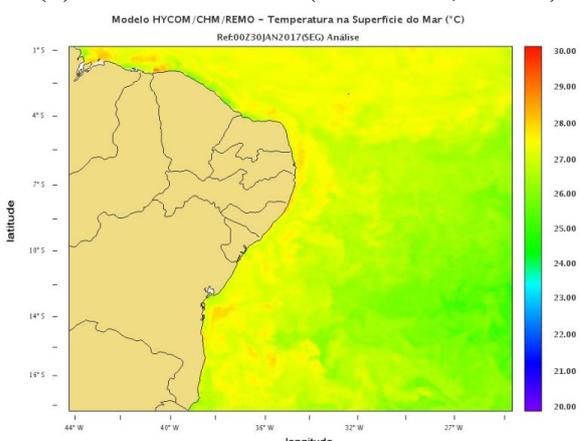
Escala: Mínima 23 °C – Máxima 30 °C.

(E) 5ª Coleta de dados (14/12/2016, 4ª feira).



Escala: Mínima 20 °C – Máxima 30 °C.

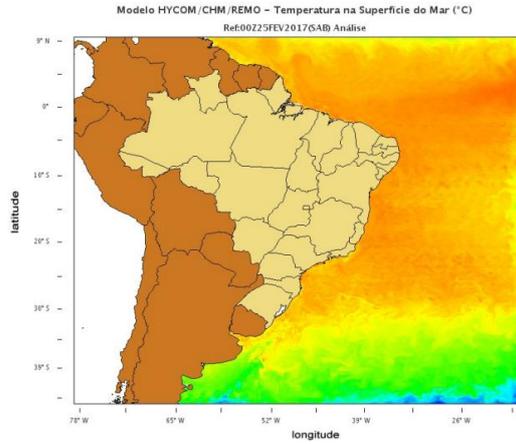
(F) 6ª Coleta de dados (30/01/2017, 2ª feira).



Escala: Mínima 20 °C – Máxima 30 °C.

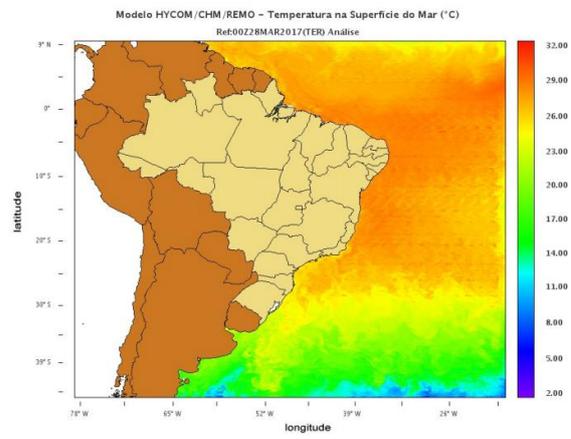
Fonte: Marinha do Brasil, 2016-2017.

(G) 7ª Coleta de dados (25/02/2017, Sábado).



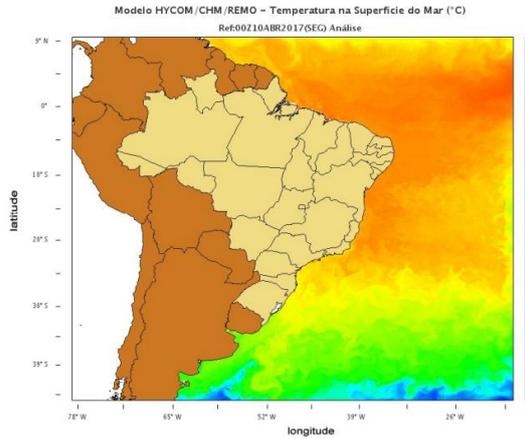
Escala: Mínima 2 °C – Máxima 32 °C.

(H) 8ª Coleta de dados (28/03/2017, 3ª feira).



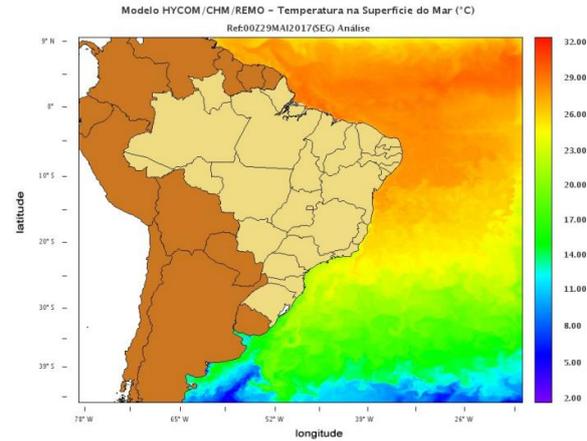
Escala: Mínima 2 °C – Máxima 30 °C.

(I) 9ª Coleta de dados (10/04/2017, 2ª feira).



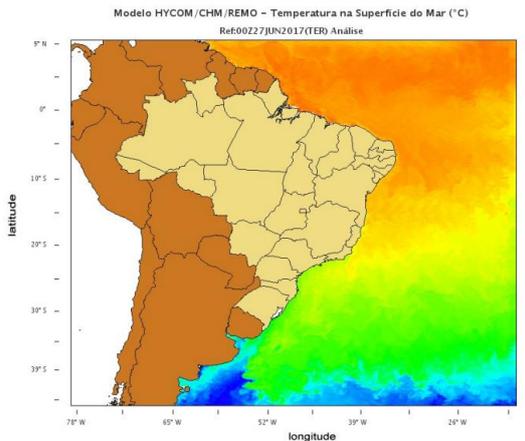
Escala: Mínima 2 °C – Máxima 32 °C.

(J) 10ª Coleta de Dados (29/05/2017, 2ª feira).



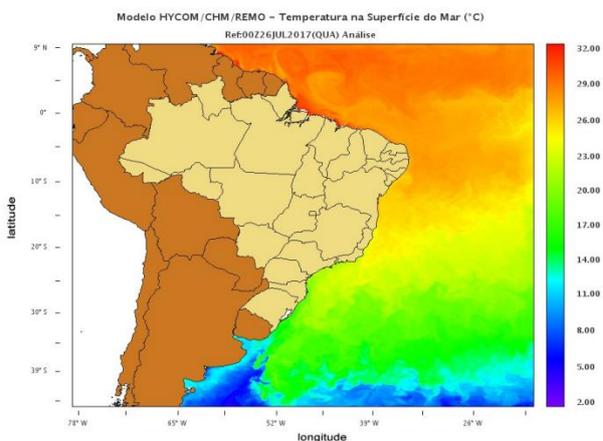
Escala: Mínima 23 °C – Máxima 30 °C.

(K) 11ª Coleta de dados (27/06/2017, 3ª feira).



Escala: Mínima 2 °C – Máxima 32 °C.

(L) 12ª Coleta de dados (26/07/2017, 4ª feira).



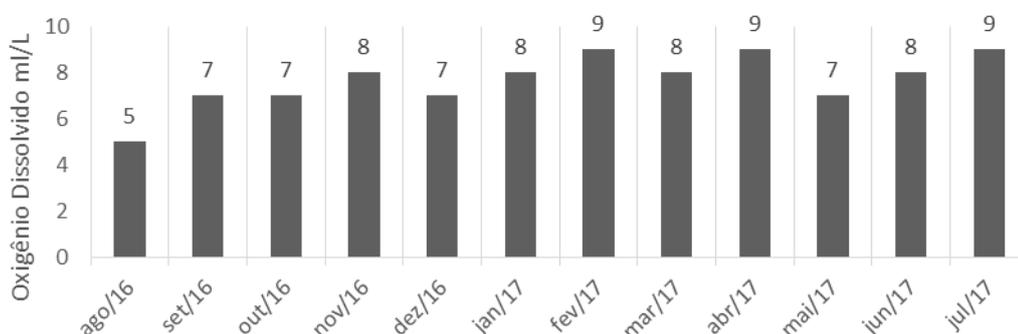
Escala: Mínima 2 °C – Máxima 32 °C.

Fonte: Marinha do Brasil, 2016-2017.

A quantidade de oxigênio dissolvido na água do mar variou de 6 ml/L à 9 ml/L, com média de 7,67 ml/L ($\pm 1,15$ dp) (Gráfico 3), o que se encontra dentro dos padrões normais e dos limites estabelecidos pela Resolução 41 375/05 do Conama, quando a mesma relata que as concentrações essenciais de OD para a manutenção das comunidades aquáticas não devem apresentar-se menores que 6 ml/L.

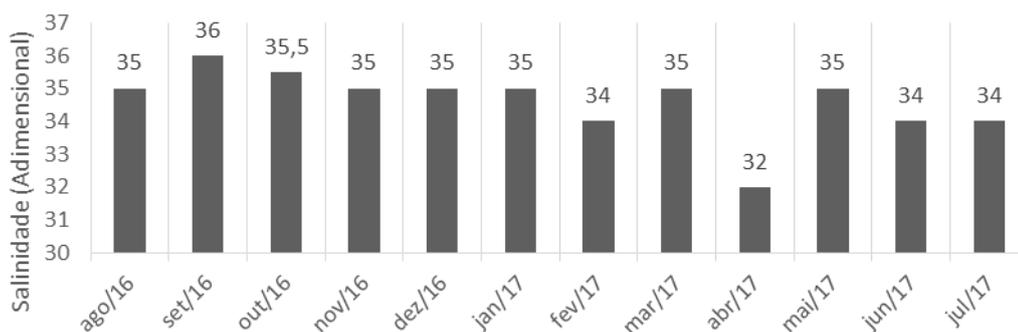
A salinidade da água do mar variou de 32 a 36 (adimensional, de acordo com a Escala Prática de Salinidade), com média de 34,63 ml/L ($\pm 1,03$ dp) (Gráfico 4). Este índice também refletiu normalidade, sendo que a salinidade média dos oceanos é de cerca de 35 (CASTRO; HUBER, 2012). Porém, Gama (2003) já registrou medidas que oscilaram de 35 a 37 para o mesmo local de estudo quando conduziu sua pesquisa. Araújo (2013) registrou salinidades médias anuais de 33,73 no mesmo ambiente estudado.

Gráfico 3: Variação do oxigênio dissolvido na água do mar (em °C) no ambiente recifal do Cabo Branco (João Pessoa-PB), 2016 – 2017.



Fonte: dados da pesquisa, 2016-2017.

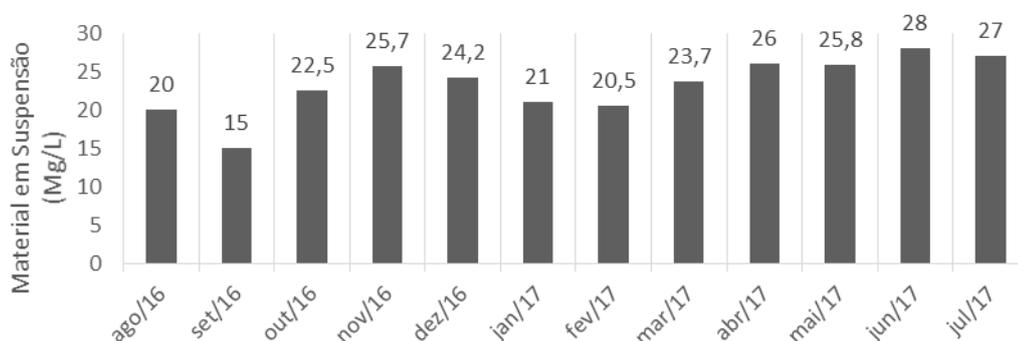
Gráfico 4: Variação de salinidade da água do mar, no ambiente recifal do Cabo Branco (João Pessoa – PB), 2016 – 2017.



Fonte: dados da pesquisa, 2016-2017.

O material em suspensão variou de 15 mg/L no mês de setembro de 2016 chegando a 28 mg/L em junho de 2017 (Gráfico 5), com média de 23,25 mg/L ($\pm 3,72$ dp). No entanto, no trabalho conduzido por Araújo (2013) foram registradas variações mais drásticas nessa variável, a referida autora atribuiu este fator ao desgaste contínuo da falésia de Cabo Branco, inclusive inferindo que esta quantidade de material em suspensão afeta dramaticamente a turbidez da água, refletindo em deficiência nas taxas fotossintéticas de microalgas associadas aos corais. No relato de Rogers (1990) a sedimentação aceitável para um recife de coral saudável está em torno de 10 mg/L, no máximo, sendo que as taxas entre 10mg/L e 50mg/L são moderadas. No entanto os recifes que apresentam uma taxa moderada apresentam algum grau de degradação.

Gráfico 5: Variação da quantidade de sedimentos em suspensão na água do mar (mg/L), no ambiente recifal do Cabo Branco (João Pessoa-PB), 2016 – 2017.

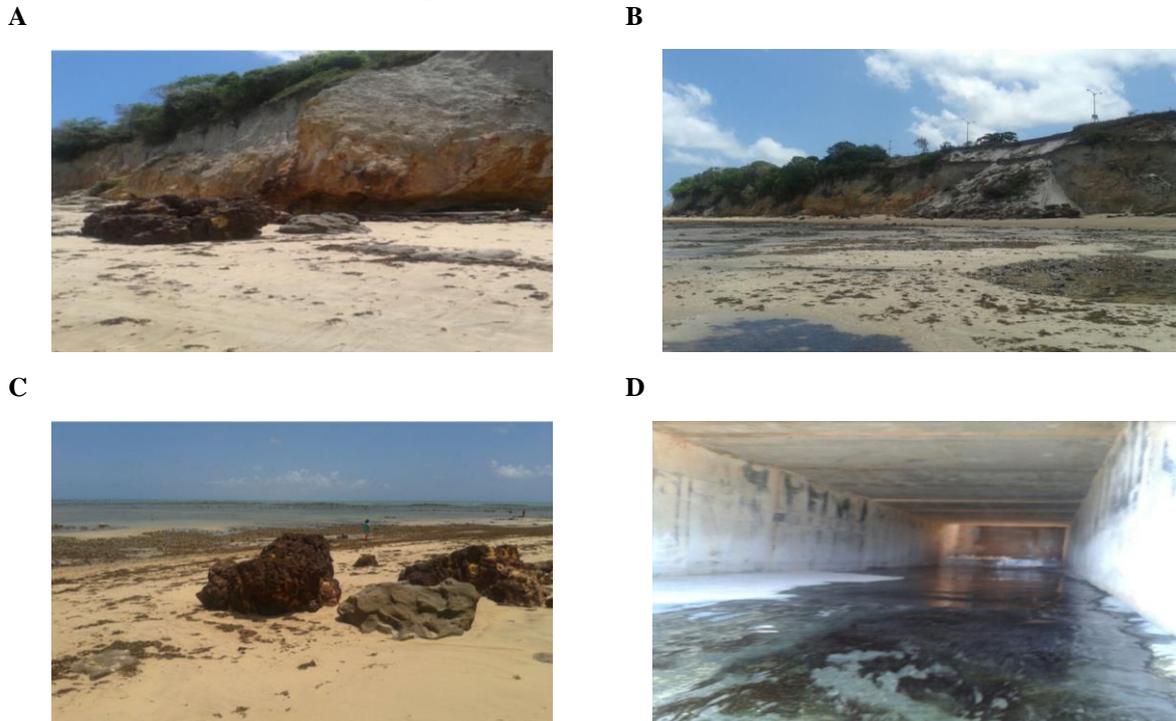


Fonte: dados da pesquisa, 2016-2017.

Caracterização física do Praia do Cabo Branco, João Pessoa – PB.

Evidenciou-se a ação do mar na estrutura da barreira do Cabo Branco, com o registro da construção de um sistema de drenagem pluvial com galerias de escoamento recém construídas, mas também já afetada pela ação das ondas (Fig. 7A-D).

Figura 7: Ação do hidrodinamismo na barreira do Cabo Branco (A-C) e parte do sistema de drenagem pluvial (D) na praia do Cabo Branco (João Pessoa-PB), 2017.

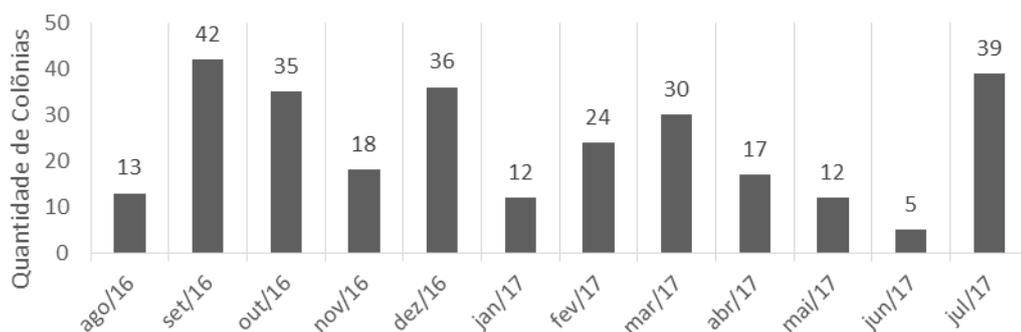


Fonte: Dados da Pesquisa, 2016-2017.

Quantidade de colônias, estado de saúde e recrutas de corais.

Foram contabilizadas 283 colônias de *Siderastrea stellata* Verrill, 1868 no total de transectos realizados (Gráfico 6). O registro do número considerável de colônias desta espécie reflete importância nos ambientes recifais brasileiros e também sua alta capacidade de resistência às variações ambientais (LABOREL, 1970; LABOREL-DALGUEN et al., 2019).

Gráfico 6: Levantamento da quantidade de colônias por meses de coleta, no ambiente recifal do Cabo Branco (João Pessoa-PB), 2016 – 2017.

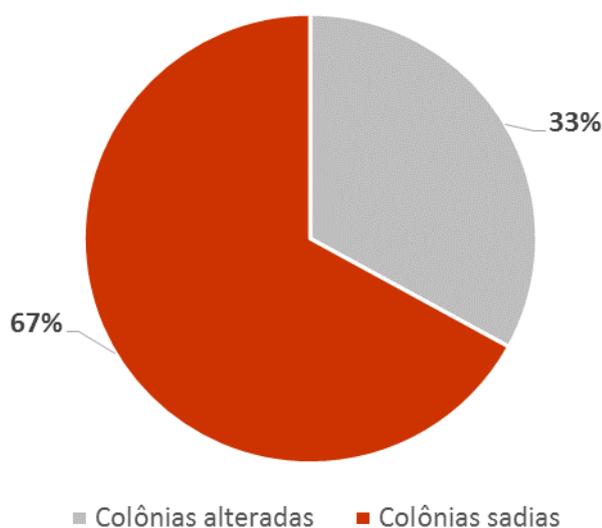


Fonte: dados da pesquisa, 2016-2017.

Vários estudos corroboram a hipótese de que esta espécie possui uma melhor adaptabilidade a condições ambientais adversas (temperatura, salinidade e turbidez da água), inclusive através da realização de estudos que observaram tecidos descalcificados de *Siderastrea stellata*, os quais indicam a presença de uma marcação abaixo do tecido. Pode-se especular que esta linha representa uma rica comunidade de alga endolítica. Esta comunidade poderia atuar como uma fonte de nutrientes extra para os corais e pode ser crítica para a sobrevivência dos corais durante os eventos de branqueamento conforme descrito em outros estudos (ARAÚJO, 2013).

Com relação à ocorrência de branqueamento dos corais, verificou-se que 33% das colônias registradas no ambiente recifal estudado apresentam sinais de branqueamento. De acordo com Kelmo (1998), o branqueamento de coral consiste na perda da coloração dos corais vivos devido à expulsão dos seus endossimbiontes e/ou dos seus pigmentos fotossintéticos por parte destes. As colônias observadas apresentaram-se com coloração pálida ou com pequenas manchas esbranquiçadas sem um padrão pré definido, nos meses de janeiro a abril de 2017. Não houve registro de colônias totalmente branqueadas nesse estudo. Os achados da presente pesquisa corroboram com os encontrados por Soares e Rabelo (2014) para ambientes recifais do Ceará. As características da palidez das colônias estão de acordo com o descrito por Costa, Amaral e Sassi (2001) para *S. stellata*.

Figura 8: Levantamento da quantidade de colônias com alterações e sinais de branqueamento, no ambiente recifal do Cabo Branco (João Pessoa-PB), 2016/2017.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2016-2017.

Foram encontrados 28 recrutas (Tabela 1), provavelmente devido à área de estudo ainda ser próxima ao limite superior do mesolitoral médio da praia do Cabo Branco. Embora a quantidade de recrutas não tenha sido tão expressiva quanto na região de Abrolhos (BA), o estabelecimento desses organismos indica que há um ciclo reprodutivo ativo no ambiente recifal do Cabo Branco, o que revela que este ecossistema continua produzindo novos organismos.

Tabela 1: Quantidade de recrutas por meses de coleta, no ambiente recifal do Cabo Branco (João Pessoa-PB), 2016 – 2017.

Mês/Ano	N	%
Agosto/ 2016	3	10,71
Setembro/ 2016	0	0,00
Outubro/ 2016	2	7,14
Novembro/ 2016	7	25,00
Dezembro/ 2016	1	3,57
Janeiro/ 2017	3	10,71
Fevereiro/ 2017	2	7,14
Março/ 2017	0	0,00
Abril/ 2017	6	21,43
Mai/ 2017	0	0,00
Junho/ 2017	0	0,00
Julho/ 2017	4	14,29
TOTAL	28	100%

Fonte: dados da pesquisa, 2016-2017.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento dos ambientes recifais costeiros é uma necessidade permanente para que se possa compreender a resistência dos corais escleractíneos a eventos de variações das características ambientais a curto, médio e longo prazos, premissa reforçada pelos resultados da presente pesquisa. A metodologia empregada permitiu a comparação de resultados alcançados com outros estudos, além de prover possíveis abordagens retrospectivas e prospectivas para o referido ambiente. As discussões sobre o processo erosivo da barreira do Cabo Branco em João Pessoa têm levantado a indicação de diversas abordagens de intervenção na área, de tal modo que as lideranças governamentais devem ponderar tanto os interesses públicos (manutenção da movimentação da estrutura turística na região de supralitoral da praia) quanto a saúde ambiental com a consequente manutenção da sustentabilidade das atividades.

Os dados registrados nesse estudo indicam que o ambiente recifal do Cabo Branco está suscetível aos efeitos das condições ambientais e aos eventos de branqueamento. A condição monoespecífica observada mostra a preponderância de *Siderastrea stellata*, como espécie tipicamente resistente e que se mostra adaptada às condições ambientais e o registro de recrutas (pólipos fundadores de colônias) na área demonstrou a atividade reprodutiva ainda prosseguir.

É necessário que o monitoramento da área seja continuado, uma vez que já há um plano de intervenção em andamento com a etapa de drenagem de águas pluviais já quase terminada. Vale ressaltar que o plano de intervenção compreende ainda as fases de enrocamento da base da falésia, engorda da quantidade de substrato arenoso, entre outras. As informações aqui registradas servem de base comparativa para acompanhamento ao longo de todas as fases do plano de intervenção estrutural da praia do Cabo Branco, fornecendo diretriz para a tomada de decisão em nível municipal e estadual e para os esforços de preservação da cadeia de ambientes recifais do nordeste brasileiro.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem o fomento concedido ao segundo membro de autoria pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), do Conselho Nacional de Desenvolvimento científico e Tecnológico (CNPq), através da quota da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), vigência 2016/ 2017.

REFERÊNCIAS

AMARAL, F. D.; RAMOS, C. A. C.; LEÃO, Z.M.A.N; KIKUCHI, R.K.P.; LIMA, K.K.M.; LONGO, L. L.; CORDEIRO, R.T.S.; LIRA, S.M.A.; VASCONCELOS, S.L. Checklist and morphometry of benthic cnidarians from the Fernando de Noronha Archipelago, Pernambuco, Brazil. **Cahiers de Biologie Marine**, v. 50, p. 277-290, 2009.

ARAUJO, G. H. Caracterização bacteriológica da água do mar e diversidade de bactérias cultiváveis associadas ao coral *Siderastrea stellata* nos recifes costeiros de Cabo Branco, João Pessoa-PB. 2013. 69 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular. João Pessoa/PB, 2013.

BARRADAS, J.I.; AMARAL, F. M. D.; HERNANDÉZ, M.; FLORES, M.; STEINER, A.Q. Tourism impact on reef flats in Porto de Galinhas beach, Pernambuco, Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 45, p. 81-88, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente CONAMA. Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre os corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras

providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. P. 58-63. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em 20 de Agosto de 2017.

CAMPOS, E.J.D. O papel do oceano nas mudanças climáticas globais. **Revista USP**, São Paulo, n. 103, p. 55-66, 2014.

CASTRO, P.; HUBER, M. E. **Biologia Marinha** 8. Ed. Porto Alegre: Mc Graw Hill. 461 p, 2012.

CENTRO DE EXCELÊNCIA PARA O MAR BRASILEIRO (CEMBRA). O Brasil e o mar no século XXI: Relatório aos tomadores de decisão do país [PDF] / 2ª. ed. rev., atual. e ampl. Niterói, RJ: CEMBRA, 2019. 491 p.

CORALWATCH. Disponível em < <http://www.coralwatch.org> >. Acessado 11 de Abril de 2016.

COSTA, C.F.; AMARAL, F.M.D.; SASSI, R. Branqueamento em *Siderastrea stellata* (Cnidaria, Scleractinia) da praia de Gaibu, Pernambuco, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 15, n.1, p. 15-22, 2001.

COSTA, C. F.; SASSI, R.; AMARAL, F. D. Population density and photosynthetic pigment content in symbiotic dinoflagellates in the Brazilian scleractinian coral *Montastrea cavernosa* (Linnaeus, 1767). **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo SP, v. 52, n. 2, p. 93-99, 2004.

COSTA, C. F.; SASSI, R.; Lira, K.G. Uma abordagem metodológica para o estudo das zooxantelas de corais no Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, São Luis/MA, v. 21, n.1: 83-94, 2008.

DAWOOD, A.S. Coral Reefs within Australian Coasts: Impact of Climate Change and Environmental Threats. **European Journal of Sustainable Development**, 2016, 5, 2, 13-26.

FEREIRA, B.P.; MAIDA, M. **Monitoramento dos recifes de coral do Brasil**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília/DF n° 18,250 p, 2006.

GAMA, P. B.; **Aspectos Ecológicos e Biológicos de Esponjas e De Ascídias da região entre-marés da praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil**. 133f. Dissertação de (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências Exatas e da Natureza Departamento de Sistemática e Ecologia. Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas Área de Zoologia (Mestrado). João Pessoa-PB, 2003.

KELMO, F. Caracterização do branqueamento de corais no recife costeiro da praia de Guarajuba, litoral norte do estado da Bahia. 1998. 104 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. Salvador/BA, 1998.

LABOREL, J. Madreporaires et hydrocoralliaires récifaux des cotes brésilliennes. **Réc Sci Camp Calypso**, v. 9, n. 25, p. 171-229, 1970.

LABOREL-DELGUEN, F.; CASTRO, C.B.; NUNES, F.L.D.; PIRES, D.O. **Recifes**

Brasileiros: o legado de Laborel. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 2019, 376 p.

LANG, J. C.; MARKS, K. W.; KRAMER, P. A.; KRAMER, P. R.; GINSBURG, R. N. **AGRRA, Atlantic and Gulf rapid reef assessment**, Protocols Version 5.4. 2010.

LEÃO, Z.M.A.N.; MINERVINO-NETO, A.; FERREIRA, B.P.; FEITOSA, C.V.; SAMPAIO, C.L.S.; COSTA-SASSI, C.F.; NEVES, E.G.; FREIRE, F.A.M.; SILVA, G.O.M.; STRENZEL, G.M.R.; SOVIERZOSKI, H.H.; OLIVEIRA, J.E.L.; MENDES, L.F.; SOARES, M.O.; ARAÚJO, M.E.; OLIVEIRA, M.D.M.; MAIDA, M.; CORREIA, M.D.; ROSA, R.S.; SASSI, R.; JOHNSON, R.; FRANCINI-FILHO, R.B.; KIKUCHI, R.K.P.; LEITE, T.S. **Monitoramento dos Recifes e Ecossistemas Coralinos In: TURRA, A.; DENADAI, M.R. (orgs). Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros – Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros – ReBentos [online]. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015, 258 p. ISBN 978-85-98729-25-1. Disponível em: SciELO Books, <<http://books.scielo.org>>.**

LEÃO, Z. M.A.N.; KIKUCHI, R. K.P.; OLIVEIRA, M. D.M.; VASCONCELLOS, Vivian. **Brazilian coral reefs in a period of global change: A synthesis. Brazilian Journal of Oceanography**, 64(sp2):97-116; 2016.

MARSHALL, N. J.; KLEINE, D. A.; DEAN, A J. CoralWatch: education, monitoring, and sustainability through citizen science. **Frontiers in Ecology and the Environment**. Washington, D. C. 10(6): 332-334. 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil.** Brasília: MMA/SBF/GBA, 148 p, 2010.

MOURA, D. S. **Foraminíferos de sedimentos marinhos e seu uso na avaliação da dinâmica e da qualidade ambiental em áreas recifais do Rio Grande do Norte.** 101f. 2016. Dissertação de (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Natal-RN, 2016.

NIMER, E. Clima. In: **Geografia do Brasil.** Região Nordeste. Vol. 2 IBGE, Rio de Janeiro. P. 47-84. 1977.

NOAA – (Nacional Oceanic and Atmospheric Administration). What are cirakreefs?. Disponível em < <http://www.noaa.gov> > Acessado dia 15 de abril de 2016.

POGGIO, Carolina de Almeida. Branqueamento das Espécies de Siderastrea Spp. das Poças Intermareais do Recife de Guarajuba. **Repositório UFBA.** Bahia/BA. 11 abril de 2017. Disponível em < <https://www.repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/21959>> Acessado dia 20 Junho de 2017.

PRAXEDES, R. A. **Levantamento da espongofauna de um ambiente recifal raso do litoral paraibano.** 2016. 65 f. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Educação e Saúde. Cuité- PB, 2016.

ROGERS, C. S. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. **Marine Ecology Progress Series**, Oldendorf/Luhe, v. 62, p. 185-202, 1990.

QUEIROZ, R. **Prefeitura discute projeto de contenção do processo erosivo da Barreira do Cabo Branco**, 2015. Disponível em: <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/prefeitura-discute-projeto-de-contencao-do-processo-erosivo-da-barreira-do-cabo-branco/> Acesso em: 12 de março de 2016.

SOARES, M.O.; RABELO, E.F. Primeiro registro de branqueamento de corais no litoral do Ceará (NE, Brasil): indicador das mudanças climáticas? São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 33, n. 1, p.1-10, 2014.

STEINER, A.Q.; AMARAL, F.D.; AMARAL, J.R.; SASSI, R.; BARRADAS, J.I. Zonação de recifes emersos da área de proteção ambiental costa dos corais, nordeste do Brasil. **IHERINGIA - SERIE ZOOLOGIA**, v. 105, p. 184-192, 2015.

TURRA, A; MAIA, R.A. Impacto das mudanças climáticas sobre os oceanos. **In: JACOBI, P.R. et al. (eds.). Temas atuais em mudanças climáticas: para os ensinos fundamental e médio** São Paulo, IEE/USP, 2015, 112 p.

TURRA, A.; SANTANA, M.F.M.; OLIVEIRA, A.L.; BARBOSA, L.; CAMARGO, R.M.; MOREIRA, F.; DENADAI, M.R. **Lixo nos Mares: do entendimento à solução**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo - IOUSP, 2020. 124 p.

VERON, J. E. N. Mass extinctions and ocean acidification: biological constraints on geological dilemmas. **Coral Reefs**, Alemanha, v. 27 n. 3, p. 459-472, 2008.

WILKINSON, C. **Status of Coral Rees of the World: 2008**. Global Coral Reef Monitoring Network and Reef and Rainforest Research Centre. Townsville, Australia, 296p.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 2010, 944p.

ZILBERBERG, C.; ABRANTES, D.P.; MARQUES, J.A.; MACHADO, L.F.; MARANGONI, L.F.B. (eds.). **Conhecendo os Recifes Brasileiros: Rede de Pesquisas Coral Vivo**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, UFRJ, 2016. 364p.

MULTIPLICAÇÃO E DIVISÃO: ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS NA PERSPECTIVA DA EXPLORAÇÃO, RESOLUÇÃO E PROPOSIÇÃO DE PROBLEMAS

Jessica Almeida Araujo¹
Silvanio de Andrade²

RESUMO

A presente pesquisa analisa como os livros didáticos de Matemática do 6º ano do Ensino Fundamental abordam o conteúdo das operações aritméticas de Multiplicação e Divisão na perspectiva da Resolução, Exploração e Proposição de Problemas, levando em consideração as ideias que cada uma operação possui. A pesquisa se caracteriza como bibliográfica, na qual utilizamos a metodologia da Resolução, Exploração e Proposição de Problemas, foram analisadas duas coleções de Livros didáticos que intitulamos como coleção A e B, no qual pontuamos os seguintes aspectos: problemas introdutórios, se forneciam mais problemas do que exercícios, se as coleções abordavam as operações de multiplicação e divisão com suas respectivas ideias, e se os livros possuíam alguma menção a Proposição de Problemas. Os resultados obtidos na pesquisa evidenciaram que a coleção A a mais antiga não fazia uma boa articulação das ideias da operação de Multiplicação e Divisão, e que a coleção B mais recente abordava de maneira satisfatória as ideias de cada operação, percebemos que ela sugeria que os alunos no final das sequências de atividades elaborassem seus próprios problemas, buscamos fornecer sugestões de como se trabalhar com a Resolução juntamente com a Exploração de Problemas. Com isso, concluímos que analisar levando em consideração as ideias das operações de multiplicação e divisão ligados a metodologia de Resolução, Exploração e Proposição de Problemas, favorece um olhar bem mais reflexivo tanto para o aluno como para professor, logo percebemos a importância de se trabalhar essa temática em futuras pesquisas.

Palavras-chave: Multiplicação e Divisão, Livros didáticos, Resolução, Exploração e Proposição de Problemas.

INTRODUÇÃO

Das quatro operações aritméticas fundamentais as que alunos apresentam mais dificuldades e dúvidas, são as operações de Multiplicação e Divisão, no qual na maioria das vezes os alunos aprendem apenas a resolver os problemas propostos de forma mecânica, apenas repetindo métodos já estudados. Para favorecer uma aprendizagem reflexiva, cabe ao

¹ Mestranda em Educação Matemática pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, jessikaalmeidapb@gmail.com;

² Doutor em Educação (Ensino de Ciências e Matemática) pela Universidade de São Paulo - USP, com doutorado

(83) 3322.3222 Sanduíche na University of Georgia, EUA.silvanio@alumni.usp.br;

professor mediar utilizando situações problemas que envolvam o cotidiano desses estudantes para uma compreensão mais ampla desse conteúdo.

O objetivo da nossa pesquisa é analisar como os livros didáticos de Matemática do 6º ano do Ensino Fundamental abordam o conteúdo das operações aritméticas de Multiplicação e Divisão na perspectiva da Resolução, Exploração e Proposição de Problemas, levando em consideração as ideias que cada uma operação possui.

Segundo Silva (2016), com base em sua experiência como docente foi constatado que os alunos apresentam dificuldades nas quatro operações aritméticas fundamentais, porém das quatro as que os alunos apresentam mais dificuldades são as operações de multiplicação e divisão, que por sua vez é um conteúdo que é dado mais ênfase no currículo escolar no 5º e 6º ano.

Estudamos essa temática desde nossa graduação, no qual onde houve uma inquietação com relação às dificuldades que os alunos possuem nas operações de multiplicação e divisão chegando a concluir os Anos Finais do Ensino Fundamental sem compreender a fundo as ideias que cada operação possui, no qual adotamos como metodologia de ensino a Resolução, Exploração e Proposição de Problemas.

Conforme Vergnaud (2009) os problemas que envolvem multiplicação e divisão são classificados como problemas do tipo Multiplicativo, onde ele distingui como duas categorias de relações multiplicativas, uma dessas relações multiplicativas é a relação quaternária, onde envolve quatro quantidades, duas de um tipo e outras duas de outro tipo. Vejamos um exemplo dessa relação:

Tenho três caixas com refrigerantes. Sabendo que há 6 refrigerantes em cada caixa, quantos refrigerantes tenho?

Com base nesse exemplo percebemos que de fato trata-se de uma relação multiplicativa quaternária, pois temos quatro quantidades, sendo duas de um tipo e as outras duas de outro tipo, veja o esquema a seguir dessa relação:

Caixas ----- refrigerantes
1----- 6
3----- x

No esquema percebemos que esta relação, nada mais é, do que uma forma de correspondência entre as quatro quantidades agrupadas em dois tipos de quantidades diferentes, que são as caixas e os refrigerantes.

Nos baseando na pesquisa de Greer (1992), Bota (1997) e Silva (2016), discutiremos a seguir as ideias que a operação de multiplicação e divisão possui, levando em consideração ao contexto de situação em que ela está inserida.

A operação de multiplicação possui as seguintes ideias: Comparação multiplicativa, grupos iguais, produto cartesiano e área retangular, já a operação de divisão apresenta as seguintes ideias: partitiva, quotativa e quociente cartesiano.

A ideia da Comparação multiplicativa

Pedro tem 32 quilos, seu primo tem o dobro do seu peso. Quantos quilos tem o primo de Pedro?

Com esse exemplo percebemos uma comparação entre os pesos dos meninos, no qual pra resolver basta usar a operação de multiplicação.

Ideia de Grupos iguais

Há três meninas brincando cada uma tem 2 bonecas cada. Quantas bonecas tem ao todo?

Observando o exemplo percebemos que há uma repetição de três vezes a quantidade de bonecas, logo percebemos que o três representa o multiplicador, no qual temos a representação de três grupos de 2 bonecas.

Produto Cartesiano ou Raciocínio combinatório

Fui a uma lanchonete em que tinha três tipos de sucos e dois tipos de salgados. De quantas maneiras diferentes posso fazer meu lanche nessa lanchonete escolhendo um suco e um salgado?

Percebemos que neste exemplo um raciocínio combinatório no formato 3×2 , o 3 seria os tipos de sucos e 2 os tipos de salgados, uma questão como essa de combinação os estudantes do Ensino Fundamental em sua maioria resolvem desenhando as combinações possíveis.

Área Retangular

Em uma festa os docinhos estão dispostos em uma bandeja da seguinte forma : 5 colunas com 6 docinhos cada. Quantos docinhos tem essa bandeja?

Esse problema trata-se claramente de um problema que envolve área pois para resolver poderíamos pensar em retângulo com altura de 5 e base de 6, efetuando os cálculos encontraríamos a quantidade de docinhos total.

Ideia partitiva e ideia quotativa

1-Pedro tem 20 reais e vai dividir igualmente com seus tres irmãos. Quanto cada um irá ganhar?

2-Na aula de Educação Física o professor pediu para que os alunos fizessem grupos de 8 alunos, levando em consideração que a turma tinha 54 alunos, quantos grupos foram formados?

A situação 1 representa uma ideia de divisão partitiva no qual se tem um todo e quer dividi-lo em partes iguais, já a situação 2 trata-se da ideia quotativa da divisão, pois não quer mais dividir em partes iguais, mais sim encontrar a quantidade de grupos.

Quociente cartesiano

Em uma lanchonete posso fazer 18 combinações de lanches escolhendo um suco e um salgado, sabendo que há 6 variedades de sucos na lanchonete, qual a quantidade de salgados?

Essa situação é parecida com a de produto cartesiano, porém temos uma grande diferença apresentada em ambas, na situação de produto cartesiano queríamos saber a

quantidade de combinações possíveis, já nessa situação de quociente cartesiano já temos a quantidade de combinações, no qual para resolvê-la aplicaremos a operação inversa da multiplicação que seria a divisão.

Para uma aprendizagem com mais compreensão para os alunos é interessante o professor mediar essas ideias na metodologia da Resolução, Exploração e Proposição de Problemas, com intuito de tornar esse conteúdo mais reflexivo para os estudantes, tendo em vista que o ensino tradicional visa apenas dar os conceitos e depois inserir as situações problemas, é interessante trabalhar com as situações problemas primeiro para formalizar as ideias.

Conforme Silva (2011) uma consciência metacognitiva presente em uma atividade de resolução de problemas só é adquirida pelos alunos por meio da mediação realizada pelo professor, temos que a resolução de problemas seria uma peça chave para o ensino da matemática.

Vale & Pimentel (2016) fazem a seguinte reflexão a cerca da resolução de problemas:

Alguns autores referem que a resolução de problemas é o processo de aplicar o conhecimento previamente adquirido a situações novas e que pode envolver exploração de questões, aplicação de estratégias e formulação, teste e prova de conjecturas. Trata-se de uma actividade muito absorvente, pois quem resolve um problema é desafiado a pensar para além do ponto de partida, a pensar de modo diferente, a ampliar o seu pensamento e, por estas vias, a raciocinar matematicamente. De modo geral há consenso em considerar que problemas são questões para as quais não é conhecido um procedimento ou caminho para chegar à solução e cuja resolução requer raciocínio crítico ou criativo. Caso contrário, isto é, se a situação pode ser resolvida utilizando processos conhecidos pela pessoa, rotineiros ou estandardizados, que conduzem directamente à solução, a questão classifica-se como um exercício. (VALE & PIMENTEL, p.9, 2016)

Percebemos na fala dos pesquisadores que há uma diferenciação de problema e exercício, pois eles fazem uma menção de que, se já sabemos como resolver um problema, os métodos, esse problema deixa de ser um problema e passa a ser um exercício que fixa o que foi aprendido, e reproduz sem um pensar nos possíveis caminhos e estratégias que possamos imaginar para então resolver o problema proposto.

Visando em irmos além de apenas a resolução de problemas temos a exploração de problemas, que segundo Andrade (2017) visa a ir além da solução do problema, a exploração e resolução é desenvolvida em conjunto, primeiro é dado um problema(P), os alunos desenvolvem um trabalho (T) sobre ele, o professor e os alunos discutem o trabalho desenvolvido num processo de reflexões e sínteses(RS) e chegam a possível solução(Resultado) do problema(R), novos conteúdos, novas reflexões, assim o pesquisador

denominou esse movimento de Problema- Trabalho- Reflexões e Sínteses- Resultado(P-T-RS-R),ele destacou que trabalhar com a exploração de problemas é um trabalho inacabado, podendo ir além de apenas a solução do problema proposto.

Com intuito de irmos além da Resolução e Exploração de Problemas, temos a Proposição de Problemas que Chica (2001) nos diz o seguinte a respeito dessa metodologia:

Quando o aluno cria seus próprios textos de problemas, ele precisa organizar tudo que se sabe e elaborar o texto, dando-lhe sentido e estrutura adequados para que se possa comunicar o que pretende.

Nesse processo aproximam-se a língua materna e a matemática, as quais se completam na produção de textos e permite o desenvolvimento da linguagem específica. O aluno deixa então de ser um mero resolvidor para ser um propositor de problemas, vivenciando o controle sobre o texto e as ideias matemática. (CHICA, 2001, p.151)

Analisando a fala da pesquisadora, percebemos que na proposição de problemas o aluno terá mais autonomia, onde irá buscar os conhecimentos que possui e usar de sua criatividade para elaborar problemas que façam sentido para o leitor, não é uma tarefa fácil a proposição de problemas, levando em consideração que os alunos utilizaram da sua língua materna para poder fazer a elaboração, com isso na produção dos textos de problemas permite um desenvolvimento da língua específica.

METODOLOGIA

A presente pesquisa se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica, segundo Fonseca(2002) uma pesquisa bibliográfica seria uma pesquisa em que se utiliza fontes constituídas de matérias já elaborados e que permite o pesquisador conhecer o que já foi pesquisado a respeito de determinado tema.

Iremos agora explicar como foi o processo metodológico da nossa pesquisa, foram analisadas duas coleções de livros didáticos no qual nomeamos de coleção A e coleção B, no qual os pontos que foram analisados nas mesmas foram os seguintes: problemas introdutórios, se forneciam mais problemas do que exercícios, se as coleções abordavam as operações de multiplicação e divisão com suas respectivas ideias e se os livros possuíam alguma menção a proposição de problemas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisamos na presente pesquisa as seguintes coleções de livros didáticos de Matemática do 6º ano:

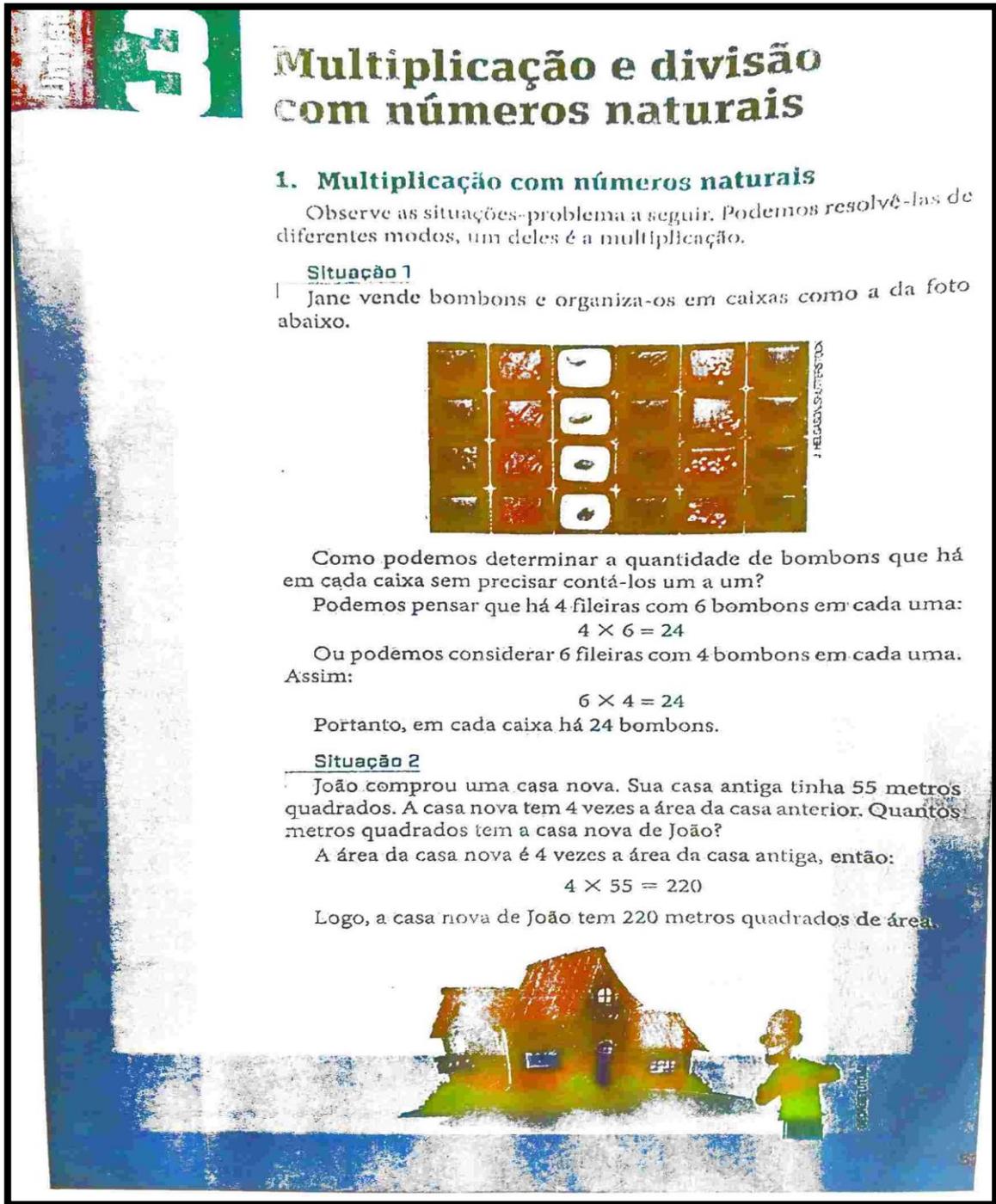
- ✓ Coleção A: Projeto Araribá: matemática/organizadora: Editora Moderna; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela Editora Moderna; Editor responsável Fabio Martins de Leonardo. – 3.ed. – São Paulo: Moderna, 2010.
- ✓ Coleção B: BIANCHINI, Edwaldo. Matemática – Bianchini. -9.ed.-São paulo: Moderna, 2018.

Coleção A- Projeto Araribá		
Ideias	Quantidade de Situações problemas da Operação de Multiplicação	Quantidade de Situações Problemas da Operação de Divisão
Comparação	2	-
Grupos iguais	4	-
Produto Cartesiano ou Raciocínio combinatório	2	-
Área Retangular	4	-
Partitiva	-	8
Quotativa	-	7
Quociente cartesiano	-	1
Problemas Introdutórios	4	3

Quadro 1: Análise da Coleção A
Fonte: Autores

Analisando o quadro 1, percebemos que a Coleção A trás diversas situações problemas para se trabalhar com as operações de Multiplicação e Divisão, como Silva(2011) nos diz que a Resolução de Problemas é a peça chave para se ter um ensino da matemática com mais compreensão.

No quadro é notório que das ideias apresentadas para cada operação a mais abordada na coleção foi: Na operação de Multiplicação a ideia de Grupos iguais e na Operação de Divisão a ideia partitiva, Botta(1997) nos diz que essas são as ideias intuitivas que os alunos tem de ambas as operações, é perceptivo que nessa coleção não temos muitas situações problemas abordando a ideia de Quociente Cartesiano na Operação de Divisão.



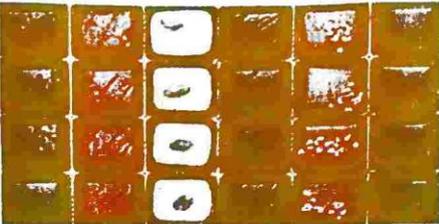
Multiplicação e divisão com números naturais

1. Multiplicação com números naturais

Observe as situações-problema a seguir. Podemos resolvê-las de diferentes modos, um deles é a multiplicação.

Situação 1

Jane vende bombons e organiza-os em caixas como a da foto abaixo.



Como podemos determinar a quantidade de bombons que há em cada caixa sem precisar contá-los um a um?

Podemos pensar que há 4 fileiras com 6 bombons em cada uma:

$$4 \times 6 = 24$$

Ou podemos considerar 6 fileiras com 4 bombons em cada uma. Assim:

$$6 \times 4 = 24$$

Portanto, em cada caixa há 24 bombons.

Situação 2

João comprou uma casa nova. Sua casa antiga tinha 55 metros quadrados. A casa nova tem 4 vezes a área da casa anterior. Quantos metros quadrados tem a casa nova de João?

A área da casa nova é 4 vezes a área da casa antiga, então:

$$4 \times 55 = 220$$

Logo, a casa nova de João tem 220 metros quadrados de área.



Figura 1: Abertura de Capítulo
Fonte: Projeto Araribá, 2010, p.51

Com base na figura 1 é possível perceber que há várias situações problemas na introdução do conteúdo de Multiplicação, porém o livro não se remete as ideias que a operação possui, apenas mostra os exemplos com diferentes ideias aplicadas a operação, mas se o aluno não souber as ideias ficará difícil dele identificar nas situações problemas, tendo em vista que muitos alunos só tem em mente apenas uma ideia intuitiva da operação de Multiplicação.

Na operação de Divisão ocorre o mesmo que na operação de Multiplicação, há várias situações problemas na introdução do conteúdo como forma de exemplos, contudo o livro não faz menção em nenhum momento das ideias que a operação possui, porém se nota que nesses exemplos não se aborda a ideia de quociente cartesiano, só é possível ver um problema nas atividades propostas.

As situações problemas apresentadas no livro para ambas Operações é perceptivo que se trata de Problemas, pois como Vale & Pimentel (2016) nos diz que no problema não se sabe o caminho para se resolver e nem as estratégias, pois se já soubessem seria apenas exercícios. Com relação a Resolução e Exploração de Problemas cabe ao professor mediar junto com os alunos para não se limitar só na resolução do problema proposto, como o pesquisador Andrade (2017), nos diz que se dá um Problema é desenvolvido um trabalho com ele, o professor e os alunos discutem o trabalho desenvolvido nas reflexões e sínteses, e não chegam somente a solução, mas também a novos conteúdos, novos problemas.

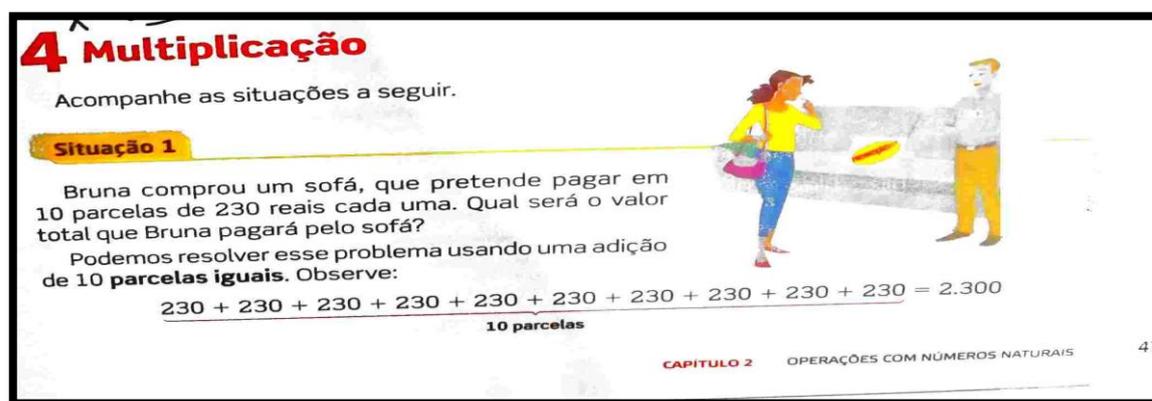
Esta coleção A não se fala sobre a Proposição de Problemas, não há nenhuma passagem que sugerem que os alunos elaborem seus próprios problemas, como Chica (2001) nos diz que quando o aluno elabora seus próprios problemas ele deixa de ser um mero resolver e passa a ser um proponente de Problemas, e isso mexe com sua criatividade e ideias matemáticas na formulação desses problemas.

Coleção B- Matemática - Bianchini		
Ideias	Quantidade de Situações problemas da Operação de Multiplicação	Quantidade de Situações Problemas da Operação de Divisão
Comparação	2	-

Grupos iguais	3	-
Produto Cartesiano ou Raciocínio combinatório	9	-
Área Retangular	2	-
Partitiva	-	3
Quotativa	-	4
Quociente cartesiano	-	0
Problemas Introdutórios	5	2

Quadro 2: Análise da Coleção B
Fonte: Autores

Analisando o quadro 2, é possível perceber que diferente da outra coleção na Operação de Multiplicação foi dado mais ênfase a ideia de Produto Cartesiano ou Raciocínio Combinatório, foi dedicado no livro um tópico só pra trabalhar com essa ideia da Multiplicação, na operação de Divisão predominou a ideia Quotativa, e no livro não foi encontrada nenhuma situação que se encaixava na ideia de Quociente Cartesiano, com relação aos problemas introdutórios destacamos 5 problemas, desses problemas cada uma ideia apresentou um problema introdutório, apenas a a ideia de Raciocínio combinatório apresentou 2 situações.



4 Multiplicação

Acompanhe as situações a seguir.

Situação 1

Bruna comprou um sofá, que pretende pagar em 10 parcelas de 230 reais cada uma. Qual será o valor total que Bruna pagará pelo sofá?
Podemos resolver esse problema usando uma adição de 10 **parcelas iguais**. Observe:

$$230 + 230 + 230 + 230 + 230 + 230 + 230 + 230 + 230 + 230 = 2.300$$

10 parcelas

CAPÍTULO 2 OPERAÇÕES COM NÚMEROS NATURAIS 47

Figura 2: Problemas de Introdução do Conteúdo de Multiplicação
Fonte: BIANCHINI, 2018, p.47

Observando a figura 2, é possível perceber que há uma inversão da maneira tradicional de ensinar a matemática em que primeiro é dado o conceito e depois o problema, percebemos que primeiro é dado o problema para só então formalizar a ideia, a que se refere aquele determinado problema.

5 Divisão

Acompanhe as situações a seguir.

Situação 1

Em uma gincana promovida pelo Colégio Aprender, os alunos arrecadaram 840 latas de leite em pó, que foram doadas a instituições assistenciais. Para a doação, as latas de leite foram embaladas em caixas contendo 30 latas cada uma.



Para saber quantas caixas foram necessárias para embalar todas as latas, devemos procurar o número que multiplicado por 30 resulte em 840.

Ao fazer isso, estamos realizando uma operação chamada **divisão**.

O número procurado é 28, pois: $28 \cdot 30 = 840$.

Vamos montar a divisão que nos dá esse resultado:

$$840 : 30 = 28$$

Logo, foram necessárias 28 caixas.

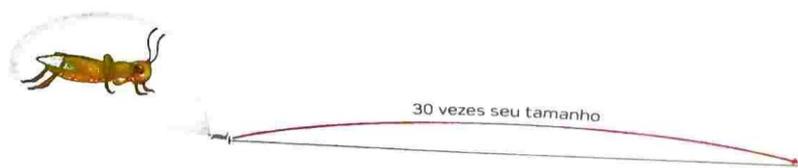
Em uma calculadora, fazemos essa divisão da seguinte maneira:



Nesse problema, ao dividir o total de latas de leite pela quantidade que cabe em cada caixa, estamos fazendo uma repartição em partes iguais, uma **distribuição equitativa** do total de latas de leite.

Situação 2

Os grilos são grandes saltadores. Um grilo chega a saltar uma distância de 90 centímetros, o que corresponde a 30 vezes seu tamanho.



NELSON MANTOVANI
JOSE LUIZ JUNIAS

Figura 3: Problemas introdutórios da operação de Divisão
Fonte: BIANCHINI, 2018, p.58

Tendo como base a figura 3, é perceptível que de início é dada uma situação problema para só então o professor mediar as discussões, e depois chegar na ideia a qual se refere o problema, invertendo a ordem de primeiro fornecer o conceito e depois os problemas, percebemos que nessa figura se o professor mediar as ideias junto com os alunos, irá favorecer uma construção do conhecimento da operação de Divisão.

Conforme Vergnaud(2009), na coleção A não é observado o estudo da Operação de Multiplicação numa relação quaternária, já na coleção B percebemos claramente essa relação na seguinte situação problema:

Situação 3

Ana e suas amigas estavam estudando juntas e resolveram preparar lanches naturais e suco de laranja. Sabendo que para fazer 1 copo de suco são necessárias 3 laranjas, quantas laranjas serão usadas para fazer 4 copos de suco?

Se, para 1 copo, são necessárias 3 laranjas, para 4 copos temos:

Quantidade de copos $\times 4 \begin{array}{r} 1 \\ 4 \end{array}$	Quantidade de laranjas $\times 4 \begin{array}{r} 3 \\ 12 \end{array}$
---	---



Reprodução proibida. Art. 184 do

Figura 4: Relação Quaternária
Fonte: Fonte: Fonte: BIANCHINI, 2018, p.48

Na Figura 4, percebemos uma relação quaternária como Vergnaud(2009) nos diz que numa relação quaternária há 4 quantidades, duas de um tipo e outras duas de outro tipo, e observamos uma correspondência de quantidades de espécies(copos e laranjas).

Na coleção B percebe-se que depois da sequência de Atividades é proposto para os alunos que elaborem problemas, vejamos a seguir a figura 5 que mostra esse fato:

<p>51 <i>Hora de criar</i> – Troque com um colega um problema sobre multiplicação com números naturais criado por vocês. Depois de cada um resolver o problema elaborado pelo outro, destroquem para corrigi-los. Resposta pessoal!</p> <p>59 <i>Hora de criar</i> – Troque com um colega um problema sobre multiplicação com raciocínio combinatório criado por vocês. Depois de cada um resolver o problema elaborado pelo outro, destroquem para corrigi-los. Resposta pessoal!</p>	<p>79 <i>Hora de criar</i> – Troque com um colega um problema sobre divisão com números naturais criado por vocês. Depois que cada um resolver o problema elaborado pelo outro, destroquem para corrigi-los. Resposta pessoal!</p>
--	--

Figura 5: Proposição de Problemas na Coleção B
Fonte: Bianchini(2018)

Observando a figura 5 percebemos que nesta coleção é reservado uma atividade em especial, depois das sequências de atividades propostas sobre o conteúdo, intitulada como a “hora de criar”, no qual solicita que o aluno elabore problemas e troque o problema elaborado com o colega, para que ele resolva, como Chica(2001) nos diz que na elaboração dos problemas propostos há uma aproximação da língua materna a matemática, no qual o aluno para criar seus próprios textos de problemas, ele precisa organizar as ideias para dá sentido a esses problemas, fazendo com que ele deixe de ser apenas um resolvidor e passe a ser um propositor de problemas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista no que foi percorrido durante toda a nossa pesquisa chegamos a algumas conclusões a cerca da Análise das Coleções de livros didáticos intituladas como coleção A e B, no qual percebemos que a coleção B trabalha de forma mais eficaz as operações de Multiplicação e Divisão, observamos qu ela propõe situações problemas para construir as ideias de cada operação, e que sugere que os alunos sejam os propositores de problemas saindo desse círculo vicioso de só o professor propor problemas.

No trabalho com a metodologia da Resolução, Exploração e Proposição de Problemas, observamos que coleção A não se aplica de fato a essa metodologia por completo, pois

fornecem as situações problemas dos conteúdos de forma solta, sem uma referência as ideias que cada operação possui, e também não trás nenhuma proposta de Proposição de Problemas, já na coleção B é visto quase todas as ideias referentes as essas duas operações com exceção que na coleção de B, não é visto nenhuma situação que trabalhe com o Quociente Cartesinao referente a operação de Divisão, notamos também que Coleção A é mais antiga que a coleção B, logo a coleção B, trás as ideias de forma mais organizada e com propostas atuais no ensino da Matemática.

Embora a coleção B tenha apresentado melhores propostas de ensino da Operação de Multiplicação e Divisão, ela não abordou a ideia de Quociente cartesiano em nenhum momento da apresentação do conteúdo e nem nas atividades propostas, logo concluímos que seria importante apresentar mais uma ideia da operação de divisão.

De acordo com que a foi abordado até agora, percebemos que o estudo da Operação de Multiplicação e Divisão, se faz necessário para entemos as dificuldades que os alunos possuem quando se deparam com situações problemas que abordem essa tema, logo percebemos que são necessárias mais pesquisas com essa temática que leve um pensar reflexivo da prática e dos livros escolhidos para se usarem nas aulas de matemática.

REFERÊNCIAS

CHICA, C. H. Por que formular problemas? In: SMOLE, K. C. S.; DINIZ, M. I. S. V. Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender matemática. Porto Alegre: Artmed, 2001, p. 151-173.

ANDRADE, S. Um caminhar crítico reflexivo sobre Resolução, Exploração e Proposição De Problemas Matemáticos no Cotidiano da Sala de Aula. Perspectivas para resolução de problemas. Org: Lourdes de La Rosa Onuchic, Luiz Leal Junior, Márcio Pironel. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

BOTTA, L.S. Números racionais e raciocínio proporcional: considerações sobre o ensino-aprendizagem. Dissertação (Mestrado em ensino e Aprendizagem da Matemática e seus

fundamentos filosófico-científicos).Rio Claro- SP: IGCE(Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista), 1997.

FONSECA, J. J. S. Curso de Especialização em Comunidades Virtuais de Aprendizagem- Informática Educativa. Metodologia da Pesquisa.Universidade Estadual do Ceará (UECE) - CE , 2002.

GEER, B.Multiplicationanddivision as modelsofsituacions.In: GROUWS, D.A.(Ed.).Handbook ofresearchonmathematicsteachingandleraning.New York: Macmillan, 1992. P.276-295.

SILVA,C.M.S.Matemática: resolução de problemas/Circe Mary silva da Silva, Moysés Gonçalves Siqueira Filho.- Brasília: Liber Livro, 2011.

SILVA, S.V.P. Ideias/Significados da multiplicação e divisão: o processo de aprendizagem via resolução, exploração e proposição de problemas por alunos do 5 ° ano do Ensino Fundamental. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciências e Educação Matemática)- Universidade Estadual da Paraíba, Centro de ciências e Tecnologia, 2016

VALE,I.;PIMENTEL,T.Resolver Problemas - Criando Soluções, Vendo.REMATEC/Ano 11/n. 21/jan.-abr. 2016, p. 8-23

VERGNAUD,G. A criança, a matemática e a realidade: problemas do ensino da matemática na escola elementar/Gérard Vergnaud: tradução Maria Lúcia Faria Moro;revisão técnica Maria Tereza Carneiro Soares.- Curitiba:Ed. Da UFPR, 2009.



NOITES DE ASTRONOMIA: UM PROJETO DE DIVULGAÇÃO DE COLÉGIO PÚBLICO ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO

Adriana Oliveira Bernardes¹

RESUMO

A divulgação de Astronomia ocorre no Brasil há bastante tempo, desde a década de 80, quando houve um aumento da divulgação científica no país ela já se destacava. Em nosso país em 2009, quando foi instituído o Ano Internacional da Astronomia pela UNESCO, houve grande destaque, sendo que o Brasil participou ativamente através de instituições de espaço não formal de educação como: museus, casas de ciências e também clubes e grupos de Astronomia. Este relato tem por objetivo descrever as atividades desenvolvidas pelo GACEC (Grupo de Astronomia do Colégio Estadual Canadá) de Nova Friburgo com o projeto “Noites de Astronomia”. Assim foi realizada uma pesquisa na página do projeto no Facebook, bem como em páginas nas quais foram divulgados eventos e atividades realizadas. Pudemos então verificar a regularidade do trabalho, o número de palestras, os temas abordados, os recursos utilizados, entre outros. O projeto foi realizado tendo como público alvo alunos do curso noturno a fim de possibilitar aos mesmos um contato maior com o tema e motivá-los não só ao aprendizado de Astronomia, mas também em relação a sua permanência na escola. Verificamos então que no período de 2015 a 2019 ocorreram aproximadamente dez noites de astronomia, os temas tratados foram variados envolvendo Astronomia Básica, Astrofísica, Astronáutica e temas ligados a Astrobiologia. Verificamos, a grande importância de tais eventos para o aluno e de termos uma escola que oferece atividades diversificadas aos alunos, com intuito de oferecer ao mesmo uma formação cidadã.

Palavras-chave: Divulgação de Astronomia, Ensino de Astronomia, Ensino Médio.

INTRODUÇÃO

O projeto Noites de Astronomia foi implantado em 2015 no Colégio Estadual Canadá de Nova Friburgo, situado no Estado do Rio de Janeiro. O mesmo foi elaborado e desenvolvido pelo GACEC (Grupo de Astronomia do Colégio Estadual Canadá), o grupo, que como os clubes de Astronomia constitui um espaço de educação não formal, realiza suas atividades dentro e fora do colégio supramencionado, promovendo discussões sobre o tema Astronomia.

Em relação a educação não formal, algumas discussões são necessárias e em GOHN (2006, p.2) temos uma excelente contribuição quando esta afirma que:

Quando tratamos da educação não formal, a comparação com a educação formal é quase que automática. O termo não formal também é usado por alguns investigadores como sinônimo de informal. Consideramos que é

¹ Professora da Rede Estadual de Ensino do Rio de Janeiro, Doutoranda em Ensino e História da Matemática e da Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

necessário distinguir e demarcar as diferenças entre estes conceitos. A princípio podemos demarcar seus campos de desenvolvimento: a educação formal é aquela desenvolvida nas escolas, com conteúdos previamente demarcados; a informal como aquela que os indivíduos aprendem durante seu processo de socialização - na família, bairro, clube, amigos etc., carregada de valores e culturas próprias, de pertencimento e sentimentos herdados: e a educação não-formal é aquela que se aprende “no mundo da vida”, via os processos de compartilhamento de experiências, principalmente em espaços e ações coletivos cotidianas.

Verificamos então a importância de não se confundir educação não formal com educação informal. Clubes e grupos de Astronomia trabalham com atividades sistematizadas com objetivos claros em relação ao entendimento de variados fenômenos cotidianos, como: as fases da lua, queda de meteoritos, entre outros, se diferenciando assim de espaços informais.

Assim, o Grupo de Astronomia do Colégio Estadual Canadá atua na escola tendo um grupo de indivíduos que a partir de estudos realizados, compartilha tal conhecimento na comunidade escolar, tais indivíduos podem ser professores, alunos, graduandos ou mesmo interessados em Astronomia.

Ainda, segundo Gohn apud Rodrigues (2012, p.2)

A Educação não formal (Gohn, 2010) “foi um campo de menor importância no Brasil, até os anos de 1980, tanto nas políticas públicas, quanto entre os educadores”. E a esse respeito ainda a autora ainda coloca que o caminho institucional aos processos educativos em espaços não formais foi aberto em 1996 pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), quando define educação como aquela que abrange [...] processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais (LDBEN, art.1º,1996 apud Gohn, 2011: 11).

A LDB (1986) institui uma formação cidadã aos alunos, estimulando o espaço escolar a se tornar um espaço de disseminação de conhecimentos e não de conteúdos, já que a formação cidadã está diretamente ligada ao entendimento de que se tem direitos e deveres, assim a escola deve colaborar para que o aluno através do conhecimento, viva bem em sociedade.

Em relação as dimensões atingidas pela educação não formal, temos em Gohn apud por Rodrigues (2012, p.3) que:

Espaços importantes da sociedade abarcam as atividades da Educação não formal e suas práticas educativas distribuem-se em inúmeras dimensões. Na sociedade civil organizada vinculada a programas e projetos sociais, nas ONGs, movimentos sociais de educação não formal. A Educação não formal é uma possibilidade de produção de conhecimento em territórios fora das estruturas curriculares da Educação formal (Gohn, 2011).



GACEC (GRUPO DE ASTRONOMIA DO COLÉGIO ESTADUAL CANADÁ)

O trabalho aqui apresentado foi realizado através do GACEC (Grupo de Astronomia do Colégio Estadual Canadá) que realiza ao longo do ano variadas atividades de divulgação de Astronomia na escola e fora dela e um dos projetos realizados de 2015 à 2019 foi o chamado, “Noites de Astronomia”.

Este não é o único projeto, a escola recebe também durante o ano, a Mostra de Astronomia para as turmas da noite, quando trabalhos apresentados na parte da manhã, na Mostra de Astronomia do Canadá, são apresentados para alunos do turno noturno.

Neste sentido:

Acreditamos que quando elaboramos tais eventos, como uma feira de ciências para turmas da noite, ou levamos trabalhos do turno matutino para o da noite, estamos colaborando fortemente com a formação cidadã deste aluno e que o dialogismo entre as partes engrandeça os atores envolvidos no processo. (BERNARDES, 2017, p.12)

O grupo, considerado espaço não formal de educação e que atua fortemente na escola pública, nos leva novamente a discutir as ideias de Gohn no parágrafo abaixo.

Na educação formal sabemos que são os professores. Na não formal, o grande educador é o “outro”, aquele com quem interagimos ou nos integramos. Na educação informal, os agentes educadores são os pais, a família em geral, os amigos, os vizinhos, colegas de escola, a igreja paroquial, os meios de comunicação de massa, etc. (GOHN, 2011, p.3)

Do grupo fazem ou fizeram parte: alunos da escola, ex-alunos, graduandos em Biologia, Química, Física, Geografia, professores e pessoas do público em geral.

O grupo foi fundado em 2015 na escola com o objetivo de engajar alunos na divulgação de Astronomia dentro e fora dela, utilizando recursos variados, que serão discutidos neste trabalho.

Com objetivo de divulgar conhecimento de Astronomia, é realizado trabalho condizente com o que estabelece a UNESCO em suas diretrizes para educação no século XXI na qual institui que na escola o aluno deverá:

Aprender a conhecer, combinando uma cultura geral, suficientemente vasta, com a possibilidade de trabalhar em profundidade um pequeno número de matérias. O que também significa: aprender a aprender, para beneficiar-se das oportunidades oferecidas pela educação ao longo de toda a vida. (DELORS, 2003, p.101)



Assim, o aluno na escola para aprender a aprender e obter uma cultura geral deverá ter oportunidade de conhecer variados assuntos, num contexto de aprendizado dinâmico e que lhe traga informações sobre a vida cotidiana, pensando nisto são oferecidas variadas atividades.

Neste contexto, em Delors (2003) é discutido que:

Não basta, de fato, que cada um acumule no começo da vida uma determinada quantidade de conhecimentos de que possa abastecer-se indefinidamente. É, antes, necessário estar à altura de aproveitar e explorar, do começo ao fim da vida, todas as ocasiões de atualizar, aprofundar e enriquecer estes primeiros conhecimentos, e de se adaptar a um mundo em mudança. (DELORS, 2003, p.84)

Neste sentido acreditamos que a escola deva estimular o aluno neste interesse pelo conhecimento, a partir do oferecimento da oportunidade de conhecer assuntos diversos principalmente no turno noturno onde temos alunos numa faixa de idade maior.

A PARTICIPAÇÃO DE ALUNOS DE INICIAÇÃO À PESQUISA NO PROJETO NOITES DE ASTRONOMIA

O GACEC (Grupo de Astronomia do Colégio Estadual Canadá) oferece a possibilidade de que alunos da escola participem de iniciações à pesquisa na área de Astronomia.

Neste sentido, em Bernardes (2012, p.1): “Considera-se que clubes como vêm se destacando no que concerne a atividades desenvolvidas e juntando forças a quem realiza este trabalho nacionalmente”.

Os projetos elaborados participam efetivamente das “Noites de Astronomia” e os alunos tem a chance de apresentar seus trabalhos, o que colabora para que protagonizem no espaço escolar, desenvolvendo autonomia e protagonismo, colaborando para que reflitam sobre o efeito de suas apresentações no aprendizado de outros alunos.

Em suas apresentações, tais alunos tem a chance de interagir tanto com professores, quanto com alunos que trabalham e estudam à noite, conhecendo suas dificuldades para estar na escola e também as de aprendizado.

A PARTICIPAÇÃO DE GRADUANDOS NO PROJETO NOITES DE ASTRONOMIA

O Colégio Estadual Canadá no qual foi desenvolvido o projeto, recebe anualmente estagiários graduandos em licenciatura de várias universidades da cidade e também do Polo CEDERJ de Nova Friburgo.



Alunos dos cursos de Ciências Biológicas, Química, Pedagogia, Geografia, entre outros, realizam estágios obrigatórios e algumas vezes não obrigatórios no contexto da participação em projetos da área de Física e Astronomia.

Alguns desses alunos participam do projeto com fins de obter horas acadêmicas e alguns por interesse na área. Tanto num caso, quanto no outro ocorre um ganho pedagógico para sua formação enquanto professor.

No caso da Astronomia como esta possui características interdisciplinares, a mesma é alvo de interesse da maioria das áreas mencionadas acima, que são áreas de futura atuação dos graduandos em licenciatura.

Em relação a questão interdisciplinar da Astronomia, vários autores tem abordado tal questão, entre outros Santos et al que destacamos abaixo:

Devido ao seu elevado caráter interdisciplinar e à possibilidade de diversas interfaces com outras disciplinas, Física, Química, Biologia, História, Geografia, Educação Artística etc. os conteúdos de astronomia podem proporcionar aos alunos uma visão menos fragmentada do conhecimento. (SANTOS et al, 2011, p.4)

Consideramos também como afirma Daminelli (2009, p.105) que:

Astronomia envolve uma combinação de ciência, tecnologia e cultura e é uma ferramenta poderosa para despertar o interesse em Física, Química, Biologia e Matemática, inspirando os jovens às carreiras científicas e tecnológicas. Mais do que isso, mostra ao cidadão de onde viemos, onde estamos e para onde vamos.

No contexto escolar vários autores abordam o fato do caráter motivador da Astronomia para o ensino de ciências como a autora abaixo:

O estudo da Astronomia dentro e fora do âmbito escolar é algo que desperta a curiosidade das pessoas em relação as novas descobertas sobre a dimensão do Universo e à origem da vida humana. A Astronomia é a ciência mais antiga da história, pois os seus objetos de estudos já existiam desde muito antes da origem do homem. Em contrapartida, pouco se sabe a respeito dessa ciência natural para aqueles que não são da área. COPCESKI; FERREIRA, 2018, p.1)

O aluno pode participar do projeto de duas maneiras: como ouvinte, assistindo à palestras, oficinas, observações do céu, entre outros ou oferecendo atividades condizentes com sua área de graduação, que estejam vinculadas a algum projeto do grupo. Tanto em um contexto como em outro, consideramos ser grande o aprendizado do graduando, já que terá a oportunidade de conhecer a realidade da escola, do trabalho realizado pelos professores e de projetos como o “Noites de Astronomia”.



Uma vez inserido no projeto, o mesmo sempre será convidado a desenvolver alguma atividade com o objetivo que protagonize na escola, tendo assim conhecimento da receptividade dos alunos e das possíveis dificuldades que possuem.

Na figura 1 abaixo, foto da exposição Das Cosmologias Antigas ao Universo Eterno, que já participou, tanto de eventos do projeto, quanto da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia atingindo então um público maior:



Figura 1 – Exposição Das Cosmologias Antigas ao Universo Eterno

A exposição supramencionada aborda a história da Astronomia, desde as cosmogonias, às teoria do big bang e universo eterno.

DIVULGAÇÃO DE ASTRONOMIA

Em relação a divulgação de Astronomia, a educação não formal é realizada por instituições como museus, casas de ciência, e grupos, que se dedicam a divulgar o tema.

Este processo vem desde 2009, instituído ano Internacional da Astronomia, no qual:

Esse gigantesco programa de divulgação científica foi oferecido por 160 grupos de astrônomos amadores e 80 instituições universitárias, planetários e centros de ciência. (DAMINELLI, 2009, p.106)

Em relação específica ao ano internacional de Astronomia considera-se que:

O ano de 2009, considerado o Ano Internacional da Astronomia, foi importante para divulgação da astronomia no Brasil. Isto foi feito tanto pelos que realizam este trabalho nacionalmente, quanto pelos clubes de astronomia, que trabalham num âmbito menor, geralmente restringindo suas atividades a sua cidade de origem. Bernardes (2019, p.22)

No Brasil ocorreu uma grande mobilização de sentido de realizar atividades com o público em geral e os clubes e grupos foram chamados de nós locais.

Sobre esta questão Daminelli esclarece:

O Brasil possui alguns milhares de astrônomos amadores, em quase duzentos clubes e associações regionais em todos os estados. Esses números são muito próximos aos de países da Europa Ocidental e Ásia. Suas principais atividades se agrupam em duas áreas. A mais tradicional é a da divulgação da astronomia ao grande público, realizada pelos clubes locais e frequentemente atuando em parceria com planetários e universidades. Na última década, organizados em uma rede nacional de observação amadora (REA), os amadores têm tido também papel ativo na obtenção de dados observacionais potencialmente utilizáveis em trabalhos posteriores de pesquisa por instituições profissionais. Dezenas de asteroides, dezesseis supernovas e um cometa foram descobertos por amadores brasileiros. (DAMINELLI, 2009, p.109)

RECURSOS UTILIZADOS NO PROJETO

Acredito que a maioria das pessoas que ouvissem falar num projeto chamado Noites de Astronomia, pensariam logo na utilização como recurso de telescópios ou binóculos, porém, como trabalhamos com o objetivo de facilitar a aprendizagem dos alunos, utilizamos variados recursos para discutir temas de Astronomia como: jogos, exposições, aplicativos, simulações, vídeos, entre outros. Porém, mais especificamente com jogos e vídeos.

Em relação aos jogos sabemos que:

O jogo sempre fez parte do ser humano como uma atividade que nos acompanha desde a infância e sua origem é algo que não se sabe quando nem onde ocorreu, no entanto, desde a antiguidade eles já eram utilizados para ensinar conceitos como normas e valores. (MACHADO, 2018, p.23)

Em nosso trabalho utilizamos jogos para discutir astronomia básica, mas também introduzir conteúdos de Astrobiologia.

Tais recursos são selecionados visando proporcionar à comunidade escolar o contato com importantes temas da Astronomia como: Estações do Ano, Eclipses, Asteróides, Estrelas



através de recursos lúdicos no qual o aluno na maioria das vezes, não percebe que está num processo de ensino e aprendizagem.

Em relação a utilização dos vídeos em Bernardes e Nascimento (2020) afirma-se que a utilização dos vídeos foi crucial em projeto desenvolvido no qual se discutia questões relacionadas a ciclones e furações de forma interdisciplinar.

Na figura 2 abaixo, vemos membro do grupo de Astronomia apresentando a exposição Das cosmologias antigas ao universo eterno à alunos de turma de Educação de Jovens e Adultos:

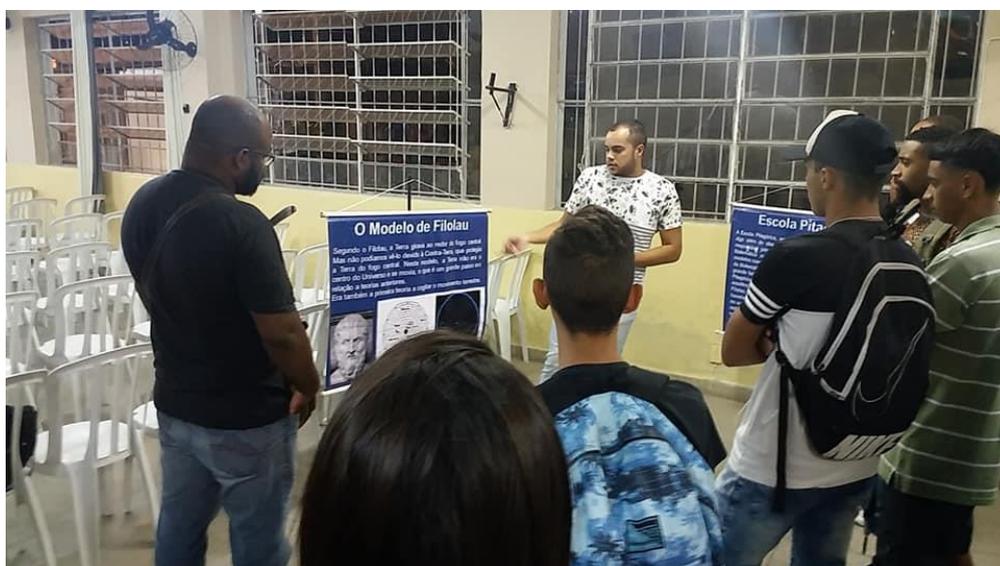


Figura 2 – Exposição Das cosmologias antigas ao universo eterno.

OBJETIVO

O objetivo do projeto Noites de Astronomia é estimular o interesse dos alunos por ciências de maneira geral e especificamente por Astronomia através da realização de eventos para disseminação do tema.

METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado em colégio público estadual da cidade de Nova Friburgo, localizada no estado do Rio de Janeiro.

O colégio oferece os turnos matutino, diurno e noturno e as modalidades Ensino Fundamental, Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos para aproximadamente 712 alunos.



A escola conta com alguns recursos como: laboratório de ciências, laboratório de informática, ainda que sucateado e espaços físicos como: auditório e quadra de esportes.

Neste trabalho foi realizada pesquisa documental com a pesquisa em páginas da internet, obtendo o número de eventos a cada ano e o tipo de atividades realizadas.

A pesquisa documental é um tipo de abordagem qualitativa como descreve Godoy (1995, p.2); “A abordagem qualitativa oferece três diferentes possibilidades de se realizar pesquisa: a pesquisa documental, o estudo de caso e a etnografia”.

Em relação a pesquisa documental, consideramos que:

O exame de materiais de natureza diversa, que ainda não receberam um tratamento analítico, ou que podem ser reexaminados, buscando-se novas e/ ou interpretações complementares, constitui o que estamos denominando pesquisa documental. (GODOY, 1995, p.21)

A página na qual foi feita à pesquisa foi Noites de Astronomia do CEC que se encontra no Facebook.

Na figura 3 abaixo, membros do GACEC apresentam a exposição Ciência e Arte: Uma exposição sobre o sistema solar para alunos de turma da noite:



Figura 3 – Exposição Ciência e Arte

RESULTADOS



Pesquisando as páginas da internet, podemos observar variados eventos promovidos pelo projeto Noites de Astronomia, observando também grande número de fotos de cada evento realizado.

Em relação ao número de alunos participantes, a informação não foi obtida através da página e sim na escola onde o projeto se desenvolve, considerando que todo o Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos participam, são contemplados aproximadamente 120 alunos.

A página na qual foi realizada a pesquisa, tem o seguinte endereço: <http://www.facebook.com/Noites-de-Astronomia-no-CEC> e foi criada em 15 de junho de 2015, logo após a fundação do grupo de Astronomia.

Na tabela 1 abaixo, podem ser observados dados dos eventos promovidos pelo projeto Noites de Astronomia:

Ano	Quantidade de eventos	Atividades desenvolvidas
2015	5	Palestras, oficinas e mostras
2016	1	Palestras e oficinas
2017	3	Palestras, oficinas e observações do céu
2018	2	Palestras, oficinas e observações do céu
2019	2	Palestras, oficinas, observações do céu e mostras

Tabela 1 – Características das noites astronomia.

Na tabela 2 abaixo verificamos os títulos das palestras apresentadas e seus objetivos a serem cumpridos junto aos alunos:

Temas das palestras	Objetivo
As contribuições de Herschel para Astronomia	Dar uma perspectiva histórica do cientista desde de suas descobertas no século XIX até as descobertas do telescópio espacial que recebeu o seu nome.
Ciência e Arte: A exposição o sistema solar	Apresenta informações sobre o projeto desenvolvido e após a apresentação os alunos conhecem a mostra que aborda características dos planetas do sistema solar.

Planetas Extrassolares	Apresenta a ideia de planeta extrassolar e as principais descobertas do Telescópio Espacial Kepler.
Mitologia e o nome dos planetas	Discute os planetas do sistema solar a partir de seus nomes oriundos da mitologia.
A história da luz: da pré-história aos dias atuais	Faz uma retrospectiva da história da luz da antiguidade aos nossos dias.
Planetas do Sistema Solar	Aborda características do sistema solar.
Das cosmologias antigas ao universo eterno	Exposição com a história da cosmologia, das cosmogonias as cosmologias científicas.
Vídeos legendados do Ensino de Astronomia	Apresentação de projeto no qual são elaborados vídeos legendados para o ensino de alunos surdos.
O Sol: Estrela do nosso sistema solar	Apresenta dados de sua constituição e evolução.
Uma discussão sobre Astrobiologia	Apresenta ideias sobre Astrobiologia e a possibilidade de vida em outros planetas.
Discutindo ondas eletromagnéticas a partir do Telescópio Espacial Chandra	Apresentação de um projeto que discute tema de Física a partir do Telescópio Espacial Chandra.
Relógio de Sol	Explica o funcionamento e a historia do relógio solar.
Ciclones Tropicais	Projeto que aborda de forma interdisciplinar questões relacionadas ao aquecimento global discutindo ciclones e furações.
Sonda Cassini	Projeto que aborda dados da sonda bem como do planeta Saturno.
A Física do filme Interestelar	Busca entender não só a Física mas também conceitos de Astronomia vinculados ao filme.
Estrelas de Brilho Variável	Apresentação de projeto que aborda o tema e também explica como detectá-las.

Tabela 2 – Títulos das palestras promovidas pelo grupo de Astronomia em colégio público estadual do Rio de Janeiro.

PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS INTERNACIONAIS

Através do projeto Noites de Astronomia os alunos participaram de dois eventos internacionais: o Asteroid Day e o International Observe Moon, ambos tendo grande repercussão na escola.

Sobre o asteroid day, podemos obter maior informação em sua página onde se afirma que:

O Asteroid Day é um programa educacional e de conscientização dinâmica para inspirar o mundo sobre os asteróides - seu papel na formação de nosso sistema solar, como podemos usar seus recursos, como os asteróides podem abrir caminho para a exploração futura e, finalmente, como podemos proteger nosso planeta de impactos de asteróides. Os eventos do Dia do Asteróide são realizados em 30 de junho de cada ano para marcar o aniversário do impacto de 1908 em Tunguska. Os eventos do Dia do Asteróide são amplamente organizados de forma independente em todo o mundo para pessoas de todas as idades e, em sua maioria, são gratuitos. O Asteroid Day é um programa administrado pela Asteroid Foundation, uma organização sem fins lucrativos de Luxemburgo. (ASTEROID DAY, 2020)

De 2015 a 2019 o colégio participou de três Asteroids Day. No evento ocorriam palestras, observações do céu e oficinas. O vento sempre trazia uma reflexão a respeito da vulnerabilidade da Terra que poderia ser atingida por um asteróide como já foi no passado.

Já o Observe the Moon Night:

...é um momento para se reunir com outros entusiastas da Lua e curiosos em todo o mundo. Todos na Terra são convidados a aprender sobre a ciência e exploração lunar, participar de observações celestes e homenagear as conexões culturais e pessoais com a lua. Observe que encorajamos você a interpretar “observar” de forma ampla. (OBSERVE THE MOON, 2020)

A observação da lua sempre foi um evento disputado e todos apreciavam sua observação, sendo que o evento também era associado a palestras e oficinas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto Noites de Astronomia trouxe vários benefícios a escola de maneira geral, levando a seus alunos conhecimento que fascinava e encantava a maioria deles.

Em cinco anos de projeto, vários foram os alunos que tiveram oportunidade de protagonizar no espaço escolar levando seu conhecimento a outros alunos e realizando uma troca com o professores e alunos da escola.

Em relação as palestras vários foram os graduandos de Física, Biologia e Geografia tiveram a oportunidade de apresentar seus trabalhos à comunidade escolar com temas condizentes a suas futuras áreas de atuação.

As observações do céu fascinaram os alunos que puderam observar vários planetas e a lua com telescópio e binóculo.

Tais atividades ocorreram em um colégio público, ampliando a visão de mundo de alunos do curso noturno e da manhã que se dispunham a frequentá-lo nos dias em que haviam atividades.

É muito importante que a escola pública se preocupe em divulgar o conhecimento seja lá ele qual for e que estimule a reflexão, formando um cidadão crítico, principalmente num momento em que acredita-se em terra plana e se questionam vacinas.

A escola precisa oferecer uma formação cidadã ao aluno que colabore para que o mesmo compreenda melhor a realidade em que vive sobre todos os aspectos.

Na figura 4 abaixo cartaz de uma das noites de Astronomia:



Figura 4 – Cartaz de um dos eventos.

Assim, acreditamos que projetos como estes devam ser algo comum nas escolas e que haja uma preocupação não só de formar o aluno cidadão mas, também de colaborar para que as diretrizes para educação no século XXI da UNESCO sejam cumpridas na escola.



REFERÊNCIAS

ASTEROID DAY. **Asteroid Day**. Disponível em: <https://asteroidday.org/>. Acessado em 09 de set de 2020.

BERNARDES, A.O. **Astronomia e educação**. Editora CRV, Curitiba, 2019. 117p.

BERNARDES, A. O. Clube de Astronomia como espaço não formal de Educação (Atuação junto à Espaços Formais) Disponível em: <site.mast.br/multimidia/encontro_internacional_de_educacao_nao_formal_e_formacao_de_professores/pdfs-poster/ResumoEstendido_Adriana_Oliveira_Bernardes.pdf > Acessado em 20 de janeiro de 2020.

BERNARDES, A. O; NASCIMENTO, Marcelle de F. Utilizando vídeos educativos para o estudo do tema Furações: Uma experiência interdisciplinar envolvendo Física e Geografia. Educação Pública, v.20, nº 24, 30 de junho de 2020. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/24/utilizando-videos-educativos-para-o-estudo-do-tema-furacoes-uma-experiencia-interdisciplinar-envolvendo-fisica-e-geografia>

BERNARDES, A. O. Mostra de Astronomia integra alunos dos turnos matutino e noturno. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/17/2/mostra-de-astronomia-integra-alunos-dos-turnos-matutino-e-noturno>. Acessado em 09 de set de 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: Casa Civil da Presidência da República, 1996.

COPCESKI, Silvana, FERREIRA, Amanda Fernanda N. Interdisciplinaridade através da Astronomia: Uma relação possível na sala de aula. Disponível em: <https://www.sbemmatogrosso.com.br/eventos/index.php/>. Acessado em 09 de set. de 2020.

DAMINELI, A.; STEINER, J. *O fascínio do universo*. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/fascinio.pdf>. Acesso em 6 ago. 2016.

DELORS, Jacques. *Educação: um tesouro a descobrir*. 2ª ed. São Paulo: Cortez. Brasília: MEC/Unesco, 2003.

GODOY, A. S. (1995). Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. Revista de Administração de Empresas, 35(4), 65-71.

GOHN, Maria da Glória. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v.14, n.50, p. 27-38, jan./mar. 2006.

MACHADO, Thiago N. Jogos no Ensino de Física: Elaboração de um jogo de cartas como abordagem no ensino de Tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 67p. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9892/1/CT_COFIS_2018_1_04.pdf

OBSERVE THE MOON. **Observe the moon**. Disponível em: <https://moon.nasa.gov/observe-the-moon-night/about/overview/>. Acessado em: 09 de set de 2020.

RODRIGUES, Deneuza L, Tamanini, Elizabete. **Educação Não Formal e Movimentos Sociais – Práticas Educativas nos Espaços Não Escolares. IX ANPED SUL IX Seminário de Pesquisa da Região Sul.** Disponível em:

www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/1178/78

SANTOS, João Henrique M. PEREIRA, Filipe Nunes V. PENIDO, Maria Cristina M. Proposta de uma Sequência Didática para o Ensino de Astronomia no Fundamental: Conhecendo a Lua. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1197-1.pdf>. Acessado em 09 de set de 2020.

O CORPO NO CINEMA: UMA ANÁLISE SISTEMÁTICA A PARTIR DE ESTUDOS BRASILEIROS

Jhony Weverson Rocha Coelho ¹
Marcelo Borges Rocha ²

RESUMO

A ciência, ao longo da história, caminhou paralelamente com os meios de comunicação. Das diferentes formas de comunicação científica, o presente estudo se debruça sobre as formas de Divulgação Científica (DC), mais precisamente o cinema. Popularizado em todas as camadas sociais, o cinema está presente na vida das pessoas, principalmente como lazer nas horas livres. Por conta de sua inserção social, o cinema acaba se tornando objeto de controle do corpo por parte de entidades públicas e privadas, com objetivo de estabelecer a manutenção de *status quo* vigente. Por isso, o presente estudo teve como objetivo mapear a produção acadêmica de estudos sobre as abordagens do corpo no cinema artigos Os dados foram analisados à luz da Análise de Conteúdo. Os resultados apontam para um interesse interdisciplinar na temática e uma distribuição de estudos nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Além disso, foi identificado o culto ao corpo, as relações de gênero e sexualidade e as práticas corporais como abordagens do corpo nos estudos. Em conclusão, a importância do tema pode ser justificada pelo interesse interdisciplinar de estudiosos e variedade de abordagens do corpo presentes no cinema. Por isso, sugere-se mais estudos sobre o cinema como forma de divulgar ciência.

Palavras-chave: Corpo, Cinema, Divulgação Científica.

INTRODUÇÃO

Ao longo da história da ciência, os meios de comunicação científica sofreram diversas mudanças, sob influência de diferentes setores da sociedade e foram encorpados até chegar ao que conhecemos no século XXI (MUELLER; CARIBÉ, 2010). Considerada como um termo genérico, a comunicação científica é entendida como o processo envolvido desde a motivação para se descobrir determinada questão até a reação do receptor daquele conteúdo (CARIBÉ, 2015). Segundo a autora, a comunicação científica engloba termos como disseminação científica, difusão científica, divulgação científica (DC), entre outros.

A nível de contextualização, Bueno (1985) traz a difusão científica como a veiculação do conhecimento científico de forma mais ampla, abrangendo a disseminação científica e a DC. Segundo o autor, o primeiro dá conta da veiculação dos conhecimentos científicos entre o público de especialistas, dotada de linguagem técnica e específica, enquanto o segundo -

¹ Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Saúde, do Instituto Nutes da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, jhonycoelho10@gmail.com;

² Doutor em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, (83) 3322.3222, rochamarcelo36@yahoo.com.br.

termo que terá atenção especial a partir de agora – dá conta da veiculação para o público não especialista, ou leigo, fazendo uso de uma linguagem comum.

A DC, com base no referencial de Bueno (1985) e Reis (2002), é entendida como a veiculação dos conhecimentos científicos ao público em geral a partir da utilização de técnicas, ferramentas e recursos que tornam a linguagem do conteúdo acessível ao público não especialista. Além de potencial transmissor de informação, a DC carrega consigo o poder de oferecer recursos para que a população desenvolva autonomia e criticidade dos temas de cunho científico (VOGT; CERQUEIRA; KANASHIRO, 2008).

Dada sua importância para a sociedade, a DC se faz presente em diferentes espaços de conhecimento na sociedade. Segundo Jacobucci (2008), a DC está presente tanto nos espaços formais, quanto não formais de ensino. Quando se pensa nos espaços formais, é importante salientar que a DC não tem por objetivo ensinar, apesar de ser considerada uma potente ferramenta de auxílio para os professores no processo de ensino-aprendizagem (ROCHA, 2012).

Além disso, a DC conta com uma gama de recursos para a veiculação dos seus conhecimentos que carregam marcas do passado, como os registros escritos, e também do futuro, como as redes sociais. Assim, alguns importantes recursos de DC são: as revistas de DC (MELO, *et al*, 2020), jornais impressos (OLIVEIRA; CRIBB; SERRA, 2010), museus (GONZALEZ; PIN; ROCHA, 2018), teatro (MONTENEGRO, *et al*, 2005), blogs (SILVEIRA; SANDRINI, 2014), audiovisuais (BERK; ROCHA, 2019), teatro (CAMPANINI; ROCHA, 2018), entre outros. Dentro dos recursos audiovisuais, o que tem um enorme potencial de alcance em todas as camadas da sociedade é o cinema (BERK; ROCHA, 2018).

Tendo sua primeira exibição pública no dia 28 de dezembro de 1895, em Paris, o cinema, ainda em preto e branco, sem áudio e com filmes curtos gerou comoção nos telespectadores que lá estavam (BERNARDET, 1985). Mais de um século depois, o cinema se transformou e adentrou em todas as classes sociais, tornando-se comum na vida das pessoas. No Brasil, por exemplo, dados da Agência Nacional do Cinema (Ancine) (BRASIL, 2020) revelam que mais de 170 milhões de ingressos foram comercializados no ano de 2019 em todo país, expondo o seu poder de alcance. Além disso, na academia também é possível notar o interesse dos pesquisadores pelo cinema, como por exemplo, pesquisas de revisão sistemática relacionando o cinema com o ensino (MACHADO; SILVEIRA, 2020), psicologia (FORTUNATO; SCHWARTZ, 2019) e educação especial (COSTA; MARTINS, 2017).

Por estar na maioria das vezes atrelado a momentos de lazer, há pouco estudos que problematize o cinema e as formas de controle da população e manutenção do *status quo* presentes em suas produções. Por isso, o corpo é objeto de grande interesse das grandes indústrias de consumo e dos grupos interessados no controle social através do corpo. Nesse sentido, Melo (2004) sugere que o corpo é a maior atração do cinema, o que indica tamanho interesse.

Antes de continuar essa discussão, é importante definir a concepção de corpo defendida no presente estudo. Diferente da opinião comum, o corpo aqui ganha influência do sociólogo francês David Le Breton, em sua produção intitulada “A sociologia do Corpo” (2012). Nela, o autor discorre sobre um corpo que ultrapassa a concepção puramente biológica e fragmentada, como é presente em muitos livros didáticos e práticas pedagógicas nas escolas; e ganha uma dimensão social e cultural como fatores fundamentais para a sua formação. Alinhado a Le Breton, Daolio (1995) apresenta o corpo como produto da sociedade a qual está inserido, de forma a integrar as dimensões biológicas, sociais e culturais do corpo.

Depois dessa breve contextualização do significado de corpo, pode-se pensar uma discussão com base em diferentes abordagens, como gênero e sexualidade; racial; padrões de beleza impostos pela sociedade; práticas corporais, dentre outras. Com isso, se não estava clara a relação corpo e cinema, agora ela vai ganhando mais forma e sentido.

Quando se pensa no fenômeno do culto ao corpo, ou seja, a busca por padrões de beleza e estética corporal (CASTRO, 2007), que é criada e sustentada por setores públicos e privados, através de diferentes práticas (FIGUEIREDO; NASCIMENTO; RODRIGUES, 2017), é possível imaginar que o cinema pode ter contribuído para uma marginalização do corpo obeso e valorização dos corpos magros e atléticos (SANTOLIN; RIGO, 2019). Além disso, o estímulo à busca pelo corpo perfeito parece começar ainda na infância através das produções infantis, além de outros meios, que idealizam o corpo de princesa e herói das crianças (SALGADO, FERRARINI, LUIZ, 2012).

Já quando se atenta às relações de gênero presente nas produções, é muito comum ver os principais papéis direcionados aos personagens do gênero masculino, assim como o tempo em tela, como apontou a revista norte-americana *Daily Mail* (MAILONLINE, 2019) ao comparar o tempo de tela dos personagens homens e mulheres em *Vingadores – Ultimato*, que teve grande sucesso em todo o mundo.

Além disso, as relações de gênero e sexualidade no cinema, assim como o fenômeno do culto ao corpo, também estão presentes nas animações infantis. Garcia, Silva e Pereira

(2019) apontaram para a normatização da heteronormatividade em uma produção fílmica, além de competências desiguais entre masculinos e femininos na película.

Ainda convém ressaltar que as produções cinematográficas abordam o corpo também pelas práticas corporais que o legitimam. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais da Educação Física (BRASIL, 1997), são manifestações da cultura corporal de movimento as lutas, jogos, esportes, danças e atividades rítmicas e expressivas. Nesse sentido, Melo (2004), com um olhar para o século XX, contribui pontuando que cinema e esporte se desenvolveram juntos - possuindo muitas semelhanças - e que a articulação entre ambos foi importante para construir a visão de heróis, ou seres superdotados, desde os primórdios do cinema. Além disso, relaciona o cinema e o esporte como meios de controle dos corpos, sobretudo pelo interesse da classe médica.

Melo (2004) estima que cerca de 4000 filmes em todo mundo tenham sido feitos com a temática dos esportes. No Brasil, o autor aponta que 62 filmes utilizaram o esporte como tema central e que mais de 100 filmes abordaram o esporte em algum momento, onde o futebol, o surf e as lutas tiveram destaque.

Devido ao poder de controle dos corpos exercido através do cinema enquanto recurso de DC e do seu potencial para combater esse controle, é importante que se produza estudos que abordem de forma crítica essas relações. Por isso, o presente estudo teve por objetivo mapear a produção brasileira, em periódicos nacionais, de estudos sobre as abordagens do corpo no cinema.

METODOLOGIA

O presente estudo é um recorte de uma pesquisa de revisão sistemática que identificou os recursos de DC utilizados para abordar a temática “Corpo” em artigos nacionais, através de periódicos de estratos A1 e A2, na temática ensino, disponíveis na plataforma *WebQualis*, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Dentre os recursos de DC encontrados, o cinema foi o destaque com seis estudos (Quadro 1), em um universo de 17. Por conta do destaque dado ao cinema e sua estreita ligação com a temática “Corpo”, surgiu a necessidade de discutir esse material de forma mais aprofundada.

Quadro 1: Relação dos estudos sobre Cinema e Corpo

CÓDIGO	ANO	ARTIGO	AUTORES	REVISTA	ESTRATO
E1	2015	Artefatos culturais infantis que convidam a ter um corpo normal: uma história que vira filme - <i>o soldadinho de chumbo</i>	Marques <i>et al</i>	Atos de Pesquisa em Educação	A2
E2	2016	A criança <i>queer</i> no cinema e as subversões das normas de gênero e sexualidade na escola.	Sierra <i>et al</i>	Reflexão e Ação	A2
E3	2016	Os discursos de corpo bem dito, mal dito e não dito: uma análise a partir de filmes.	Gomes <i>et al</i>	Brasileira de Ciência do Esporte	A1
E4	2018	Imaginários no cinema de animação: estetização de corpos na interface do cuidado de crianças e adolescentes.	Penteado <i>et al</i>	Saúde e Sociedade	A1
E5	2018	Por uma educação obscena a desfocar nossos corpos de <i>hipo</i> mulheres.	Vasconcelos <i>et al</i>	Educação em Revista	A1
E6	2019	Aspectos educacionais do <i>karate</i> : discutindo suas representações no cinema.	Mori <i>et al</i>	Educação e Pesquisa	A1

Fonte: Autores da pesquisa.

Para mapear os estudos acima, foi feita uma análise da distribuição dos estudos no recorte temporal empregado. Além disso, a identificação da formação dos autores principais e suas áreas de interesse, com base no currículo Lattes; instituição a qual o (a) autor(a) possui(iu) vínculo e a posição geográfica dessas instituições. Esses dados são considerados importantes na presente pesquisa por oferecer informações de distribuição dos estudos envolvendo cinema e o corpo no país, assim como a possibilidade de novos estudos, com base na área de interesse dos autores.

Já para a discussão das categorias de corpo, os resultados serão analisados com base na análise categorial proposta por Bardin (2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos artigos encontrados foi possível identificar uma distribuição de estudos no recorte temporal pré-estabelecido. Os anos de 2016 e 2018 tiveram duas produções, cada, e os anos de 2015 e 2019, uma cada. Já o ano de 2020, até a data da pesquisa original, não apresentou nenhum estudo. Pode-se, a partir desses dados, sugerir uma estabilidade do número de artigos nos últimos cinco anos.

Em relação ao perfil dos autores principais, foi possível encontrar informações atualizadas no currículo Lattes dos autores. As informações detalhadas estão disponíveis no quadro 2.

Quadro 2: Perfil dos autores respectivos aos estudos

NOME	GRADUAÇÃO	MESTRADO	DOCTORADO	TEMA DE INTERESSE
Circe Mara Marques	Pedagogia (PUCRS)	Teologia (EST-RS)	Educação (UFRGS)	Educação infantil, infância, planejamento/projetos pedagógicos, brincar, espaço, educação para a paz e diferença.
Jamil Cabral Sierra	Letras – Inglês (UNIOESTE)	Letras (UEM)	Educação (UFPR)	Relações de Gênero, Sexualidade e Educação; Diversidade Sexual e Linguagem; Estudos da Diferença; Estudos Foucautianos e Educação.
Isabelle Sena Gomes	Educação Física (UFPB)	Educação Física (UFPB)	Sociologia (UFPB)	Corpo, saúde, aprendizado motor, estética e sociedade.
Regina Zanella Penteadó	Fonoaudiologia (PUC Campinas)	Saúde Coletiva (USP)	Saúde Coletiva (USP)	Mídia e cultura; Processos Educativos e Cultura em Saúde; Docência, Formação de Professores e Práticas de

				Ensino; Linguagens - Experiência - Memória – Formação.
Michele de Freitas Faria de Vasconcelos	Psicologia (UFS)	Saúde Comunitária (UFBA)	Educação (UFRGS)	Dispositivos clínico- institucionais no campo da saúde mental; clínica e corpo; corpo, relações de gênero e sexualidade; produção de saúde e subjetividade; educação em saúde; infâncias.
Rafael Cava Mori	Química (USP)	Físico- Química (USP)	Química (USP)	Teorias e políticas para educação científica, museus, relações ciência-arte, história da química no Brasil, históricos e educativos de práticas do oriental.

Fonte: autores, 2020.

Em relação à formação dos autores, foi possível observar uma variedade de cursos, mas nenhum com formação em cinema. Outro fator relevante é a instituição dos autores, porque possibilita identificar as instituições que estão produzindo estudos sobre a temática no Brasil.

O mesmo cenário se repete em relação a nível de Pós-graduação, onde no mestrado, nenhum dos autores tem formação em comum. Já em nível de doutorado, metade dos professores tem formação em Educação.

Quando se pensa na variedade de formações dos autores, pode-se apontar que tanto a temática do corpo (VICTER; LOPES; CATARINO, 2018), quanto a do cinema (WAGNER, 2012) têm potencial para serem trabalhadas de forma multidisciplinar e/ou interdisciplinar.

Outro dado levantado foi em relação ao tema de interesse dos autores. O corpo foi citado de forma direta por dois autores, mas se fez presente em outros através das relações de

gênero, práticas corporais do oriente e do brincar. Já o cinema não apareceu de forma direta em nenhuma descrição, mas pode ser considerado de forma indireta através das mídias e arte.

Essas informações sugerem que o corpo é um tema de interesse mais comum entre os autores e que o cinema pode ter sido utilizado como recurso para discutir questões importantes relacionadas ao corpo.

Ao analisar a distribuição geográfica das instituições de formação dos autores, será considerada aqui a formação em pós-graduação a nível de doutorado. Dos seis autores considerados no recorte, dois tiveram formação na Universidade de São Paulo (USP) e dois na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Os demais autores tiveram formação na Universidade Federal do Paraná (UFPR) e na Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Em relação às regiões do país, três autores tiveram formação na região Sul, dois na região Sudeste e um na região Nordeste. Os dados expostos vão ao encontro do número de cursos de pós-graduação no Brasil, onde as regiões Sul e Sudeste apresentam número superior de cursos (BRASIL, 2018). Além disso, são corroborados com outras pesquisas, como por exemplo a de Miceli *et al* (2020), que mapearam os trabalhos que articulam a DC e o Ensino de Ciências em periódicos nacionais, na Plataforma Sucupira, da CAPES.

Abordagens do Corpo

Com a análise dos dados foi possível estabelecer três categorias de análise do corpo. A primeira e mais numerosa (03), dá conta de discutir o culto ao corpo nas perspectivas das produções destinadas ao público infantil (E1 e E4) e de padrões de beleza como indicativo de sucesso (E3). A segunda diz respeito à discussão de corpo a partir das relações de gênero (E2 e E5) e a terceira categoria, com um estudo (E6), abordando a representação do corpo através da cultura corporal de movimento.

Quando se pensa no fenômeno do culto ao corpo, é necessário entender que ele atinge diversas dimensões e todas as idades. Um exemplo disso são os estudos discutidos nessa abordagem, por problematizarem sobre o corpo deficiente em filmes infantis (E1), o corpo obeso no imaginário infantil (E4) e o corpo consumista (E3).

No estudo E1, de autoria de Circe Mara Marques e Leni Vieira Dornelles, o debate do corpo deficiente foi levado para um curso de formação de professores de pedagogia no estado do Rio Grande do Sul. Tendo o filme infantil “*Soldadinho de Chumbo*” como referência, as autoras indagaram os sujeitos da pesquisa para refletir sobre o corpo “anormal” e sua normalização como inferior na trama. Considerado um filme triste para as graduandas entrevistadas por não ter um final feliz, o personagem principal – deficiente físico – acaba morrendo no final da animação. Dessa maneira, as autoras problematizam o modo pelo qual

os professores em formação são convidados a terem um corpo normal, ou seja, não deficiente, como sinônimo de sucesso nas animações infantis.

Sobre as representações do corpo deficiente no cinema, Albuquerque (2008) destaca três enfoques em diferentes momentos da história. O autor indica que o humor foi o enfoque em um primeiro momento, seguido da desumanização dos personagens, no segundo, e, por fim, o foco nos dramas pessoais – o caso do “*Soldadinho de Chumbo*” – e uma pequena iniciativa de humanização. A dramatização pessoal do personagem com deficiência também foi identificada por Amaral & Monteiro (2016) ao analisarem produções cinematográficas, com objetivo de refletir sobre as representações do sujeito com deficiência e possíveis interferências na relação professor x aluno. Segundo os autores, o cinema pode estar reforçando no imaginário social dos professores a ideia da deficiência como fraqueza e limitação.

Pensando também nas produções cinematográficas destinadas ao público infantil, Regina Zanella Penteadó, Belarmino Cesar Guimarães da Costa e Pedro Henrique Giambroni Neves Rodrigues (E4), buscaram mostrar como essas produções têm potencial para afirmar imaginários sociais relacionados ao corpo das crianças e adolescentes e como esses imaginários estão presentes nas práticas de diferentes áreas. A partir da análise do filme de animação *Big Hero 6*, os autores apontaram para uma valorização intencional do corpo atlético em detrimento do corpo obeso, reforçando padrões de beleza corporal e incentivando o culto ao corpo. Por isso, sugerem um pensamento crítico nos processos culturais, educacionais e formativos, quando se nos modelos que estimulam o consumo. Com um olhar para o ensino de Química no ensino médio e pensando no culto ao corpo através do uso de suplementos, Paoli (2015) sugere que um trabalho contínuo da comunidade escolar com uma abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) pode favorecer o desenvolvimento da criticidade e autonomia dos alunos nas tomadas de decisão. Desse modo, é possível sugerir que a escola tem papel fundamental na problematização do culto ao corpo das crianças e adolescentes.

Já com um olhar para produções fílmicas em geral, Isabelle Sena Gomes e Iraquitã de Oliveira Caminha (E3) problematizam a ideia de corpo bem dito e corpo mal dito nas produções. Segundo os autores, os filmes reforçam o corpo bem dito como aquele que se objetiva alcançar, sinônimo de beleza, sucesso e felicidades, lançando mão de recursos como vestimentas e cirurgias plásticas. Em contrapartida, o corpo mal dito é o que carece de reparos para atingir à felicidade. Por isso, os autores sugerem um olhar mais crítico para as produções que reforçam padrões de beleza, como forma de combater problemas psicológicos. O

estímulo ao uso de cirurgias plásticas para atingir o corpo dito ideal também foi identificado por N'bundé (2017). O autor indica, após entrevista com mulheres e um homem, que o principal objetivo para a busca por procedimentos estéticos é ser visível e chamar atenção das pessoas, onde o sistema capitalista induz a estas práticas.

A segunda categoria criada para a discussão das abordagens do corpo foi a das relações de gênero e sexualidade. Aqui, essas relações se dão pelo debate sobre a teoria *Queer* (E2) e a normatização de poder entre homens e mulheres (E5). Debruçados na teorização *Queer*, Jamil Cabral Sierra e Maria Rita de Assis César (E2), trazem contribuições dos filmes *Tomboy* e *Ma vie en rose* – filmes de temática *Queer* – para repensar o regime heteronormativo que se constitui como o status quo vigente, sobretudo, nos espaços formais de ensino. Nesse contexto, os autores salientam que, apesar de existirem leis e decretos que garantem o acesso de jovens *Queer* às escolas, estes espaços, em sua grande maioria, ainda insistem em colocar barreiras para a prática não heteronormativa. A relação do cinema com a temática *Queer* também vem sendo abordada em dissertações como a de Marconi (2015), com um olhar para um documentário brasileiro; e Chaves (2016), utilizando películas do cineasta espanhol Pedro Almodóvar, além da tese de Marconi (2020), que investigou diretores e roteiristas brasileiros *Queer* que abordaram essa temática em suas produções no cinema nacional contemporâneo.

Assim como no estudo E2, o estudo E5, de Michele de Freitas Faria de Vasconcelos, Lívia de Rezende Cardoso e Jeane Felix, também sugerem mudanças de pensamento e atitude a partir de um filme. Críticas ao que chamam de *hipo* mulheres, que pode ser caracterizado como o corpo das mulheres que é preso pelas relações de gênero impostas culturalmente, as autoras se inspiram na produção “*Itã Kuêgü: as hiper mulheres*” para sugerir novos corpos, os de *hiper* mulheres, livres dos limites do ser mulher no gênero. Além disso, assim como o estudo E2, sugerem mudanças curriculares para se pensar essas relações sob uma ótica mais igualitária, que permita com que as pessoas sejam livres para serem o que quiserem, na intensidade que quiserem. Pensando na relação cinema contemporâneo brasileiro e mulher, Salla (2018) analisou dois filmes nacionais produzidos por mulheres, cujo tema central era pautado em personagens mulheres, para verificar a relação cinematográfica com as críticas feministas feitas no cotidiano. A autora reconheceu que as diretoras tocaram na temática feminista e salientou para a necessidade de condições igualitárias na vida real. Por isso, é possível reconhecer o potencial do cinema para abordar as relações de gênero e sexualidade na sociedade contemporânea.

E, por fim, a abordagem sobre corpo em movimento. Rafael Cava Mori e Gilmar Araújo de Oliveira (E6), com um olhar para a cultura corporal de movimento, especificamente para as lutas, no contexto do Japão, analisaram os filmes *The karate kid* e *Kuro obi* com objetivo de identificar elementos nos filmes que possibilitam gerar reflexões e respeito acerca dos aspectos educacionais do *karatê*, assim como críticas à esportivização das lutas. Nesse sentido, concluíram que os filmes criticam a esportivização do *karatê* e reforçaram aspectos educacionais relacionados aos períodos históricos da luta. A relação do cinema com a cultura corporal do movimento também atinge o debate do gênero, como mostrou Maia (2016) ao analisar o filme brasileiro “*Mulheres Olímpicas*”. A autora caminha com a teoria feminista do cinema e destaca a visibilidade dada às atletas brasileiras que há muito tempo foram ofuscadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo teve como objetivo mapear a produção acadêmica sobre o uso do cinema, enquanto recurso de DC, para abordar o corpo e suas variadas dimensões. De forma geral, pode-se concluir que a temática gera interesse interdisciplinar dos pesquisadores, visto que foi identificada uma variedade de formações, sobretudo na formação inicial e mestrado. Além disso, a pesquisa dos temas de interesse dos autores obtidos em pesquisa no currículo Lattes, permite supor que o “corpo” é um tema mais comum e que o cinema foi utilizado nos estudos para investigar as variadas relações corporais.

No que diz respeito à distribuição geográfica dos autores, foi possível traçar paralelo ao levantamento de cursos de pós-graduação pelo país feito pela CAPES, visto que as regiões Sul e Sudeste tiveram destaque tanto no levantamento, quanto na pesquisa.

Em relação às abordagens do corpo presente nos filmes, pode-se perceber que o cinema tem objetivos distintos e intencionais. O seu uso para reforçar padrões de beleza e consumo, motivados por interesses econômicos, como mostrados nos estudos E1, E3 e E5; o seu uso como ferramenta potencializadora de novas visões das relações pessoais que marcam a vida das pessoas, como mostrado nos estudos E2 e E4; e seu uso para refletir sobre estereótipos marcantes na cultura corporal de movimento, como no estudo E6.

Por isso, é importante que o cinema seja visto com um olhar mais crítico e menos ingênuo. Para isso, um possível e necessário caminho para o desenvolvimento da criticidade da população acerca dos olhares para o cinema está na inserção dos filmes nos espaços formais de ensino. Porém, é importante salientar que a incorporação das Tecnologias da

Informação e Comunicação (TIC) na formação inicial e continuada dos professores é fundamental para que os mesmos estejam preparados na hora de inserir esse recurso em suas aulas.

Cabe aqui o reconhecimento de que, devido aos limites temporais e de estratos, esse estudo deixou de considerar diversas outras pesquisas que abordam essa temática, que provavelmente resultaria em novas abordagens e discussões do corpo. Por isso, sugere-se que novas pesquisas que relacionem o corpo com o cinema sejam desenvolvidas em diferentes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, Marcio Alves de. **A pessoa com deficiência e suas representações no cinema brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Comunicação) – Faculdade de Comunicação Social, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em <http://www.ppgcom.uerj.br/teses/2008/pdf/03/Dissert-Marcio%20Albuquerque_Bdtd.pdf> Acesso em: 06/11/2020.
- AMARAL, Mateus Henrique do; MONTEIRO, Maria Inês Bacellar. Análise de Obras Cinematográficas para Compreender as Concepções de Professores sobre o Aluno com Deficiência. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, n. 4, v. 22, p. 551-526, 2016.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 1. Ed. São Paulo: Almedina Editora, 2011.
- BERK, Amanda; ROCHA, Marcelo. Filmes Utilizados no Ensino de Ciências e as Possibilidades de Discussões sobre a Ciência. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 20, n. 4, p. 520-535, 2018.
- BERK, Amanda; ROCHA, Marcelo. O uso de recursos audiovisuais no ensino de ciências: Uma Análise em Periódicos da Área. **Contexto & Educação**, Ijuí, v. 34, n. 107, p. 72-87, 2019.
- BERNARDET, Jean-Claude. **O que é cinema**. São Paulo: Brasiliense. 1985.
- BRASIL. Agência Nacional do Cinema. **Dados de Cinema**. 2020. Disponível em <<https://oca.ancine.gov.br/>> Acesso em: 29/09/2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Geocapes**, 2018. Disponível em <<https://geocapes.capes.gov.br/geocapes/>>. Acesso em: 19/05/2020.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Educação Física**. Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Educação Física**. Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BUENO, Wilson da Costa. Jornalismo científico: revisitando o conceito. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 37, n. 9, p. 1420-1427, set. 1985.

- CARIBÉ, Rita de Cássio do Vale. Comunicação científica: reflexões sobre o conceito. **Informação & Sociedade**: Estudo, João Pessoa, v. 25, n. 3, p. 89-104, 2015.
- CASTRO, Ana Lucia de. **Culto ao corpo e sociedade**: mídia, estilo de vida e cultura do consumo. 2. Ed. Annablume: São Paulo, 2007.
- CHAVES, Paula Nunes. **Corpos Queer e a experiência da sexualidade: notas para o conhecimento da Educação Física**. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Departamento de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, p. 207, 2016. Disponível em < <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/21243> > Acesso em: 19/10/2020.
- COSTA, Otávio Santos; MARTINS, Vanessa Regina de Oliveira. Investigar o que as pesquisas científicas no nível de mestrado e doutorado revelam sobre os usos do cinema nas diferentes áreas da Educação Especial. **Educação, Cultura e Sociedade**, Sinop, v. 7, n. 2, p. 297-309, 2017.
- DAÓLIO, J. Os Significados do Corpo na Cultura e as implicações para a Educação Física. **Movimento**, Porto Alegre/RS, v.2, n.2, p. 24-28, 1995.
- FORTUNATO, Ivan; SCHWARTZ, Gisele M. Cinema, psicologia positiva e resiliência: uma revisão sistemática. **Interfaces Científicas Humanas e Sociais**, Aracajú, v. 8, n. 2, p. 83-98, 2019.
- GARCIA, Rafael Marques; SILVA, Alan Camargo; PEREIRA, Erik Giuseppe Barbosa. As representações de corpo, gênero e masculinidades no filme “Hércules”. **Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis**, Florianópolis, v. 16, n. 2, p.19-36, 2019.
- GONZALEZ, Ana Helena Grieco; PIN, Jose Renato de Oliveira; Rocha, Marcelo Borges. Divulgação Científica nos Museus da cidade do Rio de Janeiro: produção e interfaces a partir de publicações nas edições do ENPEC. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, Mossoró, v. 4, n. 11, p. 450-465, 2018.
- JACOBUCCI, Daniele Franco Carvalho. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Revista Em extensão**, Uberlândia, v. 7, n. 1, p. 55-66, 2008.
- LE BRETON, David. **A Sociologia do Corpo**. 6. Ed. Petrópolis/RJ: Vozes, 2012.
- MACHADO, Camila Juraszek; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto. Interfaces entre cinema, ciência e ensino: uma revisão sistemática de literatura. **Pro-posições**, Campinas, v. 31, n. 20170190, p. 1-31, 2020.
- MAIA, Mayara Cristina Mendes. **Mulheres olímpicas: cinema brasileiro, mulheres atletas e teoria feminista do cinema**. Dissertação (Mestrado em Estudos da Mídia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, p. 153, 2016. Disponível em < <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/21340> > Acesso em: 10/11/2020.
- MAILONLINE, Henry Martin For. **The REAL battle of the Avengers: How male superheroes in new £694m Endgame movie enjoy three times more screen-time than female characters**. *Daily Mail Online*. 2019. Disponível em: <<https://www.dailymail.co.uk/news/article-6958449/The-REAL-battle-Avengers-male-superheroes-Endgame-enjoy-screen-time-women.html>> Acesso em: 03/11/2020.
- MARCONI, Dieison. **Documentário Queer no Sul do Brasil (2000 a 2014): narrativas contrassexuais e contradisciplinares nas representações das personagens LGBT**. Dissertação (Mestrado em Comunicação), Centro de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, p. 231, 2015.
- MARCONI, Dieison. **Ensaio sobre autorias Queer no cinema brasileiro contemporâneo**. Tese (Doutorado em Comunicação), Faculdade de Comunicação e Biblioteconomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 141, 2020. Disponível em < <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/206808> > Acesso em: 26/10/2020.

MELO, Alberto Henrique; ROCHA, Marcelo Borges; MICELI, Bruna Sarpa; SILVA, Kátia Regina Araújo da; MONERAT, Carlos Alberto. A divulgação científica relacionada à epidemiologia: o caso da revista superinteressante. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 3, 1-26, 2020.

MELO, Victor Andrade de. **Esporte, imagem e cinema: diálogos**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2004. Relatório de pesquisa (Pós-Doutorado em Estudos Culturais).

MICELI, Bruna Sarpa; ROCHA, Marcelo Borges; MONERAT, Carlos Alberto; CARVALHO, Igor Leandro de; MELO, Alberto Henrique Oliveira dos Santos; SILVA, Ingrid Bento de. Tendências nos estudos de Divulgação Científica e ensino de ciências: um levantamento em periódicos brasileiros. **E-MOSAICOS: Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 22, p. 166-187, 2020.

MUELLER, Suzana P. M; CARIBÉ, Rita de Cássia do Vale. Comunicação científica para o público leigo: breve histórico. **Informação e Informação**, Londrina, v. 15, n. esp., p. 13-30, 2010.

MONTENEGRO, Betânea; FREITAS, Ana Lúcia Ponte; MAGALHÃES, Pedro Jorge Caldas; DOS SANTOS, Armênio Aguiar; VALE, Marcus Raimundo. O papel do teatro na divulgação científica: a experiência da seara da ciência. **Ciência & Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 4, p. 31-32, 2005.

N'BUNDÉ, Davi Saba. **Cirurgia plástica estética feminina como estratégia para acessar benefícios**. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva), Departamento de Saúde Pública, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 83, 2017. Disponível em < <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/183439> > Acesso em: 10/11/2020.

OLIVEIRA, Luiza Rodrigues; CRIBB, Sandra; SERRA, Sílvia. A divulgação Científica em um jornal: análise de temas da saúde. **REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente**, Niterói, v. 3, n. 2, p.73-86, 2010.

PAOLI, Joanna de. **Processos argumentativos em aulas de Química sobre o tema sociocientífico “suplementação alimentar”:** uma proposta para o Ensino Médio. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) — Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, p. 165, 2015. Disponível em < <https://repositorio.unb.br/handle/10482/20188> > Acesso em: 10/11/2020.

REIS José. Ponto de vista: José Reis (entrevista). In: MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu de Castro; BRITO, Fatima. (Orgs.) **Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: **Casa da Ciência**, UFRJ, 2002.

ROCHA, Marcelo Borges. Contribuições dos textos de divulgação científica para o ensino de Ciências na perspectiva dos professores. *Acta Scientiae*, Canoas, v. 14, n.1, p.132-150, 2012.

SALGADO, Raquel Gonçalves. FERRARINI, Anabela Rute Kohlmann. LUIZ George Moraes. Crianças mirando-se no espelho da cultura: corpo e beleza na infância contemporânea. In: 35ª reunião nacional da Anped, 35, 2012, Porto de Galinhas, PE. **Anais da 35ª reunião nacional da Anped**, Porto de Galinhas, PE: Anped, 2012. P. 1-18. Disponível em: http://35reuniao.anped.org.br/images/stories/trabalhos/GT07%20Trabalhos/GT07-2261_int.pdf. Acesso em: 12/08/2020.

SALLA, Mara Lúcia. **A temática feminista no cinema contemporâneo brasileiro em filmes dirigidos por mulheres**. Tese (Doutorado em Ciências da Linguagem), Universidade do Sul de Santa Catarina, 2018.

SANTOLIN, Cezar Barbosa; RIGO, Luiz Carlos. Representações da obesidade no cinema: o “burguês gordo” em *A greve* (1925) de Eisenstein. **Movimento**, Porto Alegre, v. 25, e25076, 2019.

SILVEIRA, Mauro César; SANDRINI, Rafaela. Divulgação científica por meio de blogs: desafios e possibilidades para jornalistas e cientistas. **Intexto**, Porto Alegre, n. 31, p. 112-127, 2014.

VICTER, Eline das Flores; LOPES, Jurema Rosa; CATARINO, Giselle Faur de Castro. Interdisciplinaridade: aproximações sobre a concepção de corpo no discurso de professores da educação básica. **Magistro**, Duque de Caxias, v. 2, n. 18, p. 88-105, 2018.

VOGT, Carlos; CERQUEIRA, Nereide; KANASHIRO, Marta. Divulgação e cultura científica. [Editorial]. **ComCiência**, Campinas, n. 100, 2008. Disponível em: <http://comciencia.scielo.br/pdf/cci/n100/n100a01.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2020.

WAGNER, Antonio Carlos. **Cinema: a arte interdisciplinar**. Trabalho de conclusão de curso (Especialista em mídias na Educação) – Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 58, 2012.

O ENSINO DE QUADRILÁTEROS: CORTANDO E COLANDO ARGOLAS DE PAPEL

Érick Macêdo Carvalho ¹
Vitória Régia de Andrade Barros ²

RESUMO

Um possível caminho para o aluno construir conhecimentos matemáticos é com o auxílio dos materiais concretos. Nessa direção, este trabalho objetivou investigar as contribuições das argolas de papel nos níveis de pensamento geométrico, referente aos conceitos dos quadriláteros (paralelogramos). Para isso, foi necessário investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre quadriláteros, sobretudo, os níveis de pensamento geométrico; verificar como os alunos visualizam as propriedades dos paralelogramos por meio das colagens e dos recortes das argolas; e analisar as contribuições das argolas de papel para o desenvolvimento do pensamento geométrico. A pesquisa teve uma abordagem qualitativa, com a participação de 6 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola de Petrolina-PE. Para a coleta de dados, utilizou-se de questionários, gravações em áudio e materiais produzidos pelos participantes. A partir das intervenções, foi possível perceber que as argolas de papel contribuem na aprendizagem, estimulando a descoberta, a visualização, principalmente, o pensamento geométrico.

Palavras-chave: Argolas de Papel, Material Concreto, Pensamento Geométrico.

INTRODUÇÃO

É visto que a Matemática está presente no nosso cotidiano, como na compra de um alimento, no desconto ou acréscimos de valores dos produtos, nas formas estruturais dos ambientes, entre outros. Consequentemente, é de suma importância que cada cidadão tenha conhecimento sobre a Matemática, pois a aquisição deles facilita a participação social e a tomada de decisões. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), “A Matemática caracteriza-se como uma forma de compreender e atuar no mundo e o conhecimento gerado nessa área do saber como um fruto da construção humana na sua interação constante com o contexto natural, social e cultural”. (BRASIL, 1998, p. 24)

Conforme aponta Lorenzato (2006), é importante que o aluno construa seu próprio conhecimento, tendo a descoberta como um item fundamental para a aprendizagem de Matemática. E uma das maneiras para isso acontecer, é quando o professor assume o papel de mediador com o uso dos materiais didáticos concretos.

¹ Professor Assistente do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade de Pernambuco - UPE, erick.carvalho@upe.br;

² Graduada pelo Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade de Pernambuco-UPE, yih.regia700@gmail.com;

Os materiais didáticos são qualquer tipo de objeto que contribua para os processos de ensino e de aprendizagem. Podendo ser utilizando como um facilitador para o professor compartilhar e construir o conhecimento em sala de aula, além de despertar o interesse dos alunos, tornando-os participativos. Como exemplo, Lorenzato (2006), cita como material didático um livro, um filme, um jogo, um quebra-cabeça, entre outros.

Ainda de acordo com esse autor os materiais didáticos podem ser classificados em: materiais estáticos e materiais dinâmicos. Sendo esse primeiro, os materiais que não há mudança na sua estrutura física por meio da manipulação. Em meio à atividade experimental, o estudante só o manuseia com o objetivo de extrair algumas propriedades. Por exemplo, os sólidos geométricos, o ábaco e o material dourado. Já os materiais dinâmicos, são possíveis de modificar a sua estrutura a partir das transformações em que o sujeito vai moldando, é o caso das argolas de papel, e das estrelas confeccionadas com canudos. (LORENZATO, 2006)

Diante da utilização desses materiais na sala de aula, o professor assume um papel indispensável, ele assume a postura de mediador, de modo que os alunos percebam as relações do material didático em estudo com os conceitos matemáticos. Neste caso, o professor deve entender que ensinar e aprender Matemática requer a compreensão do significado do conteúdo matemático e a aplicação nos diversos contextos sociais. (MACCARINI, 2010, p.70)

O presente trabalho está voltado para o uso de materiais didáticos para o ensino de Geometria, em especial, o uso das argolas de papel para trabalhar os conceitos dos quadriláteros. Nessa direção, Rêgo, Rêgo e Vieira (2012, p.44), afirmam que o uso das argolas de papel, facilita a compreensão das relações entre os diferentes quadriláteros e as propriedades, além disso, os autores apontam que esse material incentiva a aluno a fazer a sua própria construção sob a orientação do professor.

Já o trabalho de Alves et al. (2017) também utilizou as argolas de papel e nele percebe-se que os alunos se surpreendem ao construir paralelogramos a partir de argolas de papel. Cerca de 65% dos alunos que participaram da oficina perceberam algumas propriedades dos quadriláteros a partir da colagem e do recorte. Além disso, todos os alunos afirmaram que o material é simples, interessante e interativo.

Os conceitos presentes na Geometria apresentam variadas aplicações no cotidiano, portanto é interessante que o professor construa um ambiente de investigação, tendo, os alunos, a oportunidade de explorar e construir esses conceitos, obtendo conclusões, estabelecendo relações com outras áreas do conhecimento e desenvolvendo o pensamento geométrico.

Nessa direção, a teoria de Van Hiele voltada para o processo de desenvolvimento do pensamento geométrico. Essa teoria foi criada na década de 1950, pelo casal Pierre Marie Van Hiele e sua esposa Dina Van Hiele-Geldof. Por meio de estudos e pesquisas realizadas, o casal criou um método de ensino com base no pensamento geométrico em que consideram diferentes níveis de pensamento e fases de aprendizagem do conceito geométrico, onde os alunos por meio da sua formação passam por esses níveis. A evolução de um nível para o outro não depende da idade, mas de suas vivências de atividades adequadas pelo professor. (LONGATO, 2016)

Na teoria de Van Hiele foram estabelecidos cinco níveis, enumerados de um a cinco, em que cada um tem uma estrutura diferente, sendo os níveis de reconhecimento, de análise, de ordenação, de dedução formal e de rigor.

No nível 1 - reconhecimento, o aluno consegue fazer identificações das figuras por meio da aparência, não realizando uma correlação com os conceitos e propriedades da mesma. Um exemplo é a separação das figuras dos quadriláteros em grupos separados de quadrado, retângulo, losango, paralelogramos, trapézios. No nível 2 - análise, o aluno consegue identificar as figuras por suas propriedades, como um quadrado de quatro lados iguais e quatro ângulos retos. Porém, ainda não consegue perceber que a figura pode ser identificada em outros grupos, como, por exemplo, todo quadrado é um paralelogramo, todo retângulo é um paralelogramo. (SANTOS; SANTOS, 2016)

No nível 3 - ordenação, o aluno consegue fazer uma correlação entre as propriedades, fazendo uma relação entre as figuras e uma argumentação de maneira informal. Provas formais ainda não são construídas nesse nível. Um exemplo é a percepção de que um quadrado também é um retângulo. No nível 4 - dedução formal, o aluno consegue fazer provas formais, realizando-as matematicamente, além de compreender o papel dos axiomas. E no nível 5, rigor, o aluno consegue fazer demonstrações das propriedades geométricas de forma aperfeiçoada. (SANTOS; SANTOS, 2016)

O quadro 1, apresenta de modo simplificado, os níveis de compreensão do modelo de Van Hiele.

QUADRO 1- Níveis de compreensão do modelo de Van Hiele.

NÍVEIS DE COMPREENSÃO	CARACTERÍSTICAS
NÍVEL 1 - Visualização ou Reconhecimento	- Reconhece visualmente uma figura geométrica; - Tem condições de aprender o vocabulário geométrico;

	- Não reconhece ainda as propriedades de identificação de uma determinada figura;
NÍVEL 2 – Análise	- Identifica as propriedades de uma determinada figura; - Não faz inclusão de classes;
NÍVEL 3 – Dedução Informal ou Ordenação	Já é capaz de fazer a inclusão de classes; - Acompanha uma prova formal, mas não é capaz de construir outra.
NÍVEL 4 - Dedução Formal	- É capaz de fazer provas formais; - Raciocina num contexto de um sistema matemático completo.
NÍVEL 5 – Rigor	- É capaz de comparar sistemas baseados em diferentes axiomas; - É neste nível que as geometrias não euclidianas são compreendidas.

Fonte: Nasser, L. (2010 p.7), conforme citado por Santos e Santos (2016, p. 4).

Em vista disto, Nasser (2010 apud LONGATO, 2016) aborda que os níveis de Van Hiele são hierárquicos, pois, o aluno só atinge o nível de raciocínio se dominar os níveis anteriores. Isso explica a dificuldade de alguns alunos em trabalhar alguns conceitos geométricos em que se necessita dos níveis anteriores. Logo, para o aluno evoluir de um nível para o outro, é preciso que tenha domínio total conceitos geométricos apresentados nos níveis anteriores.

Uma pesquisa feita por Maioli e Silva (2013), sobre as contribuições de Van Hiele na elaboração de uma sequência de atividades para o ensino dos quadriláteros, concluiu que para desenvolver os níveis de Van Hiele é preciso o papel de orientador do professor. Nesse trabalho foram feitas 11 atividades envolvendo os conceitos de quadriláteros, para identificar se o aluno era capaz de classificar quadriláteros, pintar ângulos de mesmas medidas, entre outros. Diante das atividades desenvolvidas, as pesquisadoras concluíram que as atividades finais mostraram com clareza o avanço dos níveis propostos por Van Hiele, percebendo que a maioria dos alunos estava no nível 2 (dedução informal) do pensamento geométrico.

Durante as atividades desenvolvidas, percebeu-se que os alunos que não tinham interesse em participar contribuíram ativamente no desenvolvimento das atividades. A princípio, os mesmos queriam respostas, alegando que a professora não queria ensiná-los.. (MAIOLI, SILVA, 2016)

Portanto, o objetivo desse trabalho foi investigar as contribuições das argolas de papel nos níveis de pensamento geométrico, referente aos conceitos dos quadriláteros (paralelogramos). Para isso, foi necessário investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre quadriláteros, sobretudo, os níveis de pensamento geométrico em que se enquadram e verificar como os alunos visualizam as propriedades dos paralelogramos por meio das colagens/recortes das argolas em sala de aula;

Foi utilizado um questionário com perguntas abertas envolvendo o conteúdo de quadriláteros, gravações em áudio, no momento da aplicação das argolas e materiais produzidos pelos participantes. Conclusivamente, os alunos participaram de uma roda de conversa, a fim de compartilharem seus pensamentos matemáticos.

METODOLOGIA

Esse trabalho se enquadra numa pesquisa de campo, segundo Gil (2002), esse tipo de pesquisa consiste em estudar uma hipótese criada e, a partir da coleta de dados e interpretação das informações são obtidas respostas a respeito do fenômeno em estudo. Como a pesquisa é feita em um ambiente específico, é possível compreender melhor os mais diversos aspectos dessa determinada realidade.

[...] como é desenvolvido no próprio local em que ocorrem os fenômenos, seus resultados costumam ser mais fidedignos. Como não requer equipamentos especiais para a coleta de dados, tende a ser bem mais econômico. E como o pesquisador apresenta nível maior de participação, torna-se maior a probabilidade de os sujeitos oferecerem respostas mais confiáveis. (GIL, 2002, p.53)

A abordagem dos dados foi feita de modo qualitativo, pois é de suma importância analisar como os alunos se comportam em contato com o material abordado. Difere do modo quantitativo, pois o enfoque é retratar o máximo de elementos na realidade estudada, em que o ambiente é a fonte direta dos dados, não tendo como principal o produto estatístico. (PRODANOV; FREITAS, 2013)

A pesquisa aconteceu em uma escola localizada em Petrolina - PE, com um grupo de 6 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. A coleta de dados se baseou em dois momentos. No primeiro momento, foi aplicado um questionário sobre o conteúdo dos quadriláteros, com o objetivo de saber se os alunos têm conhecimento do conteúdo que seria abordado, além de estudar em que nível de pensamento geométrico eles se enquadram. De acordo com Gil (2002,

p.115), “pode-se verificar que o questionário constitui o meio mais rápido e barato de obtenção de informações, além de não exigir treinamento de pessoal e garantir o anonimato”.

No segundo momento, utilizou-se do material das argolas de papel, inicialmente, discutiu-se a definição dos quadriláteros e suas classificações, sendo estas os paralelogramos, trapézios ou quadriláteros quaisquer. Depois, foi apresentado o material das argolas, e trabalhou-se com o quadrado, retângulo, losango e paralelogramo. Vale destacar que foi utilizado um gravador a fim de coletar as informações das aulas.

Após trabalhar com as argolas, foi solicitado que os alunos escrevessem sobre o material abordado em sala de aula. Segundo Smole e Diniz (2001, p. 23) a escrita “auxilia o resgate da memória, uma vez que muitas discussões orais poderiam ficar perdidas sem o registro em forma de texto”. Após a escrita, foi feita uma roda de conversa com os alunos para que compartilhassem suas ideias, pois é importante ter um momento para que os alunos conversem e reflitam as ideias matemáticas.

A comunicação tem um papel fundamental para ajudar os alunos a construir um vínculo entre suas noções informais e intuitivas e a linguagem abstrata e simbólica da matemática. Se os alunos forem encorajados a se comunicar matematicamente com seus colegas, com o professor ou com os pais, eles terão oportunidade de explorar, organizar e conectar seus pensamentos, novos conhecimentos e diferentes pontos de vista sobre um mesmo assunto.” (SMOLE, DINIZ, 2001, p. 15).

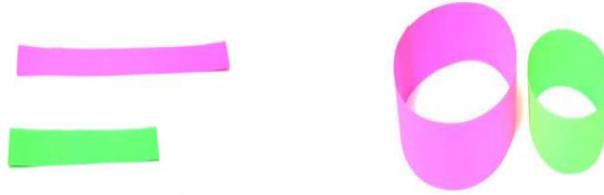
A seguir, estão descritos os procedimentos utilizados em sala de aula para a construção dos quadriláteros com as argolas de papel.

AS ARGOLAS DE PAPEL

Esse material está presente no livro Laboratório de Ensino de Geometria, dos autores, Rogéria Gaudêncio do Rêgo, Rômulo Marinho do Rêgo e Kleber Mendes Vieira, publicado em 2012. Segundo os autores esse material tem o enfoque de trabalhar as propriedades dos paralelogramos apenas com papel, cola e tesoura, de modo a “facilitar a compreensão das relações entre diferentes quadriláteros e a análise das propriedades de quadriláteros”.

Inicialmente, são cortadas tiras de papel de dois tamanhos diferentes que servirão para construir as argolas e em seguida, confeccionar o quadrado, o retângulo, o losango e o paralelogramo. O próximo passo é colar (Fig.1)

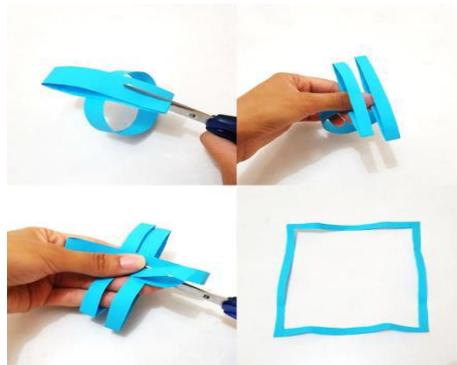
Figura 1 – Como montar as argolas de papel



Fonte: (ALVES, et al., 2017, p.4)

Para a confecção do quadrado são utilizadas duas argolas de mesmo tamanho, coladas de modo que formem um ângulo reto e, em seguida, cortadas na espessura de cada argola (Fig.2).

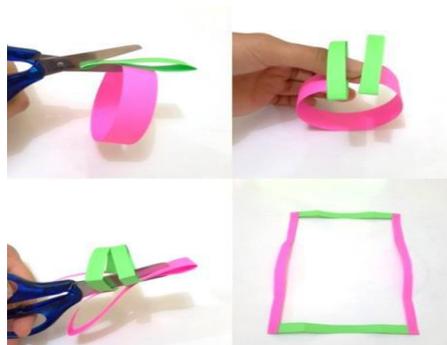
Figura 2 – Confecção do quadrado



Fonte: (ALVES, et al., 2017, p.5)

Agora para a confecção do retângulo, são utilizadas duas argolas de tamanhos diferentes, coladas de modo que formem um ângulo reto e, em seguida, cortadas na espessura de cada argola (Fig.3)

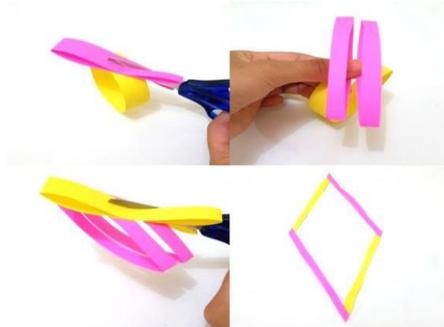
Figura 3- Confecção do retângulo



Fonte: (ALVES, et al., 2017, p.6)

Na confecção do losango são utilizadas duas argolas de mesmo tamanho, coladas de modo que formem um ângulo agudo/obtuso e, em seguida, cortadas na espessura de cada argola (Fig.4).

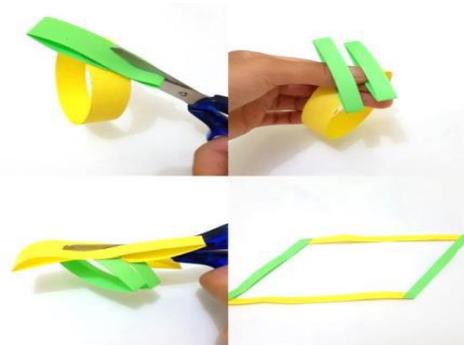
Figura 4- Confecção do losango



Fonte: (ALVES, et al., 2017, p. 6)

Por fim, para na confecção do paralelogramo são utilizadas duas argolas de mesmo tamanho, coladas de modo que formem um ângulo agudo/obtuso e, em seguida, cortadas na espessura de cada argola (Fig.5).

Figura 5- Confecção do paralelogramo



Fonte: (ALVES, et al., 2017, p. 7)

Cada aluno tinha um kit de material composto por: tesoura sem ponta, folhas de papel A4 coloridas e cola de papel em bastão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para melhor compreensão, os resultados a seguir foram separados em momentos, sendo: o primeiro momento - a atividade diagnóstica; e o segundo momento – as argolas de papel.

PRIMEIRO MOMENTO: ATIVIDADE DIAGNÓSTICA

A intervenção iniciou com diálogo expondo o percurso das atividades, sobretudo, o conteúdo que seria trabalhado. Em seguida, foram distribuídos questionários com perguntas abertas, a fim de coletar informações sobre o conhecimento dos participantes em relação ao conteúdo.

Inicialmente, os alunos sentiram um desconforto, eles acreditavam que era um questionário para realizar cálculos matemáticos, mas após as explicações, eles ficaram mais confortáveis, além do que as perguntas apresentadas não haviam cálculos e não precisa de identificação. Após a entrega para os seis alunos participantes, um deles comentou: “que facinho!”. O questionário tinha sete questões, em que seis envolviam as figuras dos quadriláteros (Fig.6). Para a explanação dos dados, foram atribuídas letras aos nomes dos alunos com a finalidade de preservar suas identidades.

Figura 6- Questionário

APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO.

UPE Campus Petrolina | Colegiado de Matemática 

Este questionário enquadra-se numa tese de conclusão de curso, realizada na Universidade de Pernambuco – UPE, Petrolina. Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins acadêmicos. O questionário é anônimo, não devendo por isso colocar a sua identificação em nenhuma das folhas nem assinar o questionário. Pedimos que responda de forma espontânea e sincera a todas as questões, de forma individual. Algumas questões terão apenas de numerar a opção de resposta. Obrigado pela sua colaboração.

Questionário

Observe as figuras a seguir:

1) 

2) 

3) 

4) 

5) 

6) 

7) 

8) 

Agora responda:

a) Qual(qualis) figura(s) é(são) triângulo(s)? 2
Por quê? _____

b) Qual(qualis) figura(s) é(são) quadrado(s)? 1
Por quê? _____

c) Qual(qualis) figura(s) é(são) retângulo(s)? 4
Por quê? _____

d) Qual(qualis) figura(s) é(são) losango(s)? 5
Por quê? _____

e) Qual(qualis) figura(s) é(são) paralelogramo(s)? 7
Por quê? _____

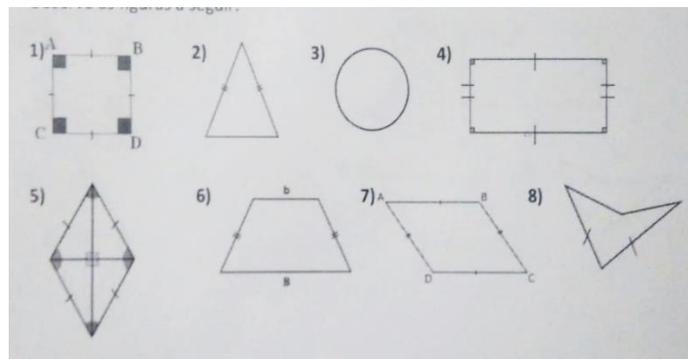
f) Qual(qualis) figura(s) é(são) quadrilátero(s)? 4
Por quê? _____

Você utilizou algum material concreto para aprender esses conteúdos? Se sim, que material?

Fonte: Arquivo pessoal dos autores

No início do questionário tinham 8 figuras enumeradas (Fig.7). O intuito foi identificar se os alunos conseguiriam diferenciar tais figuras, descrever as propriedades, classificar os grupos dos paralelogramos. Além disso, foi perguntado se eles já utilizaram material concreto para estudar quadriláteros.

Figura 7- Ilustração do questionário trabalhado

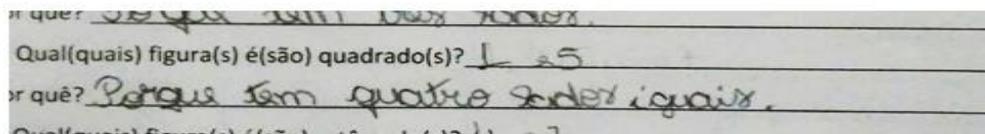


Fonte: Arquivo pessoal dos autores.

A primeira pergunta relacionada à figura 7, foi: Qual (Quais) da(s) figura(s) é(são) triângulo(s)? Por quê? Os seis alunos conseguiram identificar a figura correta, além de que todos também responderam a mesma justificativa: possuem três lados. Apenas um aluno acrescentou que a soma dos ângulos internos é igual a 180° .

A segunda pergunta refere-se ao assunto dos quadriláteros, sendo: Qual (Quais) figura(s) é(são) quadrado(s)? Por quê? Os seis alunos conseguiram identificar a figura correta, mas apenas os alunos B e D conseguiram justificar, argumentando ser uma figura de quatro lados iguais e ângulos retos. Os demais concluíram que era um quadrado por ter quatro lados iguais, e ainda, o aluno A, associou a figura do losango como um quadrado (Fig. 8).

Figura 8 – Resposta do aluno A sobre o quadrado



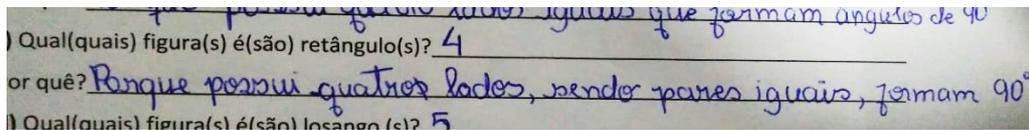
Fonte: Arquivo pessoal da autores.

A terceira pergunta foi: Qual (Quais) figura(s) é(são) retângulo(s)? Os seis alunos responderam a alternativa que representava o retângulo, mas nenhum conseguiu classificar o quadrado como retângulo. Sobre as justificativas, dos seis alunos:

- Dois alunos apresentaram respostas do retângulo, apenas como uma figura de dois lados iguais e dois diferentes (alunos A e F);
- Um aluno justificou o retângulo como uma figura de 4 lados (aluno C);
- Três alunos justificaram que o retângulo tem ângulos de 90° (alunos B, D e E).

Interessante observar que esses alunos escreveram uma definição mais formal do retângulo, como é o caso do aluno B, mas não associou o quadrado como retângulo (Fig. 9)

Figura 9 – Resposta do aluno B sobre o quadrado

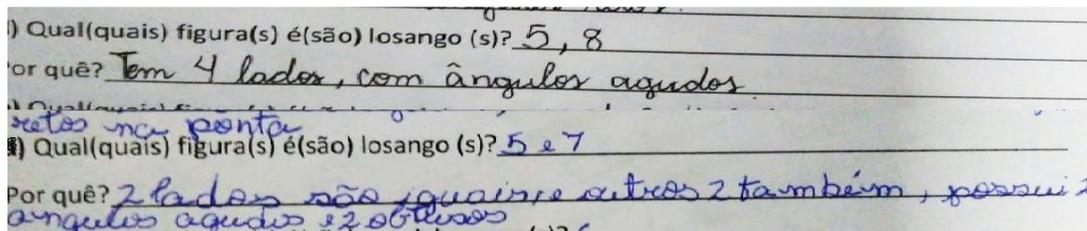


Fonte: Arquivo pessoal da autores.

A quarta pergunta foi: Qual (Quais) figura(s) é(são) losango(s)? Dos seis alunos, cinco conseguiram reconhecer a figura do losango, mas nenhum conseguiu classificar o quadrado como um losango. Além disso, um aluno deixou a questão em branco afirmando não lembrar.

Vale ressaltar, que o aluno D selecionou a figura do quadrilátero não convexo, como sendo o losango, e o aluno E, selecionou o paralelogramo (Fig.10).

Figura 10 - Resposta do aluno D e E, respectivamente, sobre o losango.



Fonte: Arquivo pessoal da autores.

A quinta pergunta foi: Qual (Quais) figura(s) é(são) paralelogramo(s)? Dos seis alunos, as respostas foram:

- 1 aluno não respondeu, alegando não lembrar (aluno C);
- 2 alunos confundiram o paralelogramo com o trapézio (alunos D e A);
- 2 alunos selecionaram a figura do paralelogramo, mas não conseguiram justificar (alunos B e F);
- ! aluno selecionou várias figuras, de forma confusa, mas acabou não conseguindo justificar (aluno E).

Diante desses dados, percebe-se que todos os alunos tiveram dificuldade em identificar o paralelogramo, tendo em vista que não justificaram corretamente sobre o paralelogramo.

A sexta pergunta foi sobre a classificação das figuras: Qual (quais) figura(s) é(são) quadriláteros? As respostas obtidas foram:

- Dois alunos selecionaram todos os quadriláteros de forma correta (alunos B e D);

- Dois alunos selecionaram os quadriláteros, mas descartaram o quadrilátero não convexo (alunos A e C);
- Um aluno selecionou os quadriláteros, mas descartou o losango e o quadrilátero não convexo (aluno E);
- Um aluno teve dificuldade em entender quais figuras eram quadriláteros, selecionando somente o trapézio (aluno F).

Em relação às justificativas, somente o aluno F apresentou resposta incorreta, alegando ser uma figura de lados iguais. Os demais justificaram os quadriláteros como uma figura de quatro lados.

E a última pergunta foi: Você utilizou algum material concreto para aprender esses conteúdos? Se sim, que material? Apenas o aluno B afirmou ter estudado com materiais, como cubos, pirâmides e origamis.

Analisando os resultados do questionário de todos os participantes, percebe-se que o aluno B teve maior desempenho nas respostas. O que pode ter ligações com as afirmações apresentadas por Lorenzato (2006), Rêgo, Rêgo e Vieira (2012), segundo eles, os materiais concretos trabalhados pelo aluno podem auxiliar em uma aprendizagem mais significativa. Em relação aos níveis de pensamento geométrico, é notório que eles se enquadram no nível 2 (dedução informal) pois, segundo o modelo de Van Hiele citados por Santos e Santos (2016) e Longato (2016), os alunos que estão no nível 2, conseguem identificar propriedades de determinadas figuras. Porém, os mesmos ainda têm dificuldades em representar figuras como o losango e o paralelogramo. E ainda, nenhum deles se enquadra no nível 3, tendo em vista que não conseguiram fazer a classificação dos grupos dos paralelogramos.

SEGUNDO MOMENTO: ARGOLAS DE PAPEL

Esse momento ocorreu em duas horas/aulas, com a construção e discussão do material em estudo. Inicialmente, foi feita a apresentação da definição dos quadriláteros, em seguida, foi apresentado o material das argolas de papel, sendo distribuídas oito tiras de papel para cada aluno.

Para a explanação dos dados dos questionários, foram atribuídas letras diferentes aos nomes dos alunos, tendo em vista, manter a identidade dos alunos.

Iniciou-se com a colagem de duas argolas de mesmo diâmetro formando um ângulo reto. Depois, indagou-se qual figura surgiria e por quê. Nesse momento, os alunos concluíram que

iriam surgir um quadrado, conforme trecho de diálogo abaixo:

Pesquisadora: *Vai sair um quadrado, por quê?*

Aluno I: *Porque tem um ângulo de 90° e o quadrado é formado por quatro ângulos de 90° ... agora não sei como vai surgir os outros três...*

Pesquisadora: *Tudo bem, mas é só isso?*

Aluno J: *São argolas iguais também.*

Percebe-se que os alunos discutiram algumas justificativas que coincidiriam com algumas propriedades do quadrado. Após essas discussões, foi ensinada a forma de cortar as argolas. No momento em que surgiu o quadrado, alguns alunos ficaram surpresos com o formato da figura.

Em seguida, o quadrado construído foi colado no quadro branco e solicitado que os alunos extraíssem informações sobre essa figura construída, após a observação, surgiram as seguintes respostas: lados paralelos, quatro lados iguais, quatro ângulos retos e duas diagonais.

No próximo passo, os alunos fizeram a colagem e recortaram argolas de diâmetros diferentes em um ângulo reto e as indagações foram feitas de forma análoga. Nesse momento, dois alunos afirmaram que o resultado seria um trapézio e os demais afirmaram que seria um retângulo, neste momento, surgiram os seguintes questionamentos:

Aluna G: *Um trapézio?*

Aluno H e I: *Vai sair um retângulo.*

Aluno L: *Um retângulo eu acho.*

Pesquisadora: *Por quê?*

Aluno I: *Porque tem dois lados iguais e dois diferentes.*

Aluno J: *Ah, mas o trapézio também tem dois lados iguais e dois diferentes.*

Aluno H: *mas as argolas tão em ângulo de 90 graus.*

Percebe-se que, quando o aluno I associa as argolas com os pares iguais do retângulo, o aluno J afirma que o trapézio também tem essa característica. Porém, no momento em que o aluno H afirmou ter um ângulo de 90 graus, o aluno G entendeu a resposta dada pelo colega, mas o aluno J, ainda insistiu em ser um trapézio. No momento do corte das argolas, o aluno J alegou ter confundido o trapézio com o retângulo e afirmou ter trocado os nomes.

Ao colocar o retângulo no quadro branco, os alunos descreveram as seguintes justificativas: lados paralelos, pares de lados iguais, duas diagonais e ângulos retos.

Para a terceira figura, foi necessária a colagem de duas argolas de mesmo diâmetro, mas com uma angulação inclinada, sempre questionando qual figura surgiria e por quê. Nessa construção todos concordaram com o surgimento do losango, justificando que as argolas estavam inclinadas, logo iria surgir uma figura inclinada. O aluno I fez a seguinte dedução:

Aluno I: *Oh pró, deixa eu tentar deduzir. São lados iguais e o trem tá inclinadinho... então é um losango!!*

Após o corte da figura e a colagem no quadro branco, os alunos concluíram as seguintes propriedades para o losango: lados iguais, lados paralelos, ângulos agudos e obtusos e duas diagonais.

Na construção do paralelogramo, os alunos tiveram dificuldades em visualizar qual figura surgiria e concluíram ser um trapézio porque, para eles, foi a única figura que restou. O aluno I, ainda afirmou, que não iria surgir o trapézio, mas que desconhecia a figura que iria aparecer. Após o corte das argolas, os alunos tiveram dificuldades em entender a figura, sobretudo um aluno afirmou que era um losango. No momento em que foi feito a colagem do material no quadro, um aluno gritou que era um paralelogramo e todos reagiram ao comentário do colega de forma positiva.

Depois disso, foi perguntado aos alunos o que eles observavam naquela imagem e concluíram: pares de lados iguais, ângulos agudos e obtusos, duas diagonais e lados paralelos. Em seguida, foram acrescentadas definições do paralelogramo, tendo em vista que os alunos não conseguiram visualizar: ângulos opostos iguais, a soma de ângulos adjacentes é igual a 180° e que as diagonais se cortam no meio.

Após essas discussões, foi indagado se as três primeiras figuras construídas eram paralelogramos e todos afirmaram que sim, pois pelas propriedades que estavam escritas no quadro, além dessas últimas acrescentadas pela pesquisadora, se enquadravam com o paralelogramo, segundo eles. Além disso, os mesmos conseguiram fazer as comparações do quadrado com todas as figuras, concluindo que, o quadrado poderia ser considerado um retângulo, losango e paralelogramo.

Após essas intervenções, é possível perceber que as argolas de papel pode ser um material que contribui para os processos de ensino e de aprendizagem das representações das figuras, nessa abordagem, os alunos conseguiram analisar e descrever propriedades dos quadriláteros. Portanto, correram contribuições em trabalhar com a manipulação do material concreto na aprendizagem, o que é abordado por Lorenzato (2006), Rêgo, Rêgo e Vieira (2012).

Vale ressaltar que a comunicação entre os alunos foi de suma importância, assim como afirmam Diniz e Smole (2001), neste caso, eles conciliaram as respostas entre si e chegaram às conclusões.

Além disso, os mesmos conseguiram fazer relações entre as figuras, classificando-as em grupos, o que indica que eles tiveram evolução para o nível 3 do pensamento geométrico apresentado por Van Hiele, citados por Santos e Santos (2016) e Longato (2016). Ademais, os alunos chegaram a essas conclusões investigando, sendo a pesquisadora mediadora do conhecimento, o que foi importante para a evolução deles. Logo, é indispensável o papel de mediador na construção do pensamento geométrico, o que foi afirmado por Maioli e Silva (2013).

E por último, ocorreu a roda de conversa, em que foi perguntado aos participantes, qual a opinião deles sobre o material, os alunos foram objetivos em suas respostas. Durante as discussões, todos afirmaram que o material contribuiu para o conhecimento dos quadriláteros, facilitou a visualização das propriedades sendo interativo e dinâmico. Ademais, um aluno comentou que a escola deveria abordar esse método de ensino, afirmando que “facilita a compreensão visualizando”. Logo, é importante trabalhar com o material que instigue o aluno a aprender, o que foi abordado por Lorenzato (2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das ações planejadas e dos resultados obtidos foi possível perceber que as argolas de papel contribuíram para o processo de construção do conhecimento, sobretudo, no pensamento geométrico dos alunos. Em relação aos questionários, percebeu-se a dificuldade dos alunos em descrever as propriedades dos paralelogramos. Uma possível justificativa é pelo fato do conteúdo ser abordado de maneira tradicional, ocorrendo complicações no entendimento das figuras.

Durante a intervenção, foi perceptível a participação ativa dos alunos na descoberta dos quadriláteros, principalmente, na identificação das propriedades das figuras. Além disso, o ambiente de investigação e o papel mediador da pesquisadora, contribuíram para o conhecimento gerado em sala de aula. Vale ressaltar que, mesmos os alunos não tendo conhecimento do paralelogramo, eles conseguiram apresentar algumas propriedades.

Conclusivamente, é possível notar que as argolas de papel é um material que contribui na aprendizagem do aluno por meio das colagens e recorte, pois apresentam propriedades que

podem ser descobertas pelo aluno. E ainda, é um material de baixo custo e que pode ser utilizado no ambiente de sala de aula.

Para futuros trabalhos sugere-se que a aplicação desse material seja utilizada em turmas que estejam estudando o conteúdo abordado, a fim dos alunos terem melhor assimilação dos conceitos, além de trazer um ambiente investigativo e dinâmico para os alunos. Acredita-se que o uso de materiais concretos em sala de aula além de abordar determinado conteúdo de maneira lúdica, proporciona situações de descoberta, socialização e auxilia no raciocínio.

REFERÊNCIAS

ALVES, D. S.; SILVA, J. C. L.; BARROS, V. R. A.; CARVALHO, E. M. O ensino de quadriláteros: cortando e colando argolas de papel. In: SEMINID, 4., 2017. Recife. **Anais...** Recife, 2017.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática/SEB.** Brasília: MEC/SEF, 1998.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** - 4. ed.- São Paulo: Atlas, 2002.

LONGATO, D. **Ensino e aprendizagem da geometria e a teoria de van Hiele: via de mão dupla para o desenvolvimento do pensamento geométrico.** 2016. Disponível em http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_pdp_mat_utfpr_dirleiferreiralongato.pdf. Acesso em: 2 abr. 2019.

LORENZATO, S. **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores.** Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

MACCARINI, J. M. **Fundamentos e metodologia do ensino de matemática.** Curitiba: Editora Fael, 2010.

MAIOLI, M.; SILVA, R. T. **As contribuições de Van Hiele na elaboração de uma sequência de atividades para o ensino dos quadriláteros.** 2013. Disponível em http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_uem_mat_artigo_rosalire_terezinha_da_silva.pdf. Acesso em 13 out. 2019.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTÍFICO: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico – 2. ed. –** Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SANTOS, F.; SANTOS, M.; **Níveis do pensamento geométrico de van-hiele com alunos do 6º ano do ensino fundamental.** In: IX EPBEM, 2016. Campinas. **Anais...** Campinas, 2016, p. 1-12.

SMOLE, K. S; DINIZ, M. I. **Ler, escrever e resolver problemas: Habilidades básicas para aprender matemática.** Porto Alegre: Artmed, 204p. 2001

RÊGO, R.; RÊGO, R.; VIEIRA, K. M. **Laboratório de ensino de geometria.**
Campinas, SP: Autores associados, 2012.

O ENSINO PARA VIVER EM 2020: DESAFIOS E O USO METODOLÓGICO DOS QUIZZES

Valtyana Kelly da Silva ¹
Mathews Lima dos Santos ²

RESUMO

Educadores de todo o país são, cotidianamente, impelidos à busca pelo atendimento às necessidades do alunado e pela promoção de um ambiente acolhedor que permita desconstruções. Ser docente mostrou-se uma profissão ainda mais desafiadora no contexto de pandemia da COVID-19. A necessidade de isolamento implicou no fechamento de escolas e trouxe consigo novos desafios; sobretudo, a união da educação ao universo digital, mesmo em situações de discrepantes desigualdades sociais e déficit de acesso às tecnologias da comunicação. Nestas circunstâncias, o presente estudo tem como objetivo apresentar o uso da gamificação como ferramenta educacional durante o isolamento social, problematizando como o *quiz* pode ser um instrumento metodológico que contribui no processo de ensino-aprendizagem mais engajado; auxilia no ensinar a viver e deformar; permite o diálogo da educação com as tecnologias digitais; e, especialmente, promove a educação interdisciplinar como forma de mitigar a fragmentação do ensino. Através do estudo de caso, analisamos os *quizzes*, compreendendo a conjuntura social, quantitativamente e qualitativamente. Os resultados indicaram um maior interesse pelas atividades que envolviam os *quizzes*, comprovando a anuência dos discentes com a gamificação. Além disto, o uso do *quiz* permitiu acompanhar de forma automatizada o percentual de acertos das turmas às questões, bem como a análise individual do desempenho dos alunos, permitindo aos docentes reverem estratégias no processo de ensino-aprendizagem. Portanto, ainda que desenvolvida à distância, a gamificação permitiu não só o engajamento de discentes, como também o diálogo entre professores e alunos, abrindo espaço para a construção do saber de forma mais interativa.

Palavras-chave: Ensino, Covid-19, Estudo de Caso, Gamificação, Interdisciplinaridade.

INTRODUÇÃO

“Ao percorrer esse caminho, adquiri a convicção de que embora nossa educação ofereça instrumentos para se viver em sociedade (ler, escrever, calcular), ofereça elementos (infelizmente separados) de uma cultura geral (ciências da natureza, ciências humanas, literatura, artes), destine-se a preparar ou fornecer uma educação profissional, ela sofre de uma carência enorme quando se trata da necessidade primordial do viver: errar, e se iludir o menos possível, reconhecer fontes e causas de nossos erros e ilusões, procurar em qualquer ocasião um conhecimento o mais pertinente possível.”

Edgar Morin

Apesar da nossa educação proporcionar inúmeros instrumentos para a convivência em sociedade, tal como ler, escrever ou calcular; bem como o estudo de culturas e conhecimentos diversos; infelizmente, como pontua Morin (2015, p. 23-4), ela sofre de uma carência quando

¹ Mestre em História pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, e professora da E.M.E.I.F Fenelon Medeiros – PB. E-mail: kellykempes@gmail.com

² Mestrando do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG,

se trata do ensinar a viver. Essa ausência é sentida em múltiplos momentos, e de diferentes formas, por variadas pessoas, esteja ela inserida ou não no ambiente educacional. Em meio à pandemia do COVID – 19, o ano de 2020 nos fez sentir essa carência pela ótica de uma lupa. Dilemas de outrora, impasses corriqueiros daqueles que fazem a educação no Brasil, tornaram-se maiores a partir do momento que foi obrigatório ultrapassar os muros da escola e alcançar os lares, agora isolados fisicamente do mundo externo.

Se ser docente sempre foi um desafio, ou se “para ensinar a viver é preciso ensinar, também, a enfrentar as incertezas e os riscos” (MORIN, 2015, p. 27), nesta ocasião, estamos sendo desafiados por algo completamente desconhecido. Um vírus que mudara nossa rotina, nossos hábitos e a nossa forma de enxergar a educação. E para além desta mudança, estamos diante de algo que potencializa todas as lacunas e falhas existentes no âmbito educacional – para muitos, fracassado ou em crise. Da noite para o dia nos vimos fechando as escolas, tentando nos proteger nos limites dos nossos lares; máscaras, medo e tensão frente às ressignificações que seriam imprescindíveis para saber lidar com este novo. Precisávamos, portanto, reconhecer as fontes e causas dos nossos erros, e procurar, a partir de então, um conhecimento mais pertinente possível.

Se anteriormente, em uma modernidade atravessada por mudanças econômicas, políticas, sociais e culturais diversas – no qual a escola e a prática docente “parece estar em processo de se inviabilizar, ou, no mínimo, de perder a importância e a centralidade social que já teve” (ALBUQUERQUE JÚNIOR, 2010, p. 56) – havia questionamentos sobre “(...) como fica o professor nesta realidade escolar que parece se tornar cada vez mais hostil às suas pretensões de ensinar, de ser o sujeito da formação dos alunos?” (ALBUQUERQUE JÚNIOR, 2010, p. 56); ou, como unir a educação ao universo digital, às novas tecnologias da comunicação? Conseqüentemente, como tornar a escola um espaço que atenda às novas necessidades do alunado, que seja receptiva, acolhedora e que promova as desconstruções cotidianas? Agora, no contexto da pandemia, estas indagações costumeiras dos plantões pedagógicos, ganharam novos contornos e desafios ímpares pautados, sobretudo, por uma questão central: como ensinar, efetivamente, por uma tela de computador/celular?

Neste estudo é reconhecido todos obstáculos e desigualdades sociais existentes no cerne do ambiente educacional. Desde o ensino privado ao público, bem como de pais ou responsáveis que acompanham ou não a educação dos filhos, do acesso ou não à internet, de gestões que visam o quantitativo, e de docentes que não se empenham frente aos novos desafios. No entanto, indo na contramão de ideias difundidas “Hipocrisia a distância: a escola finge que está educando e os pais fingem que estão aprendendo” ou “As escolas precisam

admitir que o conteúdo dado em 2020 foi para inglês ver” (SANTOS, 2020, REVISTA BULA), pretendemos atalhos ou caminhos distintos para esta trajetória difícil, árdua e desafiadora da educação brasileira em tempos de pandemia.

Por todos os lados, ouvimos falar bastante em crises, desde antes do aparecimento do COVID-19 na nossa vida. Afirma-se que o mundo todo está em crise, seja ela ética, moral, na saúde, segurança e até na própria educação. Nos sentimos constantemente em crise, inclusive “a própria modernidade é definida por crise”. (HARDT e NEGRI, 2003, p. 93), deste modo não há nada de novo nesse sentimento de carência, tensão e conflitos, principalmente por nós, professores; exceto sua intensidade e abrangência, algo sentido neste período de pandemia. Por isto, se faz importante refletirmos, inicialmente, sobre o lugar da escola e como ela se insere neste panorama de crises. Tudo isto nos leva, a dar um novo olhar à dimensão ética e cultural da educação, assim como dar meios para a compreensão da escola subsumida no mundo em sua marcha caótica. (UNESCO, 1998, p. 130).

A escola surgiu como um instrumento destinado a fabricar sujeitos, subjetividades e corpos treinados e hábeis, a construir pensamentos e visões conveniente a ordem social burguesa. A escola, logo, surgiu como uma instituição determinada a disciplinar corpos, mentes e saberes. (ALBUQUERQUE JUNIOR, 2010, p. 57) Há centenas de anos, mesmo com todas as transformações sociais, políticas e culturais, muitos insistem neste propósito escolar de disciplinarização de corpos. Enxergamos uma instituição complexa e fabricada que resiste a todas as metamorfoses que a circunda; vislumbramos um espaço do século XIX, marcado pelo século XX, e, infelizmente, ainda incapaz de dialogar com o século XXI. A escola se mostra multifacetada e multitemporal, contudo, ainda no lugar de disciplinadora.

Para além disto, a escola, muitas vezes, é pensada como

uma verdadeira panacéia que vai resolver os mais diversos problemas sociais. Realmente, parecemos acreditar que a educação escolar resolveria os problemas sociais, os problemas políticos, os problemas de cunho moral e ético pelos quais passamos. (...) Embora saibamos que a escola que temos não agrada a ninguém que está dentro dela, continuamos contraditoriamente achando que ela é a solução para os problemas de quem dela está excluído. (ALBUQUERQUE, 2010, p. 61).

“Eu ousaria dizer, parafraseando: nada faremos pela Educação, se nos limitarmos a repetir velhos conceitos fora de contexto, a raspar esses ossos como cães famintos...” (GALLO, 2008, p. 56). Talvez, possamos refletir se o fracasso da escola está relacionado a ideia de seu “bom funcionamento” ou ao seu lugar de redenção, reproduzidos por discursos políticos, midiáticos e pedagógicos. Diversas vezes não nos questionamos se esse “bom funcionamento”, na verdade, dialoga com a ordem social que vivemos, produtora de hierarquias, desigualdades, exclusões. Muitas vezes não nos perguntamos se a escola se

converte ao contrário daquilo que prega de igualdade, isonomia, autonomia, visão crítica etc. Me arrisco a dizer que, possivelmente, continuemos repetir velhos erros, a roer ossos, sobretudo, pela falta da análise autocrítica.

A escola ainda é o lugar da disciplina, de seu aprendizado e de seu exercício. A sala nunca é uma desordem, “há sempre uma ordem implícita que, se visa a possibilitar a ação pedagógica, traz também consigo a marca do exercício do poder, que deve ser sofrido e introjetado pelos alunos.” (GALLO, 2008, p. 82). Por isto, por mais contraditório que possa parecer, o nosso exercício feito aqui de questionarmos a própria escola, o ensino escolar, a ideia de disciplina, inseridos em um determinado contexto histórico, visa a desnaturalização do ambiente educacional. É essencial introduzir a crise da educação “em um contexto crítico mais vasto, que comporte não apenas a consideração da cultura juvenil e da situação atual da juventude, mas o conjunto dos problemas de sociedade e de civilização nos quais estão imersos os problemas da educação”. (MORIN, 2014, p. 65).

Dentre os dilemas vivenciados pela atual sociedade há a expansão do uso e influência das mídias e Internet na vida das pessoas. Na ordem do dia, entrar em uma sala de aula e deparar-se com alguns alunos acessando à internet pelo celular, tornou-se cada vez mais corriqueiro; além de que ao apresentar um conteúdo ou tema, muitos discentes também questionam e argumentam baseando-se em leituras anteriores realizadas em postagens do *Facebook*, *Twitter*, *Instagram*, etc. A sala que “nunca era uma desordem” se viu confrontada por um universo digital que transcendia as telas de computadores e celulares. A educação, em seu conjunto, de acordo com Morin (2014, p. 63) foi pega de surpresa pelas mídias e, “com frequência, não sabe como reagir, exceto com desprezo diante da fascinação que as telas dos computadores exercem sobre as crianças”, adolescentes, e a sociedade como um todo.

Disputas, diárias, com os “saberes” e discursos produzidos pelas mídias e veiculados pela Internet se tornou comum no ambiente escolar. Logo, para além de todas as dificuldades enfrentadas cotidianamente, a partir de então, a Internet desencadearia uma “gigantesca confusão cultural de saberes, rumores, crenças de todos os gêneros, uma espécie de escola selvagem que contorna a escola oficial e que as novas gerações frequentam para se informar e se formar.” (MORIN, 2014, p. 63). Contudo, adepto ou não das inovações tecnológicas, nós, professores, devemos reconhecer que, graças a elas, a informação não é mais privilégio de poucos. Os alunos estão mais conectados e com mais acesso às informações, mas, não basta apenas possuí-las, eles precisam do auxílio do educador para aprender a interpretá-las e transformá-las em conhecimento. (BENCINI, 2002). Logo, o

(...) papel do professor e do aluno nesta pós-modernidade, que tal como a época, está em constante mutação. O docente divide a centralidade no processo ensino-aprendizagem com o discente, as hierarquias dentro da sala de aula rompem-se, a partir do momento que o aluno, ao ter contato com máquinas e mídias, não depende mais tanto da escola para se socializar, e para ter acesso a informações e conhecimentos. (ALBUQUERQUE JÚNIOR, 2010, p.65).

A “espécie de escola selvagem” pode dialogar com o ensino que deforma, pois essa aposta em novas maneiras de praticar as relações de aprendizagem; enfrentando um ensino rotinizado, massificado, disciplinado e sem criatividade. Uma educação comprometida com o desenvolvimento e a construção de saberes não pode se limitar a oferecer caminhos únicos, ancorados em currículos áridos, fixos, e enciclopédicos, desvinculados de contextos significativos para o aluno. Numa sociedade dita da informação e do conhecimento a escola não pode ficar a par das transformações que estão sendo possibilitadas pelas tecnologias digitais. (DIAS E GUIMARÃES, 2006). Por isto a ideia de que uma educação online é importante na garantia tanto atividades individuais quanto colaborativas e cooperativas. Moran (2003, p.40) define Educação Online como “o conjunto de ações de ensino-aprendizagem desenvolvidas por meio de meios telemáticos, como a internet, a videoconferência e a teleconferência”.

Em sua palestra no I Encontro Internacional Educação 360 realizado no Brasil, Pierre Lévy (2014, p. 31), filósofo francês, brincou que “Wi-fi liberado é questão de direitos humanos”. Mesmo em tom de brincadeira, sua fala revela questões que precisam ser problematizadas e repensadas no ambiente educacional. Cabe às escolas três alternativas: “[...] repelir as tecnologias e tentar ficar fora do processo; apropriar-se da técnica e transformar a vida em uma corrida atrás do novo; ou apropriar-se dos processos, desenvolvendo habilidades que permitam o controle das tecnologias e de seus efeitos”. (BRITO E PURIFICAÇÃO, 2008, p. 25-6). Entretanto, a afirmativa de Lévy corrobora com a proposta de uma educação e escola empenhadas no diálogo com as tecnologias digitais; se distanciando do ensino massificado e disciplinado, da crise e do fracasso. As escolas necessitam, para ontem, repensar o uso de Internet nos seus espaços; buscando soluções, que atendam igualmente ao aluno e aos docentes, ao invés de tomar para si o lugar de exclusão e impedimento.

Cabe acrescentar, ainda, que é essencial “ensinar-aprender a conviver com relações complexas geradas pela inserção da tecnologia na sociedade”. (ALVES E SOUSA, 2016, p. 429). Deste modo, ampliando a discussão, neste universo digital que se apresenta, os jogos digitais também adquirem importância quando pensamos sobre a educação e o ensino-aprendizagem. “Há várias formas de você ver a relação entre educação e jogos” (SCHLEMMER, 2014, p. 133). Eles não precisam ser encarados como vilões quando o

assunto é aprendido. Ainda há muita dificuldade em falar sobre *games* nas escolas, apesar de estudos comprovarem que é possível ensinar através da gamificação – inclusive este eixo faz parte das metodologias ativas. Ressaltando que não basta utilizá-los de maneira mecânica, sem reflexão, devemos utilizar a gamificação integrada a uma prática metodológica reflexiva, contextualizada e problematizada.

Efetivamente, vivenciamos diversas crises: de civilização, da sociedade, na democracia, econômica, e de educação. Há uma interdependência e relações complexas entre todas essas crises que abrem enormes lacunas e que conseqüentemente, com a pandemia, se ampliaram e se aprofundaram. Para Morin (2014, p. 69) “Problema de cada um e de todos nós, saber viver encontra-se no cerne do problema e da crise da educação.” De fato, uma educação “regenerada” (MORIN, 2014) ou que “deforme” (ALBUQUERQUE JUNIOR, 2010) não pode por si só mudar a sociedade, contudo pode formar indivíduos mais aptos a expandir o seu viver e a compreender as complexidades humanas, histórias, sociais. Essa educação não fornece certezas, mas cria dúvidas, põe em questão que é natural, leva o indivíduo a sair da sua zona de comodidade.

Nesse intuito, e tendo como alicerce a observação de Morin (2014) que a crise da educação está relacionada a divisão dos conhecimentos em disciplinas e subdisciplinas, uma vez que essa dinâmica, ao seu ver, agrava a incultura generalizada, pensamos na necessidade de estabelecer comunicações e laços entre dois ramos separados da cultura: o científico e as ciências humanas. “Um das tentativas de superação dessa fragmentação tem sido a proposta de pensar uma educação interdisciplinar” (GALLO, 2008, p. 71). Em outras palavras, uma forma de se organizar os currículos escolares de modo a possibilitar uma integração entre as disciplinas, permitindo a construção de uma compreensão mais abrangente do saber historicamente produzido pela humanidade. Por isto este estudo foi desenvolvido por uma professora de História e um professor de Engenharia Mecânica, em meio a pandemia do COVID-19 no Brasil.

Como reagir ao isolamento e ao distanciamento, para além do físico, do território escolar? Inclusive para os mais tradicionais, como transcender os limites da sala de aula e do ambiente disciplinador? Como dialogar com o mundo digital? Como propor novas metodologias que atendam às necessidades dos alunos, que sejam inclusivas, dinâmicas, e que proporcionem uma educação para viver ou um ensino que deforme? Todos esses, e muitos outros questionamentos, consumiram e consomem as nossas mentes cotidianamente, mas há a questão primordial: como agir em meio a esta pandemia? Sobretudo quando acreditamos na

noção da “educação para viver deve favorecer, estimular uma das missões de qualquer educação: a autonomia e a liberdade de espírito.” (MORIN, 2014, p.51).

Inicialmente, tivemos em mente que as decisões docentes devem promover participação ativa, compartilhada e cooperativa; criar oportunidades variadas e flexíveis de construção de conhecimentos em ambientes virtuais; sobretudo, no intuito de exercitar a compreensão das necessidades de aprendizagem, facilidades, dificuldades e modos de superá-las (FIORENTINI, 2009, p.137). Deste modo, este estudo tem como objetivo apresentar o uso da gamificação como ferramenta educacional durante a pandemia, problematizando como o *quiz* pode ser um instrumento metodológico que contribui no processo de um ensino-aprendizagem mais engajado; auxilia no ensinar a viver e no ensino que deforma; permite o diálogo da educação com as tecnologias digitais; e, especialmente, proporciona a interdisciplinaridade entre duas áreas antes tida como tão distintas.

Por conseguinte, propusemos nos reinventar e a trabalhar com aquilo que estava ao nosso alcance, considerando todos os obstáculos supracitados e que precisamos de

um professor que deforme e não que forme, um professor que ponha em questão, primeiro em sua própria vida, em suas práticas e discursos os códigos sociais em que foi formado. Professor que pense o ensinar como uma atividade de autotransformação, como uma atividade diária de mutação do que considera ser sua subjetividade, sua identidade, seu Eu. (ALBUQUERQUE JÚNIOR, 2010, p.63).

Ciências se faz com pesquisa! E toda pesquisa científica carece que seu objeto de estudo seja investigado por um processo metodológico, que o delimita e o questiona. Ao nos dedicarmos ao estudo do nosso problema, fazemos o uso do estudo de caso como metodologia. A princípio, pela importância do contexto para essa metodologia. Pois, ao pensarmos a utilização do *quiz* como ferramenta para o ensino-aprendizagem durante a pandemia, dialogamos com a conjuntura que a educação está inserida neste ano de 2020, além de refletir como esse momento atípico nos desafia e nos faz repensar o ensino e prática docente. Para além disto, a possibilidade de uma análise quantitativa e qualitativa do nosso objeto de estudo, descortinando a ideia dicotômica e antagônica destas duas análises, é imprescindível. Por fim, outro ponto importante, é que a natureza da investigação do estudo de caso nos apresenta o seu caráter holístico, a partir disso poderemos ter uma compreensão mais ampla das complexidades do momento, contudo, também das alternativas e diversas trajetórias que podemos trilhar... em direção a um ensino para viver e que deforme.

Ao percorrer esse caminho, afinal, apreendemos que as realidades deles são mais dinâmicas e mais urgentes do que a exposição de uma aula física (NETO, 2005). Para os alunos que tem acesso à internet, explorar significa navegar, ir atrás, pegar *links*, constituir

atalhos e chegar a determinado lugar. Esse universo digital permitem a interação com pessoas de todo o mundo, e a construção de saberes que antes não era possível. Nós, no lugar de docentes, precisamos nos atualizar, nos reinventar, desnaturalizar, e, principalmente, indagar. Quem não está a par destas transformações “se torna um professor obsoleto, um professor tão amarelado como sua ficha de aula, que costuma repetir todos os anos para seus alunos, que tenderão a considerá-lo uma relíquia da natureza, como o celacanto.” (ALBUQUERQUE, 2010, p.65). E assim, através da pesquisa, do ensino, da experiência fazemos a ciência, construímos saberes diversos, e nos modificamos concomitante às metamorfoses do mundo.

METODOLOGIA

Nutridos das sensibilidades advindas de uma circunstância atípica, a quarentena advinda da pandemia do COVID-19; da ideia de que a escola está em crise há tempos, e que por isso é essencial, sempre, o processo de reflexão e desnaturalização no caminho para um ensinar a viver e deformar; do reconhecimento que as tecnologias fazem parte do nosso cotidiano e que não se pode resistir a isso, ao contrário, deve-se abraçá-las; e de que, por fim, a gamificação é uma ferramenta metodológica no auxílio do ensino-aprendizagem dos alunos e da interdisciplinaridade, nós construímos nossa pesquisa sob a égide da investigação do estudo de caso. Descrever e caracterizar estudos de caso é uma tarefa complexa, haja vista eles serem utilizados de diferentes modos, não só na prática educacional, mas também como modalidade de pesquisa, com aplicação em muitos campos do conhecimento, principalmente em áreas da saúde, como na Medicina e Psicologia, ou nas áreas tecnológicas, humanas e sociais, entre outras.

O estudo de caso como metodologia é abordado por vários autores como Stake (1999), Rodríguez *et al.* (1999), Yin (2005), entre outros de diferentes áreas do conhecimento. Para estes pesquisadores, o estudo de “caso pode ser algo bem definido ou concreto, como um indivíduo, um grupo ou uma organização, mas também pode ser algo menos definido ou definido num plano mais abstrato como, decisões, programas, processos de implementação ou mudanças organizacionais.” (MEIRINHOS E OSÓRIO, 2010, p. 51 -2). Nesta pesquisa, o nosso campo investigativo dialoga com o pensamento de Yin (2005) por diversos fatores, dentre eles a percepção de que realizar estudos de caso surge da necessidade de estudar fenômenos sociais complexos.

Quando se explora um caso, devemos ter em mente que lidamos com condições contextuais específicas, e que essas singularidades interferem ou influenciam na investigação.

Aliás, isso pode ser compreendido quando ponderamos que “um estudo de caso é uma

investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. (YIN, 2005, p. 32). Portanto, o valor da metodologia de estudo de caso se encontra na concepção de que não é possível investigar um caso, um fenômeno, sem estudar o seu contexto (YACUZZI, 2005, p. 9). Ao problematizar o uso da gamificação, mais especificamente de *quizzes* no processo de ensino aprendizagem e na interdisciplinaridade, deve-se partir da consciência de que vivemos uma conjuntura social, política e cultural ímpar.

Tendo isso em mente, os *Quizzes* foram realizados através do ensino online, em uma escola municipal localizada no interior da Paraíba. A cidade é de pequeno porte, possuindo apenas, segundo o IBGE, 2565 habitantes em uma área territorial de 225 km; logo a maioria do público que a escola atende é da zona rural. Os alunos que tiveram acesso aos *quizzes* estão no Ensino Fundamental II, entre os anos 6º e 9º - distribuídos em 7 turmas, e possuem idade entre 10 e 16 anos. Ao todo, a escola contém 195 alunos matriculados nessa etapa da Educação Básica. No entanto, devido às restrições impostas pela pandemia, bem como pelas condições sociais nas quais os discentes estavam inseridos, as atividades e aulas foram divididas entre as impressas e *online*; deste modo, apenas 98 alunos, no período do desenvolvimento deste estudo, estavam na categoria de aula *online* – por ter acesso a uma boa internet e obterem itens tecnológicos necessários – e poderiam, assim, ter acesso aos *quizzes*.

Outro aspecto da metodologia do estudo de caso que é pertinente para a presente pesquisa é a herança que parece possuir da investigação qualitativa no que concerne às suas características. Neste sentido, por exemplo, rege-se dentro da lógica que o guia às sucessivas etapas de recolha, análise e interpretação da informação dos métodos qualitativos, com a particularidade de que o propósito da investigação é o estudo intensivo de um ou poucos casos (MEIRINHOS E OSÓRIO, 2010). Entretanto, é importante ressaltar que muitos autores não aceitam a dicotomia, muitas vezes evidenciada, na investigação qualitativa/quantitativa, eles sustentam que há uma relação bem mais complexa, inclusive contínua, entre esses dois tipos de investigação (LESSARD- HÉBERT *et al.*, 2005).

Yin (2005) também pontua sobre essa observação ao acreditar que os estudos de caso consistem em uma metodologia abrangente, que não precisa se limitar à investigação qualitativa, podendo adentrar no campo quantitativo. Isto é o que diferencia o estudo de caso da metodologia qualitativa, e ambas não devem ser confundidas. Nesta pesquisa, analisaremos dois *quizzes* realizados no mês de maio de 2020, intitulados “*Homo Socialis*” e “A viagem do Rei Arthur” dispostos em dez perguntas, cada um, que trazem o diálogo das ciências humanas com as ciências exatas em prol de uma educação que ensina a viver e que deforme.

Relacionando com a observação de Yin (2005) acima, para além do estudo de caso ser visto com mais ênfase nas metodologias qualitativas, por exemplo, no qual observamos como o uso da gamificação pode ser eficiente e dinâmico, citando o caso de quantos alunos deram *feedbacks* positivos quanto à utilização dos *games* como atividade, isso não significa, que não possamos contemplá-lo por perspectivas mais quantitativas.

Por esse ângulo, no intuito de apresentar o uso da gamificação – inclusive a plataforma para a elaboração do *quiz* está disponível gratuitamente na internet (quizzes.com) – como ferramenta educacional durante a pandemia vamos fazer o uso de investigações quantitativas, através do número de alunos que realizaram as atividades, em comparativo aos números de discentes na categoria atividade *online* ou impressa. Além disso, quanto à estratégia de averiguação qualitativa analisaremos as propostas temáticas do *quiz*, a estrutura e disposição de perguntas ou imagens, visando problematizar o *quiz* como instrumento metodológico que contribui no processo de ensino-aprendizagem, que possibilita diálogo com as tecnologias digitais e proporciona a interdisciplinaridade. Destarte, o estudo de caso manifesta todas essas possibilidades de análises, complexas e profundas, que podem transformar o ensino em uma pesquisa, e a pesquisa em ciência.

Para além destas duas características supracitadas do estudo de caso, há também o princípio de que os casos podem ser únicos ou múltiplos, e também holísticos ou incorporados (YIN, 2005). Isso consiste na ideia de que nos estudos de caso é possível haver uma investigação com múltiplas fontes, e que nos permitem uma visão mais ampla do caso. Na nossa pesquisa, para além do *quiz* como objeto e fonte de estudo, fazemos o uso de entrevista com os alunos que nos permitem visualizar que esta ferramenta, atrelada a temas sociais do presente, de fato, torna o ensino mais agradável para o aluno, mais próximo da sua realidade, mais didático, e, assim, mais satisfatório. Logo, o estudo de caso se constrói dentro de uma diversidade de formas de levantamento de informação, que dependem da natureza do caso e tem por finalidade, possibilitar o cruzamento de ângulos de estudo ou de análise.

Por fim, é fundamental pensarmos que toda metodologia deve dialogar com referenciais teóricos. A ciência é feita de diálogos e a pesquisa se edifica pela união dos diversos componentes, teoria, prática, metodologia, didática... se conectam nesta construção do conhecimento. Tendo isso em mente, para o direcionamento do estudo de caso, as proposições teóricas abordadas pela bibliografia já existente são primordiais. Todo bom estudo de caso incorpora uma teoria, que serve como plano geral da investigação, da busca de dados e da sua interpretação (YACUZZI, 2005). Dialogamos com Morin (2015), Albuquerque Júnior (2010), Veiga-Neto (2010), Lévy (2014), entre outros, para pensarmos a educação e

uma forma de conectá-la cada vez mais aos games, à Internet, a todo esse cenário digital que batem a nossa porta, todos os dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por outro lado, podemos pensar no professor militante. Qual o sentido hoje desse professor militante, o que seria ele? Penso que seria não necessariamente aquele que anuncia a possibilidade do novo, mas sim aquele que procura viver as situações e dentro dessas situações vividas produzir a possibilidade do novo. (...) O professor militante seria aquele que (...) de dentro dessas possibilidades, buscar construir coletivamente. Essa é a chave da ação militante. Sempre uma construção coletiva.³

Anteriormente, pontuamos que nossa proposta iria na contramão de artigos, incluídos na Revista *Bula online*, que difundiam os pensamentos de: “Hipocrisia a distância: a escola finge que está educando e os pais fingem que estão aprendendo” ou “As escolas precisam admitir que o conteúdo dado em 2020 foi para inglês ver”. Primeiramente, ressaltamos que concordamos com algumas pontuações sugeridas pela autora, como a escola precisa se reinventar, e que a educação, independentemente de ser física ou *online*, não pode priorizar apenas conteúdo. Contudo, todas as problemáticas que envolvem o ensino físico ou *online*, desigualdades sociais, participação dos pais no processo de ensino-aprendizagem – que inclusive perpassam o isolamento imposto pela pandemia – não devem cair no erro de generalizações, ou chamadas sensacionalistas, “conteúdo dado para inglês ver” ou “hipocrisia a distância”. O infortúnio é bem maior.

Pensar de forma generalizada e julgadora faz com que nós, professores, nos sintamos em um tribunal inquisitorial no qual fomos sentenciados como culpados. Além disto, reduz toda a conjuntura que vivemos, todas as estratégias, lutas, resistências, singularidades, explorações, medo, angústia, militância, entre outras questões que envolvem o universo educacional e o debate em que estamos inseridos neste momento. Por isto, corroborando com Gallo (2008), acreditamos que precisamos ser professores militantes, sobretudo, ao procurar lidar com as situações vividas e produzir a possibilidade do novo, da reinvenção. E dentro dessas situações, devemos buscar construir e nos construirmos coletivamente, em diálogo com pais, professores, alunos e gestão.

De fato, como todos nós sabemos, 2020 foi e está sendo um ano atípico, especialmente para a educação. Se a escola já estava inserida em ondas de debate sobre o seu lugar social, político e cultural, imagina com o isolamento dentro do nosso lar? Em um dos artigos citados acima, a autora afirma “Disseram que a escola teve que se reinventar na pandemia. Não se

(83) 3322.3222³ GALLO, 2008, p. 61.

reinventou: continuou priorizando conteúdo, só que agora por meio digital.” (SOUZA, 2020). Para além da concordância acerca da não priorização dos conteúdos, pensando na generalização óbvia de que a “escola não se reinventa”, nossa proposta de pesquisa foi mostrar que é possível se reinventar sim, e por meio digital. É possível fazer algo novo, trabalhar em coletivo, dialogando, em diferentes perspectivas. É nesse contexto que o *quiz* se insere como ferramenta metodológica.

O grande imperativo de hoje em dia é conectar, não somente o conhecimento, mas também os alunos com seus professores, conectar os humanos e os povos. E, nesse mundo da separação, é preciso ter esse conhecimento capaz de ligar, que eu chamo de complexidade. (MORIN, 2014, p. 126) Portanto, cabe à educação essa nobre tarefa de conexão. Partindo desse pressuposto, o *quiz*, enquanto ferramenta metodológica, para além da proposta de aliar a educação às tecnologias, poderia ser usado para conectar humanos, saberes e conhecimentos; poderia conectar disciplinas. Logo, a supremacia de um conhecimento fragmentado em disciplinas que frequentemente é ineficiente em efetivar a ligação entre as partes e as totalidades, cederia lugar a um modo de conhecimento capaz de conceber os objetos em seus contextos, em seus complexos, em seus conjuntos. (MORIN, 2015, p. 100). Tendo isto em mente, elaboramos os *quizzes* com duas proposições. A Figura 01 apresenta a sugestão metodológica para o desenvolvimento da primeira atividade.

Homo Socialis



Vamos participar de uma aventura? Te convidamos a adentrar em um universo de conhecimento e participar de um processo de "evolução". Que tal deixarmos de ser Homo Sapiens Sapiens e nos tomamos um Homo Socialis? Confesso que será uma trajetória um pouco difícil, pois você será desafiado o tempo todo a refletir e se doar. Mas te prometemos que vai ser uma aventura curiosa, desafiadora, instigante e interativa. Vamos lá? Para se tornar Homo Socialis você precisa acertar todos os desafios. Então, caso erre, volte para o início! É HOORA DA AVEEEEEENTURA!

Figura 01: Proposição do *quiz Homo Socialis*. Fonte: autoria própria.

Como pode ser constatado na Figura 01, o primeiro *quiz* realizado, intitulado *Homo Socialis*, teve como proposta instaurar uma “evolução” hipotética por meio de uma aventura.

Neste jogo, o objetivo de quem estava participando seria deixar de ser um *Homo Sapiens*

Sapiens para se transformar em um *Homo Socialis*; ou seja, um ser humano capaz de viver de forma mais harmoniosa em sociedade. Através de dez perguntas, cada uma com quatro assertivas e apenas uma certa, que envolvem diversos temas relacionados à sociedade, os alunos poderiam alcançar o objetivo designado. Caracterizações de democracia, liberdade e caos; reflexões acerca da sociedade, justiça, política; bem como a importância do voto e da ciência, empatia, tolerância, convívio com a diferença, meritocracia, desigualdade social e meio ambiente; foram alguns das temáticas desenvolvidas pelo *quiz*. Além disto, os temas dialogavam com a história – Grécia e Roma Antigas, Grandes Navegações – e com as tecnologias – Revoluções Industrial e Tecnológica – proporcionando um saber plural e diverso, de forma interativa e dinâmica.

Por outro lado, no segundo *quiz*, A Viagem do Rei Artur, personagem histórico, a meta do jogador era – conforme apresentado na Figura 02 – em conjunto com o Rei Artur, fazer uma viagem pelo tempo e passar por diversos desafios que os desafiariam a conhecer diversas tecnologias.

A Viagem do Rei Artur



"Hoje o tempo voa, amor
Escorre pelas mãos
Mesmo sem se sentir
Não há tempo que volte, amor
Vamos viver tudo que há pra viver
Vamos nos permitir..." (LULU SANTOS)

Vamos nos permitir outra aventura? Essa vai ser uma viagem pelo tempo... Você já se imaginou em uma máquina do tempo? Conhecendo objetos, paisagens, tecnologias diferentes do seu tempo? Você já pensou como as pessoas se localizavam, viajavam, e se vestiam? Hoje, nós, vamos acompanhar o Rei Artur em uma aventura pelo tempo que voa. Os desafios são enormes, como Rei Artur veio do tempo medieval e se encontra na atualidade ele vai ter que aprender um pouco sobre as novas tecnologias para poder viver neste mundo moderno. Vamos ajudá-lo a passar por cada um dele! Vamos viver tudo o que há pra viver!

Figura 02: Proposição do *quiz* A viagem do Rei Artur. Fonte: autoria própria.

O enredo do jogo estava alicerçado na trajetória do personagem histórico que acaba vindo do medievo para a atualidade e passa por vários obstáculos para conseguir voltar para casa, pois em 2020 é tudo muito diferente de sua época. Temáticas interdisciplinares como divisão entre as áreas do saber, conhecimento científico e modernidade; vestimentas femininas,

comunicação, transportes, cidades e localizações de diferentes temporalidades são colocadas em pauta. Portanto, neste quiz o aluno foi apresentado a diversas tecnologias e culturas de momentos históricos distintos. Com dez questões, imagens, pistas (dadas hipoteticamente pelo Mago Merlin), e assertivas, os alunos poderiam se conectar à máquina do tempo, experimentar diferentes épocas, e, assim, a encontrar a resposta certa.

Em ambos os *quizzes*, nós nos voltamos para as dimensões atitudinal e, principalmente, política e ética da interdisciplinaridade. Não colocamos em nosso horizonte qualquer pretensão de unificar o conhecimento, e, sim, buscamos nos abrir à diferença das áreas de saber e propor um diálogo. Por exemplo, em diferentes momentos históricos analisar as transformações tecnológicas. “Mesmo que para alguns isso pareça pouco, será sempre uma tarefa difícil. Práticas pedagógicas de aproximação, convivência, aceitação, compreensão e acolhimento culturais nunca serão fáceis.” (VEIGA-NETO, 2010, p. 13). O resultado, portanto, foi a promoção da conversação interdisciplinar como prática intercultural através da gamificação, por meio de algo simples, dinâmico e interativo. Isso contribui para que os alunos, e nós professores, possamos conviver com o pluralismo, não apenas disciplinar, mas, principalmente, com a diversidade de ideias, conhecimentos, leituras de mundo etc.

No início das atividades remotas em decorrência da pandemia do COVID-19, em planejamento foi acertado que haveria duas modalidades: a *online*, para os alunos que possuíssem aparato tecnológico e a impressa, disponibilizada e entregue em suas casas pela escola, para àqueles que não tivessem acesso às tecnologias. No presente estudo, dentre os 159 alunos matriculados, 98 estudantes apresentaram condições de participar da gamificação na modalidade *online*, o que implica dizer que cerca de 61,6% do total de alunos dispuseram das ferramentas tecnológicas que permitiam o engajamento dos mesmos nas atividades propostas. No entanto, a quantidade de alunos que demonstraram interesse pelas atividades de gamificação foi ainda superior, conforme apresentado na Tabela 01.

	Proposta	Quantidade de alunos inseridos na categoria de atividades online	Quantidade de alunos que participaram da atividade de gamificação
Quiz 1	<i>Homo Socialis</i> – uma reflexão sobre o nosso lugar na sociedade, como agir em concordância com o bem-estar, a igualdade, equidade e justiça	98	116
Quiz 2	A viagem do Rei Arthur – observar as transformações tecnológicas, em diferentes temporalidades, ocorridas na sociedade	98	125

Tabela 01: Engajamento dos alunos nas atividades propostas. Fonte: autoria própria

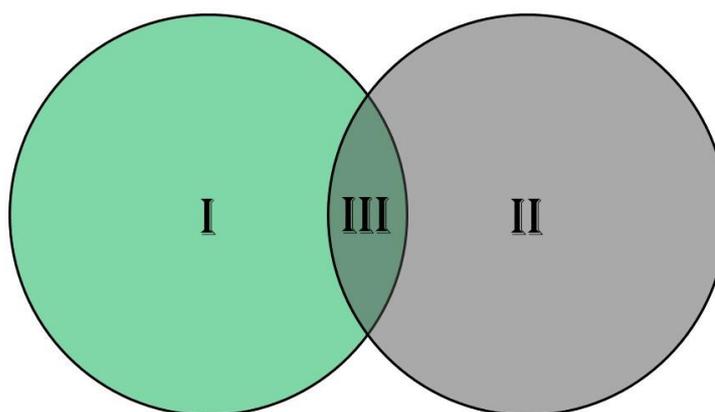
A partir da Tabela 01, é possível perceber também que, em razão do engajamento experienciado durante o *quiz* 1, bem como da maior familiarização do público alvo com as novas ferramentas metodológicas, houve participação ainda maior no segundo *quiz* proposto – com um aumento de cerca de 7,8% na quantidade de alunos que acolheram a metodologia. Conseqüentemente, foi possível comprovar quantitativamente a anuência dos discentes com a gamificação, principalmente por ser de fácil acesso e uso, e por envolver o universo dos *games* tão bem quisto pela “geração do ‘Free Fire’”. E corrobora que se vive atualmente na “Sociedade em Rede”, uma sociedade que dá ênfase à cultura da aprendizagem e à tecnologia, convergindo para a construção de um novo modelo de ensino (BEHAR, 2009).

Além disso, o aumento da quantidade de alunos que acolheram a metodologia deve ser problematizado por dois vieses. O primeiro é constatar que nem todos os alunos que se inserem nos 98 da categoria atividade *online* a fazem. Infelizmente, ainda que o engajamento seja crescente nas primeiras atividades propostas – abordadas no presente estudo –, com o decorrer do ano letivo a tendência é que o mesmo atinja um pico e, a partir de então, a evasão aumente, paulatinamente. Tal fato indica que por mais que possamos nos reinventar e construir novas metodologias, ou dialogar com a nova conjuntura educacional imposta pela pandemia, o ensino remoto não substitui a aula presencial. Muitos discentes conseguiram se habituar às novas demandas, criar uma rotina e acompanhar as atividades e aulas, entretanto outros não conseguiram se adaptar. E eles precisam ser mencionados neste estudo.

O contato físico e o acompanhamento presencial, para eles, fazem muita diferença, por isto a dificuldade na adaptação ao ensino remoto. Destarte, nossa proposta é estabelecer uma metodologia que nos auxilie durante esse contexto de pandemia, mas que possa, a posteriori, ser levada para sala de aula, haja vista reconhecermos que nada substitui uma aula presencial ou um professor. Na verdade, trata-se de uma educação que incorpore as mídias e o mundo digital, cujos objetivos dizem respeito à formação do usuário ativo, crítico e criativo de todas as tecnologias de informação e comunicação (BELLONI, 2002), e não que substitua o professor ou a aula presencial por estes recursos. Sugerimos um ensino que mantenha o diálogo entre as diferentes esferas, e que se edifique em meio à diversidade de possibilidades; que desnaturalize, se reinvente e ensine a viver.

O segundo viés a ser analisado, consiste em pontuar que o aumento da participação na gamificação se deve ao fato de que muitos alunos inseridos na categoria de atividade impressa também responderam o *quiz*. A principal distinção existente entre os alunos inseridos na atividade *online* e impressa é o acesso ao suporte tecnológico necessário. Conquanto, isso não significa que os alunos não possuem celulares e internet. Por exemplo, alguns discentes, por

mais que realizem atividades impressas, possuem internet por dados móveis; no caso muito mais lenta, e por isso não podem assistir aos vídeos do *Youtube*, ter acesso ao *Google Meet* ou *Classroom*, ou baixar PDFs. No entanto, eles conseguiram acessar ao *quiz*, pois a plataforma é simples e não demanda uma Internet com mais velocidade. Neste sentido, o presente estudo evidenciou a formação de um terceiro grupo de estudantes, conforme demonstrado por um Diagrama de Venn na Figura 03. Conseqüentemente, conclui-se que esta ferramenta metodológica se apresentou ainda mais eficaz do que outras, a partir do momento que não requer aparatos tecnológicos mais avançados.



- I – Alunos inseridos na categoria de atividades online;
- II – Alunos inseridos na categoria de atividades impressas;
- III – Alunos inseridos na categoria de atividades impressas que se interessaram pela gamificação.

Figura 03: Diagrama de Venn dos grupos de discentes. Fonte: autoria própria

Ademais, Moran (2003) acredita que a educação *online* permite diferentes desenhos de cursos, desde propostas totalmente virtuais, até perspectivas presenciais, potencializando as dinâmicas da sala de aula convencional. Portanto, comparativamente às atividades desenvolvidas em ambiente físico, percebe-se que a combinação entre atividades de gamificação e impressas culminaram em uma maior participação dos estudantes na resolução de questões. Tal participação, inclusive, se apresenta maior do que a visualizada, por exemplo, no ano de 2019, ano em que as atividades foram desempenhadas integralmente em sala de aula, na modalidade impressa. Portanto, ainda que tenha havido a necessidade de desenvolvimento de tarefas na modalidade à distância, devido às restrições impostas pelas autoridades sanitárias em razão da pandemia do COVID-19, a inserção de *games* no processo de ensino-aprendizagem permitiu assegurar o envolvimento de alunos no período em questão.

Por último, em consonância com a ideia de um ensino para viver e que deforme, os *quizzes* possuíam perguntas que estimulavam a desnaturalização, desmistificação, e,

principalmente, a problemática de refletir sobre nossa função em uma sociedade e a importância do conhecimento na atual conjuntura que vivemos. Acreditamos, que cabe à educação “a nobre tarefa de despertar em todos, segundo as tradições e convicções de cada um, respeitando inteiramente o pluralismo, esta elevação do pensamento e do espírito para o universal e para uma espécie de superação de si mesmo.” (UNESCO, 1998, p. 121). O nosso jogo considerou um ensino que proporcione a curiosidade, o gosto e o prazer de aprender.

Conforme pode ser observado na Figura 04, do primeiro *quiz* – com pergunta relacionada aos crimes ambientais e a importância da conservação do meio ambiente – a ferramenta utilizada permite ao docente, além de quantificar a participação do alunado, avaliar o aprendizado – de forma automatizada – dos alunos envolvidos na atividade proposta e rever estratégias no processo de ensino-aprendizagem.

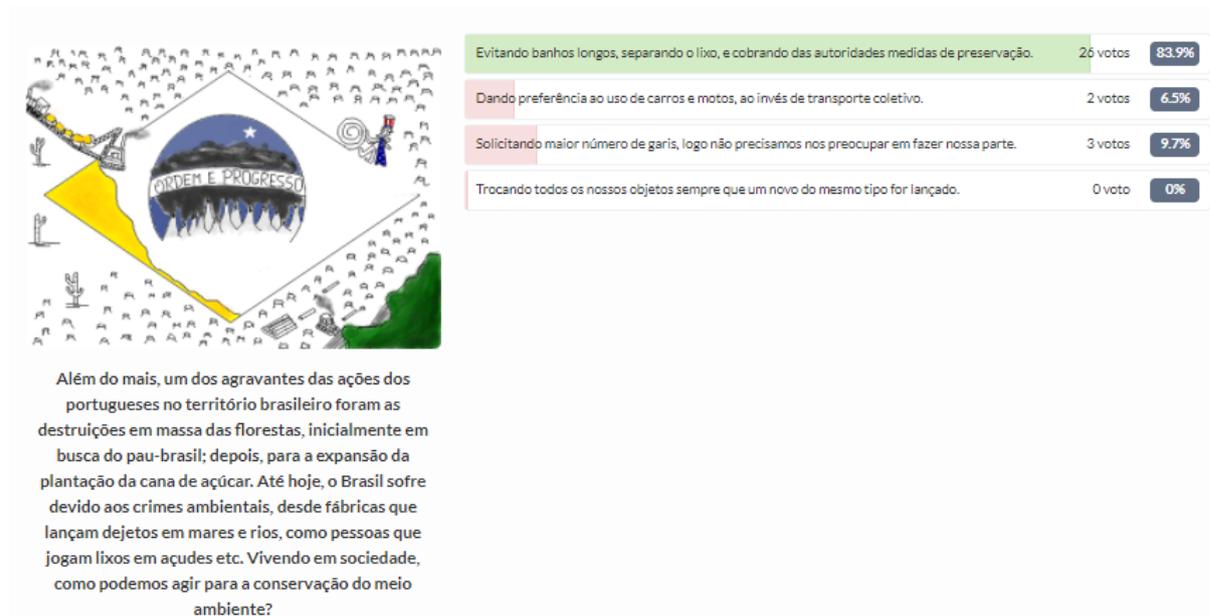


Figura 04: Exemplo de questão do *quiz* 1. Fonte: autoria própria.

Em aulas anteriores o desmatamento já havia sido debatido em correlação a Conquista do Brasil; no jogo, por sua vez, indagamos em como poderíamos agir, na atualidade, de forma mais consciente nesta preservação. Como podemos verificar, nessa pergunta, o resultado do *quiz* foi positivo, uma vez que 83,2% dos 116 alunos que participaram, acertaram. Podemos problematizar esse número por duas perspectivas. A primeira que a plataforma do *quiz* é extremamente útil porque, para além da possibilidade de produzir um jogo, permite o acesso aos resultados das respostas. O nome do aluno e a resposta para cada pergunta são disponibilizados individualmente, e ainda há como verificar a porcentagem final de acertos e erros de cada questão.

A outra perspectiva é que a porcentagem de acertos foi superior aos erros. Caso o aluno errasse algo, ele poderia enviar a pergunta para o professor e apontar as dúvidas que surgiram. Após essa conversa, ele poderia refazer o jogo. Essa metodologia possibilitou a conversação, ainda que à distância, entre docente e discente, além da construção do saber de forma mais interativa. Isso mostra que é possível um diálogo entre ensino e tecnologias digitais, que os alunos conseguem aprender através de *quizzes*, e desenvolvem a habilidade de refletir sobre questões sociais e políticas que envolvem a sociedade; logo que através da gamificação podemos alcançar um ensino para viver.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma educação regenerada não poderia por si só mudar a sociedade. Mas poderia formar adultos mais capazes de enfrentar seus destinos, mais aptos a expandir o seu viver, mais aptos para o conhecimento pertinente, mais aptos a compreender as complexidades humanas, histórias, sociais, planetárias, mais aptos a reconhecer os erros e ilusões no conhecimento, na decisão e na ação, mais aptos a se compreenderem uns aos outros, mais aptos a enfrentar as incertezas, mais aptos para a aventura da vida. (MORIN, 2015, p. 68)

Portanto, um ensino para viver e que deforme permite que os alunos possam enfrentar as incertezas e as multiplicidades que compõem a vida. É um ensino que propõe transcender os conteúdos, a rigidez e fixidez da sala de aula, ultrapassar os limites impostos pelo currículo e, assim, dialogar com as inúmeras possibilidades que nos surgem no processo de ensino-aprendizagem. Apesar do contexto de pandemia oriundo do vírus COVID-19 e das novas perspectivas educacionais dentro desta conjuntura, muitos docentes insistiram em permanecer com modelos de educação falidos em aulas presenciais, imagina como seria com o ensino online a e à distância? Era necessário se reinventar, como sempre é.

Por isto, este artigo objetivou apresentar propostas que oportunizassem um ensino para viver através da gamificação, mais especificamente do *quiz*. Com esta metodologia ativa educacional buscamos o desenvolvimento da capacidade que “habilitará o estudante a relacionar as informações e instrumentalizá-las na sua leitura de mundo e essa, deverá ser, menos preconceituosa, mais plural e ética, conforme os temas propostos na transversalidade.” (NETO, 2005, p. 63). Nesse sentido de uma leitura de mundo mais plural, nos comprometemos com um ensino que extrapolasse as fronteiras existentes entre as disciplinas, e construímos um diálogo entre os diferentes saberes. Alicerçados na curiosidade, reflexão, desnaturalização, em meio a uma conjuntura atípica, colocamos a educação como princípio e nos reinventamos, e fizemos da pesquisa uma ciência.

Deveras, o universo educacional é um campo vasto para pesquisas e estudos. Como se

política, não há modelos certos, receitas, de como fazer a educação. A nossa proposta pode não ser tão efetiva em outra realidade escolar. Contudo, tendo por base a importância da educação e seu potencial transformador, que fique a principal conclusão: enquanto professores não podemos nos conformar, temos que dar aos nossos alunos e suas experiências o protagonismo no ensino, temos que acolher todas as diferenças, ao invés de rechaça-las, e, assim, quiçá tornar o mundo mais humano e compreensivo.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE JR, D. M. Por um ensino que deforme: o docente na pós-modernidade. In: Áurea da Paz Pinheiro e Sandra C. A. Pelegrini. (Org.). *Tempo, Memória e Patrimônio Cultural*. 1ed. Teresina: EDUFPI, 2010, v. 1, p. 55-72.

ALVES, T. A. S.; SOUSA, R. P. Formação para a docência na educação online. In. SOUSA, R. P., et al (orgs). *Teorias e práticas em tecnologias educacionais*. Campina Grande: EDUEPB, 2016.

BEHAR, P. A. (org.) *Modelos pedagógicos em educação à distância*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

BELLONI, M. L. (org.) *A formação na sociedade do espetáculo*. São Paulo: Loyola, 2002.

BENCINI, R. Da informação ao conhecimento. *Revista Nova Escola*, junho/julho, 2002.

BRITO, G. S.; PURIFICAÇÃO, I. *Educação e novas tecnologias um repensar*. 2º edição. Curitiba: IBPEX, 2008.

DIAS, R.; GUIMARÃES, A. M. Ambientes de aprendizagem: reengenharia da sala de aula. In. *Novas tecnologias, novos textos, novas formas de pensar*. 3º edição. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

FIorentini, L. M. R. Aprender e ensinar com tecnologias, a distância e/ou em ambiente virtual de aprendizagem. In. SOUZA, A. M. et. Al. (org.). *Educação superior a distância: Comunidade de Trabalho e Aprendizagem em Rede (CTAR)*. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Educação, 2009.

GALLO, Silvio. Deleuze & a Educação. 2º Ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2008. 104 p.

HARDT, Michael; NEGRI, Antônio. *Império*. Rio de Janeiro: Record, 2003.

LÉVY, Pierre. Preparando os alunos para a curadoria colaborativa de dados. In. *Educação 360: Encontro Internacional*. Rio de Janeiro – RJ: Extra e O Globo, setembro de 2014.

MEIRINHOS, M. OSÓRIO A. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. IN. *EDUSER: revista de educação*, v. 2, Bragança – Portugal, 2010.

MORAN, J. M. Contribuições para uma pedagogia da educação online. In. SILVA, M. (org.) *Educação online: teorias, legislação, formação corporativa*. São Paulo: Loyola, 2003.

MORIN, Edgar. *Ensinar a viver: manifesto para mudar a educação*. Tradução de Edgard de Assis Carvalho e Mariza Perassi Bosco. Porto Alegre: Sulina, 2015.

_____. Educar para um mundo complexo. In. *Educação 360: Encontro Internacional*. Rio de Janeiro – RJ: Extra e O Globo, setembro de 2014.

NETO, José Alves de Freitas. A transversalidade e a renovação no Ensino de História. In. KARNAL, Leandro. (org.). *História da sala de aula: conceitos, práticas e propostas*. 3. Ed. São Paulo: Contexto, 2005.

VEIGA-NETO, Alfredo. Currículo e cotidianos escolares: novos desafios. In. GARCIA, Regina Leite. (Org.). *Diálogos Cotidianos*. 1. Ed. Rio de Janeiro: DP et ali, 2010, p. 83-96;

VEIGA-NETO, Alfredo. Tensões disciplinares e Ensino Médio. UFRGS ANAIS DO I SEMINÁRIO NACIONAL: CURRÍCULO EM MOVIMENTO – Perspectivas Atuais. 2005

YIN, R. *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2005.

RODRIGUEZ, G. G., FLORES, J. G., & JIMENEZ, E. G. *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga: Ediciones Aljibe, 1999.

SCHLEMMER, E. O papel dos games na educação. In. *Educação 360: Encontro Internacional*. Rio de Janeiro – RJ: Extra e O Globo, setembro de 2014.

UNESCO. *Educação: um tesouro a descobrir: relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI*. Tradução de José Carlos Eufrásio. Brasília: Cortez Editora, 1998.

LESSARD-HÉBERT M., BOUTIN, G., GOYETTE G. *Investigação Qualitativa*. Instituto Piaget, 2005.

STAKE, R. E. *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata, 1999.

YACUZZI, E. *El estudio de caso como metodologia de investigación: teoría, mecanismos causales, validación*, 2005. Acessado em 15 de novembro de 2020.

Disponível em: <https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/296.pdf>

O SISTEMA SOLAR COM USO DO JOGO CAÇA PALAVRAS

Morgana Lígia de Farias Freire¹
Maria das Graças Maia Silva²
Magnum Freire Vieira³
Paula Almeida de Castro⁴

RESUMO

No ensino de ciências do ensino fundamental existem muitas possibilidades de se trabalhar os conceitos, evitando o ensino meramente expositivo; mas, levando em consideração outras propostas metodológicas, como o uso de jogos. O jogo tem como característica diversão e liberdade com regras que devem ser seguidas. Para evitar que o estudante deixe de ser um simples receptor de conteúdos e, passe a interagir e apropriar-se do próprio processo de construção do conhecimento é que propomos o uso do jogo Caça Palavras. Sendo assim, assim apresentamos uma proposta de atividade com o uso do jogo Caça Palavras envolvendo o conteúdo Sistema Solar tendo como público-alvo crianças ou adolescentes do ensino fundamental. Ao utilizar do jogo Caça Palavras o professor poderá perceber que pode estimular a criatividade, pois, trata-se de um jogo que estimula o raciocínio e a atenção.

Palavras-chave: Sistema Solar, Jogos, Caça Palavras, Ensino de Ciências.

INTRODUÇÃO

Neste Capítulo estudamos o Sistema Solar e seus principais elementos que orbitam o Sol. Os principais elementos dizem respeito aos planetas, com suas características mais relevantes. Também discutiremos, de forma superficial, os seus corpos menores, ou seja, satélites, asteroides e cometas.

Até o ano de 2006, os estudantes aprendiam na escola que o Sistema Solar era composto por nove planetas. Pelo menos era isso que os professores ensinavam desde a década de 1940. Plutão, por exemplo, deixou de ser considerado um planeta na década passada.

Segundo Drigo Filho e Chanut (s/d), a observação astronômica preliminar está ao alcance de todos, bastando olhar o céu. Pois, o movimento do Sol, da Lua entre

¹ Professora do DF da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, morganalff@gmail.com

² Graduada em Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, mgracinhasilva882@gmail.com

³ Graduando em Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB magnumfreirevieira@gmail.com

⁴ Professora do DE da Univesidade Estadual da Paraíba - UEPB, emailsdapaula@gmail.com (Autor)

outros pode ser observado a olho nu. Ainda, segundo os autores esse tipo de curiosidade tem sido cada vez mais raro, principalmente entre os jovens. Assim, se faz necessário um incentivo inicial para despertar ou reforçar o interesse no assunto, além de fornecer informações básicas sobre o tema em questão.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN - de ciências (BRASIL, 1997), existem inúmeras as possibilidades de trabalho com os conteúdos de ciências naturais no primeiro ciclo do Ensino Fundamental. Por isso:

É viável a elaboração de explicações objetivas e próximas da ciência. Também é possível o contato com uma variedade de aspectos do mundo, os quais o professor pode explorar e explicar, possibilitando que os alunos conheçam e se expressem. Os primeiros anos do ensino fundamental são uma etapa crucial para o início da aprendizagem de conceitos científicos, além de procedimentos e valores importantes (DI ROMA e CAMARGO, 2015, p. 143).

Como no ensino de ciências do ensino fundamental existem muitas possibilidades de se trabalhar os conceitos, evitando o ensino meramente expositivo, mas, levando em consideração outras propostas metodológicas, como jogos, procurando com que o estudante (criança ou adolescente) deixe de ser um simples receptor de conteúdos e, passe a interagir e apropria-se do próprio processo de construção do conhecimento é que propomos o uso do jogo Caça Palavras.

O Caça Palavras é um jogo simples e tem a leveza na sua essência. O objetivo do jogador é encontrar palavras em meio a um emaranhado de letras Além disso, ele pode servir de uma interação binômica entre estudante-conteúdo desde que as palavras escondidas estejam relacionadas com a temática.

Sendo assim, apresentamos uma proposta de atividade com o uso do jogo Caça Palavras envolvendo o conteúdo Sistema Solar tendo como público-alvo crianças ou adolescentes do ensino fundamental.

O SISTEMA SOLAR

O Sistema Solar é o conjunto de planetas, planetas anões, asteroides e demais corpos celestes que orbitam ao redor do Sol, uma estrela de pequeno porte que orbita em um dos braços da galáxia da Via Láctea (RODRIGUES, 2003; THAKOOR, 2010).

Por que estudar o Sistema Solar? Temos que os astros do Sistema Solar, em particular o Sol, estão muito presentes no nosso dia a dia. Por exemplo, a maneira como medimos o tempo, a nossa percepção visual e a nossa própria existência estão diretamente ligadas às condições existentes no Sistema Solar. A nossa visão está

adaptada ao tipo de radiação eletromagnética, denominada luz visível, que é capaz de penetrar a nossa atmosfera (RODRIGUES, 2003).

Existem bilhões de galáxias no universo e para cada galáxia bilhões de estrelas. Assim, nosso sistema, o Sistema Solar é apenas uma parte muito pequena do Universo. E, pode-se dizer também uma parte muito pequena da nossa própria galáxia, a Via Láctea (THAKOOR, 2010).

O Sistema Solar começou a se formar em cerca de 4,6 bilhões de anos atrás, e é composto por oito planetas conhecidos, incluindo a Terra, em que vivemos e uma estrela chamada Sol, uma das bilhões de estrelas na Via Láctea que nasceu há cerca de 5 bilhões de anos atrás. Nosso Sistema Solar também consiste em um cinturão de asteroides, meteoritos, cometas e luas (THAKOOR, 2010).

Todos os planetas viajam em torno do Sol e alguns planetas têm luas girando em torno deles. Os caminhos dos planetas e luas são chamados de órbitas, enquanto que o caminho do Sol no céu é chamado eclíptica. Todos os planetas giram em torno do Sol em suas próprias órbitas, da mesma forma que as luas têm suas órbitas ao movimentar em torno dos planetas. Assim, os planetas orbitam em torno do Sol com suas luas. O Sol, também, gira sobre seu eixo e todo o Sistema Solar está se movendo através da Via Láctea. Eles nunca deixam suas órbitas, todos eles são controlados por sua força gravitacional (THAKOOR, 2010).

O Sistema Solar, atualmente, possui oito planetas, seis planetas denominados de anões e centenas de luas cometas, asteroides e outros tipos de corpos celestes (Figura 1). Os oito planetas que compõem o Sistema Solar são, em ordem de proximidade com o Sol, são: (1) Mercúrio, (2) Vênus, (3) Terra, (4) Marte, (5) Júpiter, (6) Saturno, (7) Urano e (8) Netuno. Os quatro primeiros possuem uma proporção menor de gases em suas composições físicas, sendo formados basicamente por rochas e, por isso, são chamados de planetas rochosos. Os quatro últimos, em função da distância do sol, apresentam uma quantidade maior de gases em suas composições estruturais, sendo por isso, chamados de planetas gasosos ou até mesmo de gigantes gasosos (Figura 2), graças ao diâmetro elevado que possuem em relação aos demais⁵.

Segundo Gregorio-Hetem e Jatenco-Pereira (2010) em 24 de agosto de 2006 durante a XXVI Assembleia Geral da União Astronômica Internacional UAI (União Astronômica Internacional), Plutão foi “rebaixado”, a nova categoria, denomina “planeta anão”. Tal categoria foi devido às descobertas de vários outros corpos

⁵ Retirado do site <http://brasilecola.uol.com.br/geografia/sistema-solar.htm>

orbitando em torno do Sol, tão distante como Plutão. Em particular, tinha-se Éris, que parecia ser maior do que Plutão – o antigo nono planeta do sistema solar.

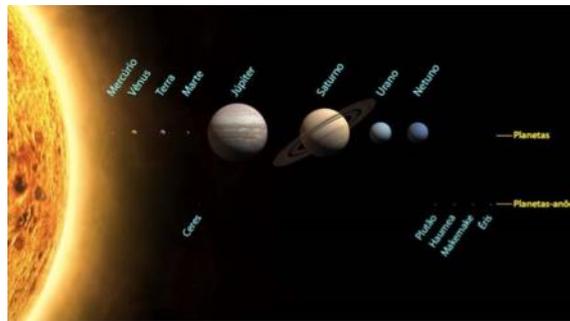


Figura 1: Representação do Sistema Solar em escala dos tamanhos relativos dos planetas, planetas anões e o Sol.

Fonte União Astronômica Internacional, NASA, APOD 28 de Agosto de 2006 Prof. Gastão B. Lima Neto (IAG/USP)⁶.

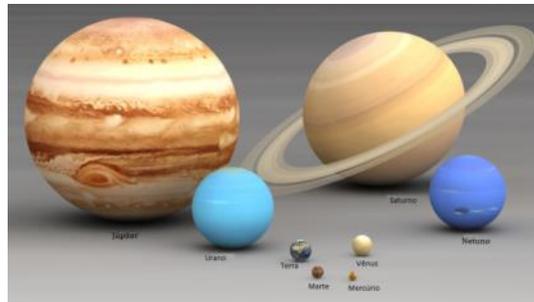


Figura 2: Os planetas do Sistema Solar em escala, ou seja, em tamanho proporcional.

Fonte: http://www.lesud.com/lesud-astronomy_pageid81.html

Durante a XXVI Assembleia Geral da União Astronômica Internacional foi aprovada a nova definição de planeta como sendo um corpo celeste que:

(a) orbita o Sol; (b) esteja em equilíbrio hidrostático, ou seja, possui massa suficiente para que a auto gravitação supere a rigidez do material, tomando a forma esférica; e (c) não possua corpos de massa semelhante nas proximidades de sua órbita. Com esta resolução o Sistema Solar oficialmente fica constituído por oito planetas Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Uma nova classe de objetos chamados Planetas Anões foi criada, sendo Ceres, Plutão e Éris os primeiros membros desta nova categoria. Um planeta anão satisfaz os itens (a) e (b) acima mas não o (c). Uma nova classe de objetos também foi reconhecida, os objetos Trans-Netunianos, sendo Plutão o protótipo dessa nova classe (GREGORIO-HETEM e JATENCO-PEREIRA, 2010, p. 29).

Dessa forma é válido lembrar que Plutão já foi considerado um planeta, mas perdeu esse status no ano de 2006 por não possuir um movimento de translação totalmente autônomo. Éris, por exemplo, quando foi descoberto, recebeu inicialmente o nome 2003 UB313 e chegou a ser considerado como um novo planeta do Sistema Solar.

⁶ Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/newcap03.pdf>

No entanto, tempos depois, percebeu-se que se tratava de um planeta anão semelhante a Plutão ⁷.

Até 2006, existiam nove planetas, os astrônomos internacionais, depois de várias discussões, acabaram por votar que Plutão deveria ser reclassificado como um "planeta anão". Foi durante décadas após a sua descoberta, em 1930, que Plutão foi pensado para ser mais ou menos do tamanho da Terra. Desde o final dos anos 1970, quando sua lua, Caronte foi descoberta, percebeu-se que Plutão tem apenas 1/500 a massa da Terra.

Quanto aos planetas anões atualmente conhecidos, temos: Ceres, Plutão, Haumea, Makemake, Éris e o 2012 VP113. No entanto, deve ser relatada a possibilidade da existência de outros planetas anões além desses; pois o último planeta anão citado foi descoberto no ano de 2014, sendo considerado o corpo celeste mais distante do Sol no Sistema Solar.

Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, também chamados planetas externos, têm baixa densidade e são classificados “como planetas jovianos, pois seu protótipo é o planeta Júpiter. Seus principais constituintes são substâncias livres: hidrogênio e hélio gasoso, gelo de água, metano, dióxido de carbono e amônia” (ENCICLOPÉDIA BRITÂNICA, 2011; GREGORIO-HETEM e JATENCO-PEREIRA, 2010, p. 31).

Mercúrio, Vênus, Terra e Marte são os planetas com densidade maior, “formando a classe dos planetas telúricos (neste caso, o protótipo é a Terra). São constituídos de rochas (silicatos e óxidos) e metais, como níquel e ferro” (ENCICLOPÉDIA BRITÂNICA, 2011; GREGORIO-HETEM e JATENCO-PEREIRA, 2010, p. 31).

Sol

O Sol é o objeto central do Sistema Solar. Daí, obviamente, vem o nome Sistema Solar. O diâmetro do Sol equivale a 109 diâmetros terrestres. Sua composição é descrita, majoritariamente, por 73% de hidrogênio e 25% de hélio. Os demais elementos químicos, em massa, correspondem a 2% (OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, 2004).

O Sol gira em torno de seu eixo em cerca de 25 dias. Suas características equivalem às de uma “estrela média”. A fotosfera é a camada mais evidente na região visível do espectro. Sua cor é amarelada, o que indica que sua temperatura é de cerca de 5800 K (ou 5.500°C). Se o Sol é observado de um telescópio, apresenta um aspecto

⁷ Retirado do site: <http://brasilecola.uol.com.br/geografia/sistema-solar.htm>

granulado, devido à convecção (Figura 3). Na fotosfera se observa, também, o escurecimento centro-limbo. A cromosfera é uma camada imediatamente superior à fotosfera. A cromosfera é visível durante os eclipses solares como um círculo em torno do disco solar (OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, 2004).

A coroa solar é observado melhor durante os eclipses totais do Sol ela fica obscurecida quando a fotosfera é visível, apesar de ter um brilho equivalente ao da lua cheia. Assim, durante o eclipse, como o disco solar é ocultado pela Lua, é possível observar e estudar a coroa. A cromosfera tem espessura de cerca 1,5 mil de quilômetros. Sua densidade equivale a apenas 10^{-4} da densidade da fotosfera. A temperatura varia entre 3800 e 35.000 Kelvin As protuberâncias são um fenômeno tipicamente cromosférico. Acima da cromosfera situasse a “zona de transição”. Por enquanto acredita que o campo magnético seja o responsável pela aceleração dos elétrons e, portanto, pelo aquecimento da atmosfera solar além da zona de transição. Como exemplos de alguns fenômenos solares, citamos: Manchas solares, Protuberâncias solares e Ciclo Solar.



Figura 3: O Sol. Essa imagem apresenta uma região ativa brilhante na sua atmosfera. Ela foi tirada em luz ultravioleta extrema, com cor falsa adicionada em processamento.

Fonte: Enciclopédia Britânica (2011, p. 1).

O Sistema Solar, atualmente, em termos tem em sua composição possui oito planetas, seis planetas denominados de anões e centenas de luas cometas, asteroides e outros tipos de corpos celestes, abordados de forma sucinta nos itens a seguir.

Planetas

A palavra planeta é de origem grega e significa astro errante. A massa de todos os planetas corresponde a uma pequena fração da massa de todo o Sistema Solar, ou seja, 0,134%. A massa dos planetas é determinada aplicando-se a terceira lei de Kepler, com base no movimento de seus satélites.

No caso de Mercúrio e Vênus, que não possuem satélites, a massa é determinada pela análise de perturbações gravitacionais que esses planetas exercem no movimento de outros planetas, asteroides ou cometas (GREGORIO-HETEM e JATENCO-PEREIRA, 2010, p. 31).

Os planetas jovianos têm com principais constituintes substâncias livres: hidrogênio e hélio gasoso, gelo de água, metano, dióxido de carbono e amônia. Já os planetas têm rochas (silicatos e óxidos) e metais, como níquel e ferro (GREGORIO-HETEM e JATENCO-PEREIRA, 2010, p. 31).

Os planetas, de modo geral, não possuem luz própria. “A maior parte da energia que irradiam corresponde à luz do Sol que é refletida em sua superfície. Assim, como um farol de bicicleta, tipo olho de gato, parece aceso quando alguma luz incide sobre ele” (MILONE et al., 2003, p. 3-20). O excesso de energia, com relação à recebida pelo Sol, que é pequeno pode ser de origem gravitacional ou radioativa. Esse excesso de energia é maior nos planetas jovianos (MILONE et al., 2003).

A seguir apresentaremos algumas características marcantes dos Planetas do Sistema Solar, segundo os autores Milone et al. (2003) e dos Planetas Anões, Asteroides, Cometas, Satélites, e, Meteoros e Meteoritos segundo os autores Milone et al. (2003) e Oliveira Filho e Saraiva (2004).

Mercúrio⁸: É o planeta mais próximo do Sol. Seu nome latino corresponde ao do deus grego Hermes, filho de Zeus. Bastante pequeno, é o menor entre todos os planetas. Sua superfície está coberta por crateras resultantes do impacto de corpos menores. Por isso supõe-se que a atividade vulcânica tenha ocorrido apenas no início, até cerca de 1/4 da sua idade atual. Caso houvesse atividade recente, as lavas cobririam e apagariam as crateras. Das inúmeras crateras existentes, destaca-se a Bacia Caloris, com 1.300 quilômetros de diâmetro, quase 1/3 do diâmetro do planeta (Figura 4).



Figura 4: Planeta Mercúrio: Uma imagem tirada pela sonda Messenger durante seu primeiro sobrevoo em Janeiro 2008.

Fonte: NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington apud Enciclopédia Britânica (2011, p. 22).

Vênus⁹: Vênus é o nome latino da deusa grega do amor, Afrodite. É fácil identifica-lo no céu. Esse planeta é também chamado de Estrela D'Alva ou estrela matutina - mas ele não é uma estrela! É o mais brilhante dos planetas e está sempre próximo ao Sol, depois da Lua é o objeto mais brilhante do céu noturno. Como Mercúrio, pois suas órbitas são internas à da Terra. Enquanto Mercúrio é bastante pequeno (2/5 da Terra), Vênus já possui um tamanho comparável ao da Terra. Esse planeta é bastante parecido com o nosso, em massa e composição química. Apesar dessas similaridades, sua atmosfera é bastante diferente da terrestre (Figura 5). A atmosfera de Vênus é bastante espessa e reflete a maior parte da luz solar incidente. Essa é a razão do seu grande brilho. Sua atmosfera também impede a observação direta da superfície do planeta. Tem uma atmosfera composta basicamente por gás carbônico, CO₂ - quase 97 % - e gás nitrogênio, N₂ - 3 %. Como Mercúrio que está mais próximo do Sol, esperaríamos que fosse

⁸ Trechos sobre as características dos planetas do sistema solar retirados na íntegra dos autores MILONE et al. (2003, p. 3-21).

⁹ Trechos sobre as características dos planetas do sistema solar retirados na íntegra dos autores MILONE et al. (2003, p. 3-22 – 3-26).

mais quente. No entanto, as nuvens de Vênus são formadas por várias substâncias, entre elas o ácido sulfúrico. A pressão atmosférica de Vênus é bastante alta, cerca de 100 vezes maior que a da Terra. Existem também evidências de vulcanismo, que está relacionado ao manto convectivo. Por tudo isso, a superfície de Vênus possui condições bem inóspitas.



Figura 5: Planeta Vênus. Para obtenção da imagem os cientistas usam radar para penetrar as grossas nuvens.

Fonte: NASA/JPL/Caltech (NASA photo # PIA00271) apud Enciclopédia Britânica (2011, p. 26).

Terra¹⁰: Terra é o nome da deusa romana, esposa do Céu. Trata-se do planeta onde vivemos. Foi considerado até o Renascimento como em posição especial privilegiada, em torno da qual o Universo existia. No entanto, com avanço do conhecimento humano a Terra deixou de ocupar um lugar especial e passou a ser apenas mais um dos planetas de uma estrela comum - o Sol. Porém, ainda hoje é considerada particular, pela existência e complexidade da vida em sua superfície. A temperatura na Terra é tal que permite que exista água no estado líquido. Poderia até ser chamado de planeta Água pela sua composição. Pois 3/4 de sua superfície são cobertos pela água. Para uma ideia da quantidade de água dos oceanos, se a superfície do planeta se aplainasse, o planeta seria coberto por um oceano de 400 m de profundidade. A água é um dos fatores essenciais que levou à existência da vida. A atmosfera terrestre é formada basicamente por nitrogênio (78 %), que faz com que o nosso planeta seja azul quando visto de fora. Existem outros gases, como o oxigênio (20 %) e o ozônio, que bloqueiam a radiação ultravioleta do Sol, que é fatal para alguns microrganismos e prejudicial para os seres vivos em geral. O oxigênio da atmosfera terrestre é basicamente produzido pelas plantas, através do fenômeno da fotossíntese. Atualmente, a atmosfera possui uma pequena quantidade de gás carbônico, porém ela já deve ter sido muito maior, mas foi consumida por vários processos. Assim, o efeito estufa é muito menor na Terra do que é em Vênus. A Terra é um planeta bastante ativo geologicamente: possui vulcanismo e movimentos tectônicos importantes resultantes da convecção do manto interno à crosta (Figura 6). O nosso planeta possui um satélite, a conhecida Lua (Figura 7). Sua superfície é coberta por crateras de impacto, principalmente na face oposta à Terra. Observa-se, também, os mares (regiões escuras) e montanhas (regiões claras). Os mares são grandes regiões preenchidas por lava solidificada. Porém, não há indícios de atividade vulcânica atual. Como não possui atmosfera significativa, sua temperatura é basicamente regida pela radiação solar, com grandes diferenças entre o dia e a noite. A Lua é um satélite relativamente particular dentro do sistema solar, pois possui um tamanho comparável ao da Terra. Sua massa é apenas 80 vezes menor que a da Terra



Figura 6: Planeta Terra. Os astronautas a bordo da nave espacial Apollo 17 capturou uma impressionante imagem da Terra como a nave espacial dirigido à lua em 1972.

Fonte: NASA apud Enciclopédia Britânica (2011, p. 34).

¹⁰ Trechos sobre as características dos planetas do sistema solar retirados na íntegra dos autores MILONE et al. (2003, p. 3-24 – 3-26).



Figura 7: Satélite da Terra: a Lua. A imagem é da Lua cheia obtida pela APOLLO 11.
Fonte: National Space Science Data Center apud Milone et al. (2003, p. 3-26).

O movimento da Terra em torno do Sol é uma elipse pouco excêntrica, quase circular. A Terra roda em torno de um eixo imaginário que liga o polo Norte ao polo Sul, e ao fim de 24 horas dá uma volta completa sobre si mesma. Assim, de 24 em 24 horas existe um dia e uma noite (Figura 8). Se imaginarmos que a órbita da Terra está num plano — o plano da órbita da Terra — então o eixo norte-sul está inclinado 23° e 30 minutos em relação a esse plano e aponta sempre na mesma direção. Existe uma região ao longo da órbita da Terra em que o polo Norte não está iluminado pela luz do Sol, enquanto que o polo Sul recebe luz. Assim, é inverno no hemisfério Norte e Verão no hemisfério Sul. Quando o polo Norte fica mais inclinado na direção do Sol começa o Verão no hemisfério Norte: é o solstício de Junho, o dia com mais horas de luz no hemisfério Norte¹¹. A Terra roda em torno do Sol e o seu eixo aponta sempre na mesma direção. São estes fatos que fazem com que haja Verão e Inverno nas regiões acima e abaixo dos trópicos de Câncer e Capricórnio. Na região equatorial, as diferenças entre Verão e Inverno são menos acentuadas (Figura 9).



Figura 8: A rotação da Terra em torno do eixo polo Norte-polo Sul, faz a sucessão dos dias e das noites.
Fonte: <http://pt.slideshare.net/anazevedo1/geografia-1-bimestre-formato-movimentos>

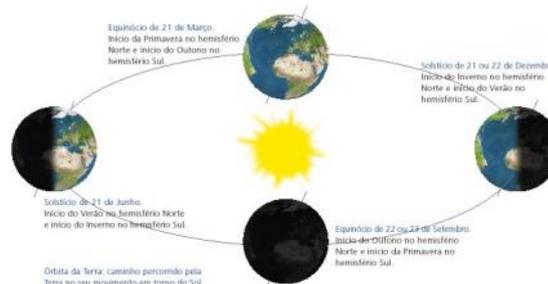


Figura 9: A Terra gira em torno do Sol e o seu eixo aponta sempre na mesma direção: estações do ano.
Fonte: http://www.cienciaviva.pt/equinocio/lat_long/cap2.asp

Marte¹²: Marte tem seu nome referente ao deus latino da guerra, cujo correspondente grego é Ares. Marte é o planeta telúrico mais distante do Sol. Possui uma atmosfera tênue, cujo componente principal é o gás carbônico (95 %). A cor avermelhada de Marte é devida à poeira que cobre parcialmente a sua superfície. Parte desta é recoberta por lava solidificada, formando grandes planícies (Figura 10). Mas existem também crateras de impacto e montanhas. A maior montanha do sistema solar está em Marte. É o monte Olimpo, um vulcão extinto, que possui 25 km da base ao topo. Devem ter ocorrido processos de convecção em algum momento do passado, mas como Marte é um planeta pequeno, esses processos cessaram e atualmente seu calor é dissipado por condução. A temperatura na superfície de Marte oscila entre -90 e 30°C . Marte é o planeta mais parecido com a Terra dentre os demais planetas. Marte possui dois

¹¹ http://www.cienciaviva.pt/equinocio/lat_long/cap2.asp

¹² Trechos sobre as características dos planetas do sistema solar retirados na íntegra dos autores MILONE et al. (2003, p. 3-26–3-27).

satélites, Fobos e Deimos (em grego, significa, respectivamente, Medo e Terror), cujos nomes representam os dois filhos do deus da guerra, Ares, na mitologia grega. São pequenos, da ordem de 10 quilômetros de raio, e possuem forma irregular, como a de uma batata. São provavelmente asteroides, capturados pela gravidade do planeta.



Figura 10: Planeta Marte. Imagem gerada por computador baseada em fotografias tiradas por Mars Global Surveyor em um dia durante o verão do hemisfério norte.

Fonte: NASA/JPL/Malin Space Science Systems apud Enciclopédia Britânica (2011, p. 42).

Júpiter¹³: Júpiter, o seu nome latino correspondendo em grego a Zeus, o maior dos deuses do Olimpo. É o maior planeta do Sistema Solar, sendo seu raio cerca de 11 vezes maior que o da Terra. É o protótipo dos planetas jovianos, os gigantes gasosos (Figura 11). Apesar de possuir, provavelmente, um núcleo formado por materiais pesados, ele é composto basicamente por hidrogênio e hélio na forma gasosa. Dessa forma, Júpiter, como os demais planetas jovianos, não possui uma superfície sólida como os planetas terrestres. Sua atmosfera é também formada por hidrogênio e hélio. Ela é bastante espessa e determina a aparência do planeta. A imagem de Júpiter mostra uma série de bandas coloridas paralelas ao seu equador, que correspondem às nuvens de diferentes movimentos, temperatura e composição química. Uma estrutura bastante interessante é a chamada Grande Mancha Vermelha (Figura 11). Como as bandas, ela também corresponde a um fenômeno meteorológico, por assim dizer. Ela é muito grande (10.000 x 25.000 quilômetros), muito maior que a Terra, por exemplo. É uma estrutura bastante estável, no sentido de que persiste há muito tempo. É conhecido até o momento 28 satélites de Júpiter, mas esse número continua a crescer em virtude de novas descobertas. Entretanto, quatro deles destacam-se por seu tamanho: Io, Europa, Ganímedes e Calisto. São chamados satélites galileanos, pois foram descobertos por Galileu, no início do século XVII. Ganímedes é o maior satélite do Sistema Solar. Io e Europa são similares aos planetas telúricos, formados basicamente por rochas. Io possui vulcões ativos e Europa uma atmosfera de oxigênio, além de um possível oceano de água líquida sob uma crosta de gelo. De todos os satélites do Sistema Solar, apenas cinco (5) possuem atmosferas: Europa, Io, Ganímedes, Titã (Saturno) e Tritão (Netuno). Além dos satélites, Júpiter, também, possui um anel, como os demais planetas jovianos. Esse anel é bastante fino e escuro, diferente do de Saturno, que é bastante brilhante e define a aparência do planeta. Júpiter emite mais energia do que recebe do Sol e este excesso deve ser de origem gravitacional.



Figura 11: Planeta Júpiter. Fotografia baseada em composição de imagens tomadas pela nave espacial Cassini. O pequeno disco preto no canto inferior esquerdo é uma sombra projetada pela Lua Europa de Júpiter.

Fonte: NASA/JPL/University of Arizona apud Enciclopédia Britânica (2011, p. 52).

Saturno¹⁴: O nome do planeta Saturno vem do deus romano que ensinou aos homens a agricultura, e é por alguns associados ao deus grego Cronus. É o segundo maior planeta do

¹³ Trechos sobre as características dos planetas do sistema solar retirados na íntegra dos autores MILONE et al. (2003, p. 3-27-3-29).

¹⁴ Trechos sobre as características dos planetas do sistema solar retirados na íntegra dos autores MILONE et al. (2003, p. 3-29-30).

sistema solar. É similar a Júpiter em vários aspectos, como na estrutura interna e atmosfera. Também possui bandas atmosféricas que, porém, são menos contrastantes entre si que as de Júpiter. Assim como Júpiter, possui uma pequena fonte de calor interna (Figura 12). Saturno possui um belo sistema de anéis que é visível através de uma pequena luneta. Dizemos um sistema, pois o disco em torno de Saturno corresponde pelo menos sete anéis. Os anéis são compostos por partículas de gelo e poeira, cujos tamanhos vão desde um milésimo de milímetro até dezenas de metros. Apesar de sua grande extensão - o raio externo fica a 480.000 quilômetros do centro de Saturno -, os 3-30 anéis são extremamente finos, da ordem de duzentos metros. Para uma ideia dessa proporção, deve-se imaginar um disco do tamanho de um quarteirão com uma espessura de aproximadamente um centésimo de milímetro. Enquanto os anéis de Saturno são conhecidos há bastante tempo, os anéis dos demais planetas jovianos só foram descobertos na década de 1970. Saturno possui ao menos 30 satélites. Um satélite bastante peculiar é Titã. É o segundo maior satélite do Sistema Solar. Possui um núcleo rochoso, recoberto por um manto de gelo de compostos orgânicos. Sua espessa atmosfera é formada principalmente por nitrogênio e contém também moléculas orgânicas complexas, estrutura que se supõe ser similar à atmosfera terrestre primitiva. A temperatura máxima na superfície de Titã é de -100°C .



Figura 12: Planeta Saturno. Saturno e seus anéis espetaculares aparecerem em uma cor natural. Fotografia composta de 126 imagens tiradas pela sonda Cassini.

Fonte: NASA/JPL/Space Science Institute apud Enciclopédia Britânica (2011, p. 60).

Urano¹⁵: Os planetas anteriores já eram conhecidos desde a antiguidade. Urano foi o primeiro dos planetas a ser descoberto na era moderna, em 1781, pelo astrônomo inglês de origem alemã William Herschel. Urano, cujo nome refere-se ao deus grego que personifica o céu, deve possuir um núcleo rochoso similar ao da Terra recoberto por um manto de gelo. Assim, Urano é diferente de Júpiter e Saturno na estrutura interna (Figura 13). Sua atmosfera é composta basicamente por hidrogênio e hélio, mas contém também um pouco de metano. Possui também bandas atmosféricas, como os demais planetas jovianos. Urano possui uma anomalia no que tange ao seu eixo de rotação, que está muito próximo do plano orbital, isto é, o seu eixo é praticamente perpendicular ao dos demais planetas. Supõe-se que isso se deva ao efeito de um grande impacto. Como ele possui um sistema de anéis como, estes são observados de frente e não lateralmente como os de Saturno, por exemplo. O planeta Urano possui 21 satélites conhecidos, todos compostos principalmente por gelo. Dentre suas maiores luas, a mais próxima de Urano é Miranda. Ela possui um relevo bastante particular, formado por vales e despenhadeiros.



Figura 13: Planeta Urano. Em cores visíveis a olho nu, Urano aparece como esfera azul-esverdeada. A fotografia produzida a partir de imagens tomadas pela espaçonave Voyager 2, apresenta o planeta visto do hemisfério sul.

Fonte: Jet Propulsion Laboratory/National Aeronautics and Space Administration apud Enciclopédia Britânica (2011, p. 72).

¹⁵ Trechos sobre as características dos planetas do sistema solar retirados na íntegra dos autores MILONE et al. (2003, p. 3-30 – 3-31).

Netuno¹⁶: Netuno é o nome latino de *Possêidon*, o deus grego dos mares. Logo após a descoberta de Urano, foi notado que os cálculos matemáticos não reproduziam com exatidão a sua órbita. Foi, então, sugerido que existiria outro planeta, cuja influência gravitacional era a responsável pelos desvios de sua órbita. Em 1845, o jovem matemático inglês John C. Adams (1819-1892) e pouco depois o astrônomo francês Urbain Le Verrier (1811-1877) previram a existência de Netuno, que foi, então, observado pelo astrônomo alemão Johann G. Galle (1812-1910) e H. L. d' Arrest em 1846. O fato de que Netuno não foi descoberto, mas sim previsto, é considerada uma grande vitória da ciência. Netuno possui uma estrutura interna muito similar a Urano, sendo formado por rochas e gelo (Figura 14). Apresenta uma atmosfera espessa com bandas atmosféricas. Possui oito satélites e um sistema de anéis. Dentre seus satélites, destaca-se Tritão. É um satélite ativo possuindo os chamados vulcões de gelo. Dentre todos os corpos do Sistema Solar, a atividade vulcânica só esta presente na Terra, Vênus, Io e Tritão.

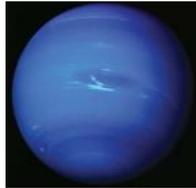


Figura 14: Planeta Netuno. Nuvens aparecem em atmosfera dinâmica de Netuno em uma imagem capturada pela Voyager 2 no ano 1989. No centro está a grande mancha escura, um sistema de roda tempestade do tamanho da Terra, e seus associados nuvens de metano-gelo. O sistema de tempestade gigante desapareceu no ano 1991.

Fonte: NASA/JPL apud Enciclopédia Britânica (2011, p. 68).

Outros Corpos Menores do Sistema Solar

Planetas Anões: Os seis planetas anões atualmente conhecidos são Ceres, Plutão, Haumea, Makemake, Éris e o 2012 VP113 (Figura 15). É provável, no entanto, que existam outros além desses, haja vista que o último planeta anão citado foi descoberto no ano de 2014, sendo considerado o corpo celeste mais distante do Sol no Sistema Solar. É válido lembrar que Plutão já foi considerado um planeta, mas perdeu esse status no ano de 2006 por não possuir um movimento de translação totalmente autônomo. Éris, por exemplo, quando foi descoberto, recebeu inicialmente o nome 2003 UB313 e chegou a ser considerado como um novo planeta do Sistema Solar. No entanto, tempos depois, percebeu-se que se tratava de um planeta anão semelhante a Plutão.



Figura 15: Novo Sistema Solar acordado na Assembleia Geral da IAU. Os planetas e os planetas anões Ceres, Plutão e Éris.

Fonte: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/5344892.stm>.

Asteroides: O significado da palavra asteroide esta relacionado a “objeto com aparência estelar”. Por se encontrarem relativamente próximos, os asteroides apresentam movimento próprio. Quando tomamos uma fotografia de longa exposição o asteroide deixa traços sobre o fundo de estrelas fixas. Em tempos passados, os asteroides recebiam nomes mitológicos. Por

¹⁶ Trechos sobre as características dos planetas do sistema solar retirados na íntegra dos autores MILONE et al. (2003, p. 3-31 – 3-32).

exemplo, Ceres (hoje em dia classificado com planeta anão) foi considerado o primeiro asteroide grande descoberto em 1 de janeiro de 1801 por Giuseppe Piazzi, em Palermo, na Itália. Hoje em dia os asteroides são designados pelo ano de descoberta seguido de duas letras. Apesar do nome de origem grega que significa “similar a estrelas”, os asteroides são mais parecidos aos planetas, apesar de muito menores. Concentram-se, em sua maioria, em um anel entre as órbitas de Marte e Júpiter. Imagine o que aconteceria se um planeta fosse quebrado em milhares de pedacinhos e esses pedacinhos fossem espalhados ao longo de sua órbita. Um cinturão de asteroides é aproximadamente isso. Porém, os asteroides não devem ser o resultado de um processo destrutivo, mas, sim, um planeta que não deu certo. A descoberta de asteroides data de 1801, quando o astrônomo Giuseppe Piazzi descobriu Ceres. Ceres é o maior asteroide, de longe, com um diâmetro de cerca de 940 quilômetros.

Cometas: Os cometas constituem outro conjunto de pequenos corpos orbitando o Sistema Solar. Suas órbitas são elipses muito alongadas. Eles são pequenos para serem vistos pelo telescópio, a não ser quando se aproxima do Sol. Nessas ocasiões eles desenvolvem caudas brilhantes que algumas vezes podem ser vistas a olho nu (OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, 2004). A parte sólida de um cometa, o núcleo, constitui-se de gelo com impurezas, tem forma irregular e mede vários quilômetros. Seu principal componente é a água, formando hidratos de várias substâncias: metano, amônia, dióxido de carbono etc. Como os cometas são feitos de uma mistura de gelo e poeira, como uma bola de gelo sujo, segundo proposto em 1950 por Fred Lawrence Whipple. À medida que se aproxima do Sol, parte do gelo sublima, formando uma grande nuvem de gás e poeira ao redor do cometa, chamada coma. A parte sólida e gelada no interior é o núcleo. O vento solar originário do Sol sopra o gás e a poeira da coma formando a cauda. Essa cauda sempre aponta na direção oposta a do Sol e pode estender até 1 UA de comprimento.

Satélites: O número de satélites de um planeta, em geral, está associado a sua massa. O maior satélite do sistema solar é o Ganimedes, um dos quatro satélites galeianos de Júpiter, com 2,631 km de raio. O segundo é Titan, de Saturno, com 2.575 km de raio. Ambos são maiores que o planeta Mercúrio. Titan apresenta a característica notável de possuir uma atmosfera densa, rica em compostos de carbono e metano. A Lua, por exemplo, tem 3.475 km, é maior que Plutão, que tem 2.350 km de diâmetro.

Meteoros e Meteoritos: São objetos menores ainda, que podem colidir entre si ou com os planetas, planetas anões, satélites e asteroides. Meteoroides consistem em restos de cometas ou fragmentos de asteroides. Quando um meteoróide entra na atmosfera terrestre gera um traço de luz no céu chamado meteoro. Se parte sobrevive e atinge o chão temos um meteorito.

OS JOGOS EDUCATIVOS: CAÇA PALAVRAS

O jogo, como produto da sociedade, tem como características diversão e liberdade com regras que devem ser seguidas (KISHIMOTO, 1997). A definição de Antunes apud Neves e Santiago (2009), a palavra jogo provém de:

[...] *jocu*, substantivo masculino de origem latina que significa gracejo. Em seu etimológico, portanto, expressa um divertimento, brincadeira, passatempo sujeito a regras que devem ser observadas quando se joga. Significa também balanço, oscilação, astúcia, ardil, manobra (NEVES e SANTIAGO, 2009. p. 27).

Assim, o jogo apesar de ser entendido como uma atividade lúdica, segue regras que devem ser observadas. Isso permite que haja desenvolvimento cognitivo ou motor. Para Brougère (2006) ele se estabelece por meio de uma ação voluntária processual que

Inclui uma intenção lúdica do jogador, com regras internas e ocultas – é uma atividade livre que, se imposta, deixa de ser jogo.

Quando se joga, trabalha-se pensamento, sentimento, emoção, gerando canais de comunicação, em que a linguagem cultural própria do ser humano o transforma, pois o ato de jogar é uma forma de chegar ao próprio desenvolvimento (FONTES et al., 2010).

Pode-se dizer que jogar, vem do ato de brincar, que foi uma forma que o ser humano encontrou de buscar o equilíbrio entre a satisfação e não satisfação de seus impulsos mais primitivos, bem como o equilíbrio de sua emoção e de sua afetividade (PACHECO e GARCEZ, 2012).

Jogar e brincar permite que as pessoas se adaptem ao meio, passem a valorizar os demais integrantes e a respeitar regras e valores (ROCHA, 2005).

Para entender como surgiu no Brasil o Caça Palavras e outros jogos como criptogramas (passatempo em que se descobre uma palavra por meio de símbolos, que equivalem a letras), jogo dos erros e desafios de lógica é preciso entender como surgiu palavras-cruzadas. As palavras-cruzadas surgiram no ano 1913, quando o jornalista Arthur Wynne que ocupava o de editor do jornal americano The New York World, decidiu lançar uma novidade na seção de passatempos da edição dominical “[...] um diagrama que ele denominou de “Crosswords”. Com o passar dos anos, a novidade virou mania nacional para milhões de pessoas e os Estados Unidos se consagraram como o país que mais consome palavras cruzadas no mundo (s/a, s/p)”¹⁷.

No entanto, ele só chegou ao Brasil em 1925 quando o jornal A Noite passou a publicá-lo e atribuiu-lhe o nome de “palavras cruzadas”, tradução da palavra inglesa “crosswords”. No ano de 1948:

[...] a Editora Gertum Carneiro (atual Ediouro) resolveu apostar nesse segmento e lançou no país a primeira revista de palavras cruzadas. Com o nome de COQUETEL, essa publicação inaugurou um ramo editorial até então carente e revolucionou o mercado brasileiro (hoje o 4º maior mercado de passatempos do mundo). Em uma época em que não havia TV, videocassete, computador e internet, famílias numerosas costumavam preencher o tempo livre com passatempos como adivinhações e charadas. Ao ser editada a primeira revista de palavras cruzadas, o sucesso foi imediato (s/n, s/p).¹⁸.

No Brasil tornaram-se mais populares as palavras cruzadas diretas, ou seja, com chaves, ou definições, dentro dos diagramas, diferentemente dos Estados Unidos, onde as palavras cruzadas apresentam as chaves, ou definições, fora do diagrama.

¹⁷ Retirado do site: <http://marcas-e-empresas.hi7.co/coquetel-556430e82fec2.html>

¹⁸ Retirado do site: <http://marcas-e-empresas.hi7.co/coquetel-556430e82fec2.html>.

Devido ao sucesso, nos anos seguintes a COQUETEL começou a publicar outros tipos de passatempo em que o Caça Palavras fazia parte. Como exemplos têm-se: duplex, criptogramas, jogo dos erros e desafios de lógica.

ATIVIDADE PROPOSTA PARA O SISTEMA SOLAR

A proposta de atividade com o uso do jogo Caça Palavras envolvendo o conteúdo Sistema Solar tendo como público-alvo crianças ou adolescentes do ensino fundamental. São vinte desafios. Os desafios constituem-se de recortes de textos ou perguntas. Os quatro primeiros desafios denotados por letras são perguntas referentes ao Sistema Solar e cujas respostas podem ser retiradas através de palavra secreta ou código secreto (Desafios A, B, C e D), os demais desafios são dados através de palavras dentro de recortes de texto, também referentes ao Sistema solar (Desafios 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16 apresentados no Apêndice do referente capítulo).

Para criação do jogo Caça-palavras para cada desafio utilizamos um software gratuito, chamado “Criador de Caça-Palavras” que está disponível no sítio: <http://www.lideranca.org/word/palavra.php>, cujos créditos do software são da SEPAL - SERVINDO PASTORES E LIDERES¹⁹. É um software simples de ser utilizado.

As abas apresentadas pelo software “Criador de Caça-Palavras” são: (1) Principal, (2) Opções, (3) Opções 2, (3) Carregar e (4) Info. Quando se abre o software, aparece a aba (1) Principal, é possível inserir um título para o Caça-Palavras, escrever as palavras desejadas de forma automática separadas por espaços, vírgulas ou linhas e quando se marca o botão inferior, logo após o quadro com as palavras escolhidas, pode inserir as palavras manualmente. Na (2) Opções 1 apresenta a quantidade de linhas – mínimo 10 e máximo 100; a quantidade de colunas – mínimo 10 e máximo 100; tipo de tabela – exemplos: quadrado; tamanho da fonte; cor do fundo; cor da fonte; cor da palavra escolhida; número de palavras aleatórias; e, a linguagem do Caça-Palavras – inglês ou português. Na (3) Opções 2 é possível o usuário gerenciar a lista de palavras – exemplos palavras diagonais e/ou verticais, usar letras maiúsculas ou minúsculas etc. Em (3) Carregar é possível carregar um jogo previamente salvo. E, em (4) Infor têm-se informações básicas para criar o Caça-Palavras, por exemplo: palavras repetidas serão

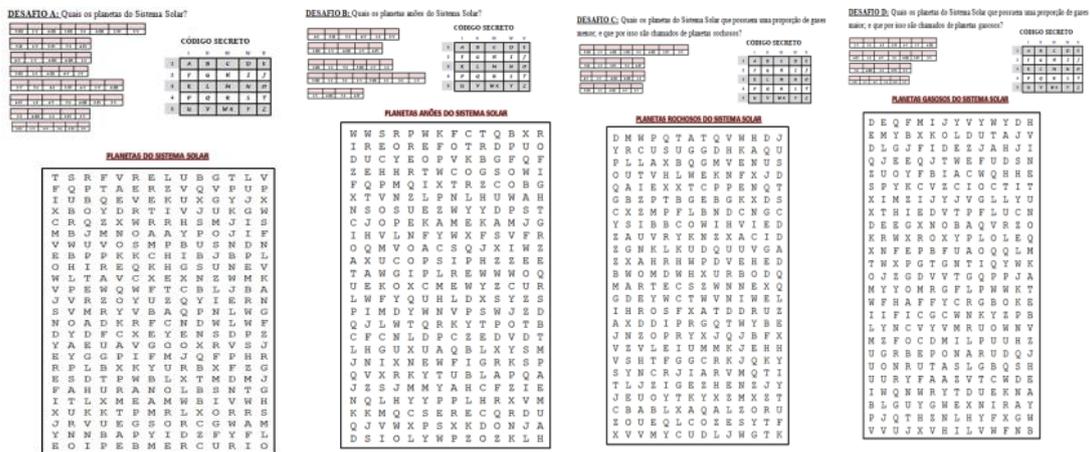
¹⁹ Para conhecer o trabalho da “SEPAL” ver o site: <http://sepal.org.br/>

removidas, comprimento máximo e comprimento mínimo de uma palavra e o programa vai pular as palavras que não couberem.



Figura 16: Esboço do software criador do jogo Caça-Palavras, apresentado a aba principal. Fonte: <http://www.lideranca.org/word/palavra.php>

Assim, para criar um jogo de Caça-Palavras devem-se colocar na aba Principal as palavras desejadas separadas por espaços, vírgulas ou linhas e clicar no botão na parte inferior “criar caça-palavras” e o jogo será criado automaticamente. Para o nosso caso escolhemos o tipo de tabela como sendo quadrado, cor de fundo branca e cor da fonte ou das palavras pretas. A linguagem que utilizamos foi o inglês para evitar acentos próprios da língua e também evitar erros de configurações. A seguir apresentamos os desafios propostos para a temática do Sistema Solar.



DESAFIO 1
Na Figura A nos dá uma ideia do tamanho do Universo. O Universo é composto de galáxias. A nossa galáxia é a Via Láctea. A Terra, o planeta onde vivemos, é um dos dois planetas do Sistema Solar.

ESCALA DO UNIVERSO

Figura A: Esquema da Escala do Universo, em comparação com a Terra.
Fonte: Oliveira-Filho e Santos (2011). Disponível: <http://astro.ifsp.br/brwca/escala.htm>



DESAFIO 2
Podemos ver centenas de estrelas no céu. Também se pode observar o espaço a milhares milhões de quilômetros, é fascinante – E um espetáculo impressionante! O Universo é gigantesco ao spa, e enorme. Inclui a Terra e todo o Espaço. Por exemplo, inclui o Sol e Lan, outros planetas, estrelas e galáxias. A astronomia trata-se de uma área da física que se dedica à exploração e compreensão do nosso Universo.

TAMANHO DO UNIVERSO

Figura C: O tamanho do universo da Via Láctea em relação ao tamanho da Terra. Disponível: <http://www.ifsp.br/brwca/escala.htm>



DESAFIO 3
Em noites limpas e sem lua, longe das luzes artificiais das áreas urbanas, podem-se ver claramente no céu uma faixa subindo atravessando o hemisfério celeste de um horizonte a outro. Chamamos a essa faixa Via Láctea, devido à sua aparência, que lembra as asperges antigas com cachos sobreabundante como leite. Sua parte mais brilhante fica na direção da constelação de Sagitário, sendo melhor observável no Hemisfério Sul durante as noites de inverno.

VIA LÁCTEA

Figura D: O tamanho do universo da Via Láctea em relação ao tamanho da Terra. Disponível: <http://www.ifsp.br/brwca/escala.htm>

Na proposta dessa atividade que se utiliza do jogo Caça-Palavras o professor vai perceber que pode estimular a criatividade e autonomia. Pois, trata-se de um jogo que contempla o ato de associar o conteúdo com a atividade.

No entanto, o professor deve ter o cuidado, já que no senso comum os jogos ainda são associados como brincadeira, ele não pode perder de vista os valores pedagógicos, particularmente quando se que abordar um tema importante como o Sistema Solar.

O Jogo é um estímulo que desafia o estudante pela busca de soluções para tarefas que lhe são apresentadas. A atração do jogo é sempre o constante desafio.

A atração do jogo é o desafio. Os jogos constituem objetos que podem ser utilizados para abordagem do conteúdo. Os jogos podem ser produzidos pelo mercado de brinquedos; assim como podem ser produzidos, na escola, tanto pelos professores quanto pelos estudantes. Nessa proposta a produção deve-se dar pelo professor. Ele poderá utilizar-se do texto ou fazer as modificações devidas de acordo com a necessidade, por exemplo, a faixa etária dos estudantes ou até as estações do ano.

Por que o jogo Caça Palavras? O jogo por si só é um veículo que une a vontade e o prazer durante a sua realização. A escolha pelo Caça Palavras por que permite o exercício da mente e estimula um vocabulário adequado durante o desenvolvimento do jogo para a criança e/ou adolescente.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. Brasília, 1997.

BROUGÈRE, G. Brinquedo e cultura. São Paulo: Cortez, 2006.

DAMINELI, A.; MOLINA, E. C; PICAZZIO, E.; LIMA NETO, G. B.; GREGORIO-HETEM, J.; COSTA, R.; CAPOZZOLI, U.; JATENCO, V.; MACIEL, W. O céu que nos envolve Introdução à astronomia para educadores e iniciantes. Odysseus Editora Ltda. São Paulo – SP, Financiamento: CNPq, 2011.

DI ROMA, A. F.; CAMARGO, E. P. de. Ensino de astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: um estudo sobre a aquisição de conceitos científicos para alunos com surdez. Crítica Educativa (Sorocaba/SP), v.1, n.2, p. 142-160, Jul./dez, 2015.

DRIGO FILHO, E.; CHANUT, T. G. G. Astronomia fundamental educativa. s/d. Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2005/artigos/capitulo%201/astronomia.pdf>.

Enciclopédia Britânica. New views of the solar system. Learn & Explore series, Compton's by Britannica, 2011.

FONTES, C. M. B. et al. Utilização do brinquedo terapêutico na assistência à criança hospitalizada. Revista Brasileira de Educação Especial, Marília, n. 1, v. 16, jan./abr., 2010.

GREGORIO-HETEM, J.; JATENCO-PEREIRA, V. Fundamentos de astronomia. Notas de aula: Apostila Capítulo 3, 2010. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/newcap03.pdf>.

KHISHIMOTO, Tizuko Morchida. Jogo, brinquedos, brincadeiras e a educação infantil. São Paulo: Pioneira, 1997.

MILONE, A de C.; WUENSCH, C. A.; RODRIGUES, C. V.; JABLONSKI, F. J. CAPELATO, H. V.; VILAS-BOAS, J. W.; CECATTO, J. R.; VILLELA NETO, T. Introdução à astronomia e astrofísica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE-7177-PUD/38, São José dos Campos, 2003.

NEVES, L. R.; SANTIAGO, A. Lydia. O uso dos jogos teatrais na educação: possibilidades diante do fracasso escolar. 2. Ed. Campinas, SP: Papyrus, 2009.

OLIVEIRA FILHO, K. de S.; OLIVEIRA SARAIVA, M. de F.; Astronomia e astrofísica, 2ª Edição, São Paulo, Editora Livraria da Física, 2004.

OLIVEIRA FILHO, K. de S.; SARAIVA, M. de R. O.; Astronomia e astrofísica. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br>.

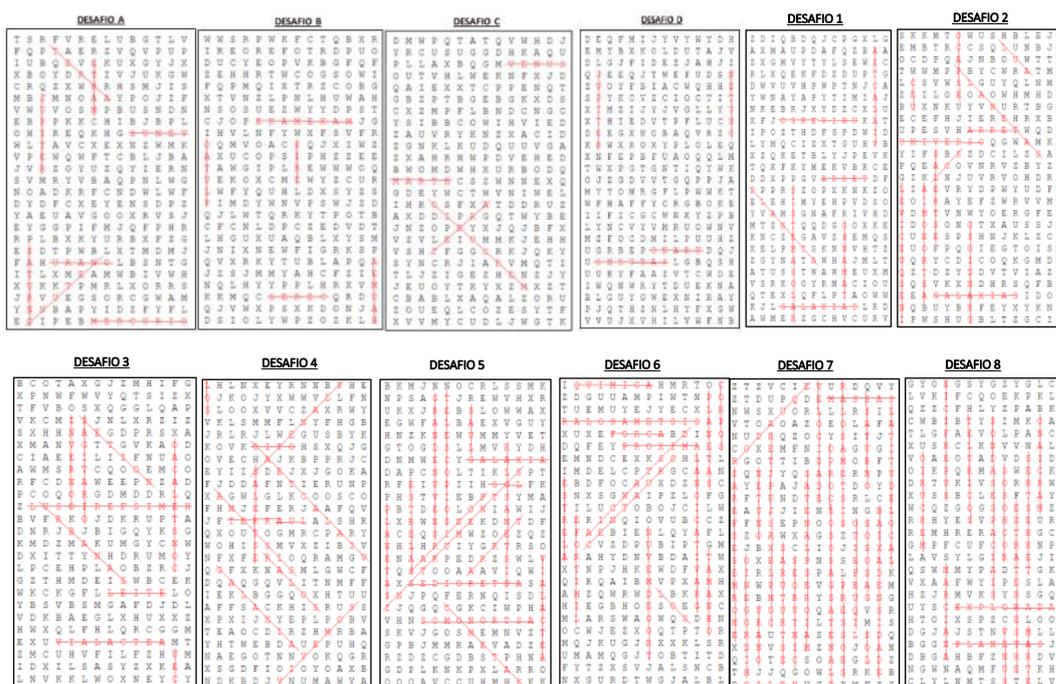
PACHECO, F. P; GARCEZ, E. M. S. O jogo e o brincar: uma ação estratégica na promoção da saúde mental. Revista Saúde Pública. Santa Catarina, Florianópolis, v. 5, n. 1, jan./abr. 2012.

ROCHA, P. K. Brinquedo terapêutico e crianças institucionalizadas vítimas de violência: propondo um modelo de cuidado de enfermagem. Programa de Pós-Graduação em Enfermagem. Dissertação de Mestrado em Enfermagem. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RODRIGUES, C. V. O sistema solar. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE-7177-PUD-8, São José dos Campos 2003.

THAKOOR, S. Our solar system . and home planet... the earth. Himalaya Publishing House, 2010.

APÊNDICES - ESBOÇO DAS RESPOSTAS REFERENTES AOS DESAFIOS



O USO DE REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA CRIANÇAS: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS COM ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO INFANTIL

Mayra Caroline de Almeida Cunha ¹

RESUMO

O presente estudo trata-se de uma pesquisa que teve como objetivo avaliar a proposta do uso de revista divulgação científica para crianças como suporte de ensino numa sequência didática para contribuição da aprendizagem no conteúdo higiene pessoal de uma turma da educação infantil. Os participantes foram 24 estudantes de uma turma da educação infantil de escola municipal de Boa Vista/RR. A metodologia teve como abordagem a pesquisa qualitativa, sendo a técnica utilizada a observação participante. Utilizou-se para coleta de dados uma sequência didática com os respectivos instrumentos realizados em quatro etapas: roda de conversa, questionário oral, leitura em revista de divulgação científica, contação de história, uso de mídia como vídeo, brincadeira, dança e música. Os resultados encontrados apontam que a revista de divulgação científica Ciência Hoje para crianças, aproxima os estudantes para o conhecimento científico e que os estudantes ficaram curiosos e interessados a partir da leitura diferenciada sobre a temática bactéria, expondo ser possível ensinar conteúdos em Ciências com inserção do lúdico.

Palavras-chave: Divulgação Científica, Lúdico, Crianças.

INTRODUÇÃO

É nos primeiros anos da infância que se constitui a primeira etapa de muitos aprendizados e compreensões para ampliação cognitiva. É neste período também que se desenvolve a motivação para os bons hábitos de higiene corporal ou pessoal às crianças, relacionando a saúde. Faz-se necessário que os docentes da educação infantil possam ser desenvolvidas atividades práticas e diversificadas, levando conhecimento que será refletido por toda vida das crianças.

Na escola os docentes para ensinar Ciências da natureza, inserem diversas estratégias educativas como recurso para aprendizagem dos estudantes, inclusive quando são crianças, sendo uma delas a divulgação científica. O uso dessa ferramenta didática tem ensinado as crianças em despertar suas curiosidades a cerca de temas Científicos, com fins para facilitar a aquisição dos conceitos, alfabetizar cientificamente ou/e letramento científico. Mesmo com tanto atributos ainda é uma ferramenta didática que requer discussões, reflexões e debates para o uso deste recurso. Esta pesquisa foi desenvolvida em sala de aula com conteúdo

¹ Mestranda do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima - UERR, mayra.cunha1981@gmail.com;

higiene pessoal, desenvolvendo a aprendizagem, conceitos e motivar aos hábitos de higiene dos estudantes.

Ainda é considerado um desafio divulgar Ciência para crianças, devido a vários fatores, inclusive pela falta de conhecimento de professores ou utilizar qualquer material para utilizá-la, mesmo assim a Divulgação Científica (DC) tem sido uma escolha inovadora que para desde a infância, iniciar o contato com o conhecimento científico. No entanto, também contribui para levar o estudante a ter uma visão do mundo que o cerca e entender que faz parte dele, ainda pode ocorrer por meio de atividades executadas fora de sala de aula por manter uma interação e caracterizando o lúdico para envolvê-los no processo de aprendizagem (PIN; FARIAS; GIMENES, 2015).

Dessa forma, uma boa estratégia de ensino para popularizar a Ciência é a ludicidade. “As implicações da necessidade lúdica extrapolam as demarcações do brincar espontâneo. O lúdico faz parte das atividades essenciais da dinâmica humana, caracterizando-se por ser livre funcional e satisfatório” (SILVA *et al*, 2007, p. 2). Posto que a aprendizagem da criança avança e/ou se desenvolve com o lúdico em sua metodologia, pois faz parte do universo delas.

Santos (2010) aponta a importância do lúdico no desenvolvimento do ensino e aprendizagem da criança, a autora critica que em algumas instituições escolares, a criatividade e liberdade infantil são ignoradas e acabam excluindo as brincadeiras e jogos. Por outro lado, as atividades lúdicas na escola tem o papel de buscar valores, desenvolvimentos culturais e novos saberes, além de oportunizar outras possibilidades centrando o aluno no meio social.

A divulgação científica na escola amplia com a entrada dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1997 como as ciências da natureza do ensino fundamental. Segundo Almeida e Giordan (2015) o Parâmetro indica que é preciso perceber a forma da terminologia científica e os conceitos recomendados no texto, sendo que algumas terminologias não aproximam uma explicação, destinando ao leitor, que já tenha o domínio conceitual, como exemplo, o material requer que o estudante já saiba ler. Mas, o público infantil são estudantes que não sabem ler, estão iniciando neste processo.

Dessa forma, a possibilidade de utilizar o lúdico como recurso metodológico, também oportuniza os docentes de trabalhar a divulgação científica por meio do mesmo. A relevância desta pesquisa foi devido à prática de levar ao estudante a uma forma de aprender mais motivadora e descontraída, trazendo reflexões do uso em atividade diversificadas e atrativas para a divulgação científica e lúdica na educação infantil, tendo implicações da necessidade de discussões e abordagens neste objeto de estudo.

Este estudo teve como problema o seguinte: de que forma a revista de divulgação científica para crianças como proposta de suporte de ensino contribui para aprendizagem do conteúdo higiene pessoal de uma turma de educação infantil?

Em função disto, o objetivo geral que norteou a pesquisa foi avaliar a proposta do uso de revista divulgação científica para crianças como suporte de ensino numa sequência didática para contribuição da aprendizagem no conteúdo higiene pessoal de uma turma da educação infantil.

Os objetivos específicos foram: Registrar os conhecimentos dos estudantes, quanto ao conteúdo higiene corporal eo que eles fazem na prática; desenvolver atividades lúdicas dando ênfase na divulgação científica e avaliar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes em relação a sua evolução conceitual e contextualização do seu cotidiano.

Em virtude de levar novas propostas para o procesos de ensino e aprendizagem que distancie aulas tradicionais e meramentes formais a divulgação científica e o lúdico tem objetivos diferente a este. Dessa forma, a porposta de unir o lúdico à divulgação Científica acaba que sendo uma estratégia didático-metodológica possibilitando o estudante a aprender de forma contextualizada. Neste sentido, “O caráter de integração e interação contidas nas atividades lúdicas permite o diálogo do conhecimento como ações práticas” (SILVA *et al*, 2007, p.2) promovendo formas práticas para ensinar e aprender em Ciências.

Este tema da higiene corporal é um dos assuntos mais relevantes que durante a infância é que se devem dá os primeiros passos para o cuidado do corpo e a escola serve como subsídio para o acompanhamento e incetivo a higiene, juntamente com a família. Sendo que as crianças ainda estão em fase de aprender e praticar os hábitos de higiene (LEPORO; DOMINGUEZ, 2009).

Neste sentido buscou-se nesta pesquisa trazer reflexões do uso da divulgação científica e aulas mais práticas e lúdicas para serem distutidas, também trouxe fundamentos e estudos de diversos autores. Foi utilizada na metodologia abordagem qualitativa e para se chegar aos resultados, foi possível elaborar quatro etapas de uma sequência didática, trazendo a roda de conversa, registro em diário de bordo, uso de mídia, música e leituras em revista e texto narrativo para desenvolver a proposta da pesquisa com a temática em questão, sobretudo da leitura em revista de divulgação científica para crianças servindo como auxílio para informar, aprender e se incluir no mundo científico.

**REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA CRIANÇAS COMO SUPORTE
DE ENSINO**

Muito se tem discutido sobre diversas formas de levar um ensino de forma prazerosa e diferenciada para aprendizagem em Ciências dos estudantes, incluindo crianças. Nos últimos anos ocorreu a popularização de temas de Ciências em sala de aula por divulgação científica tem interessado aos docentes e especialistas como meio de desenvolver o conhecimento na área de ensino de Ciências (CUNHA; GIORDAN, 2015).

Assim, a divulgação científica consiste em:

A divulgação científica contribui para a compreensão da Ciência por parte do público leitor desde que os conteúdos presentes nestas informações tenham um significado concreto para este público. Isso não quer dizer que o leitor seja um “quadro branco” e que a divulgação científica seria sua “tábua de salvação”. Pelo contrário, se pensamos em um indivíduo que traz suas experiências cotidianas e consegue estabelecer uma relação entre aquilo que o cerca e as informações que chegam até ele através da divulgação da Ciência, visando a uma contribuição para a sua vida e a sociedade no qual está inserido, temos então, este indivíduo alfabetizado cientificamente, com acesso às informações e capaz de se posicionar (CAMPOS, 2015, p.6).

O autor destaca que a divulgação científica, não apenas auxilia na aprendizagem do conteúdo, mas sim pode ajudar numa visão de mundo, onde pode se posicionar criticamente. Neste sentido a divulgação científica sendo utilizada como suporte de ensino dando ênfase nos assuntos seja para o processo de ensino-aprendizagem, construção de conceitos, alfabetização científica e dentre outros. Lima e Giordan (2017) apontam que é mais adequado está inserido no espectro de atividades e que podem estar mais próximos e distantes das práticas do cotidiano, estabelecendo atividades educativas proporcionando vários instrumentos para o ensino de forma independente.

Quando se utiliza a revista de divulgação científica em sala de aula consiste em fazer abordagens de assuntos ou ser um ponto de partida no ensino do conteúdo, mesmo por que a revista Ciência Hoje para crianças não se direciona para uma faixa etária específica de infância. Ela é uma publicação brasileira voltada para um público infanto-juvenil, começando no seu processo de ensino e aprendizagem, seus textos além de ser informativos tornam-se acessíveis, divertidos, passatempos, além de outras formas de utilizar como na didática pelos docentes (LOPES; FLORCZAK, 2007).

Pelo breve histórico de textos de divulgação científica para crianças, enfatiza que:

Embora os materiais de divulgação científica estejam presentes há muito tempo nos espaços escolares, o estudo sistemático da interação dos estudantes, professores e textos de divulgação científica nas salas de

Ciências intensificaram-se somente a partir da última década. Antes de 1980 os materiais impressos para infância estavam mais presentes na esfera doméstica, dedicados a algumas classes sociais e tinham, como propósito, ocupar o tempo das crianças com atividades como colorir, recortar e colar (ALMEIDA; GIORDAN, 2015, p. 213).

Conforme Almeida, Costa e Aguiar (2015) ao utilizar a revista de divulgação científica como a revista Ciências Hoje para crianças (CHC) é considerada um instrumento pedagógico de divulgação científica para o público infantil com intuito de favorecer e aperfeiçoar trazendo um linguagem acessível ao conhecimento científico, que permite a interdisciplinaridade, apresentando o desenvolvimento de aprendizagem, não se distanciando do objetivo principal, a Ciência.

O uso da revista como instrumento didático trabalhado juntamente ao meio de outras atividades como suporte de livro didático, projeto e sequências didáticas, podendo ser necessário para uma prática educativa, ajudando na contextualização dos conteúdos, no caso da pesquisa de Ciências à formação de conceitos, por exemplo (LOPES; FLORCZAC, 2007). Em virtude disso, se nos anos iniciais vem sendo pouco utilizada ou não, já na educação infantil apresenta uma defasagem, devido a falta de preparo da escola em inserir revistas de divulgação científica no ensino escolar, também pode se justificar que ainda é pouco conhecida essa proposta didática como utilizar texto e de suas características do conteúdo voltada para divulgação científica (CAMPOS, 2015).

Portanto, as disciplinas na educação infantil não são divididas, e sim são trabalhadas a noções de matemática, língua portuguesa e Ciências por meio de jogos, contação de história, brincadeiras e dentre outras, seguindo o campo de experiência de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e condiz que as diversas vivências das quais as crianças podem participar referem-se por contextos e materiais estabelecidos por adultos e por elas constituindo as práticas ensinadas pelos professores, direcionando problematização, provocando e estimulando seus conhecimentos já construídos pela sociedade (BRASIL, 2017).

O CONTEÚDO HIGIENE PESSOAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO INFANTIL

As crianças devem conhecer o próprio corpo para aprender a importância dos bons hábitos da higiene, além da família é na escola que ocorre o desenvolvimento de saberes sobre assuntos pertinentes que podem contextualizar ao cotidiano e a higiene pessoal ou corporal é um deles. Quando se aborda sobre higiene estamos associando à Saúde. A disciplina de

Ciências pode contribuir para que os estudantes consigam conhecimentos necessários sobre a higiene corporal, relacionando com a prevenção de doenças e promoção a saúde (SILVA *et al*, 2012).

Segundo Lanes *et al* (2013) o Ensino de Ciências para saúde implica uma aprendizagem significativa com temáticas que fazem parte da saúde, bem como a qualidade de vida, ambos os assuntos apresentam um destaque tornando-se comum no contexto escolar.

Assim, o tema saúde na realidade escolar e do ensino de Ciências, implica:

Convicções acerca do papel potencial do conhecimento sobre saúde desenvolvido ao longo do currículo escolar na vida dos indivíduos, conhecimento este que está nas raízes e na origem do trabalho de tese. Os conhecimentos sobre saúde desenvolvidos na escola podem aspirar ser apenas uma pequena porção de um conjunto muito complexo de fatores que nos permitem analisar e agir cotidianamente (MORH, 2002, p. 27).

Temas relacionados à Saúde devem ter grande relevância para a sociedade, como também para educação. Um assunto ligado a saúde é a higiene, onde abordam situações para o bem-estar, tratando sobre higiene do corpo, hábitos, higiene bucal, higiene com as roupas, devem ser ensinadas para compreensão dos estudantes durante a vida escolar (GUEDES, 2010). Para o autor ainda existe um grande desafio no conteúdo higiene, inclusive destacando a saúde na escola, pois a escola torna-se uma das responsáveis por promover o ensino de hábitos higiênicos para os estudantes.

No entanto, o tema saúde é proposto pelo Parâmetro Curricular Nacional (PCN) a uma questão social, só que é voltada para educação fundamental, saúde é tratada em Ciências naturais comumente ao corpo humano como um sistema integrado, apresentado como “o estado de saúde ou de doença decorre da satisfação ou não das necessidades biológicas, afetivas, sociais e culturais, que embora sejam comuns, apresentam particularidades em cada indivíduo, na diferentes culturas e fases da vida”(BRASIL, 1997, p. 39).

Já pela BNCC 2017, apresenta no campo de experiência “o eu, o outro, e nós”, o que representa abordar higiene dentro do contexto saúde, sendo na BNCC 2017, consiste:

Ao mesmo tempo, podem-se favorecer interações positivas com as crianças enquanto realizam ações de cuidados individuais. Como as trocas de fralda, banho sono, alimentação, de modo comunicativo e atento, em um ambiente planejado, seguro, aconchegante e diversificado, apoiando-se e incentivando-as a terem maior autonomia em relação aos seus cuidados pessoais. É importante, ainda, construir com as crianças no decorrer das

atividades cotidianas o entendimento de cuidar da saúde e bem-estar e criar elas hábitos ligados à limpeza e preservação do ambiente, à limpeza e preservação do ambiente, à coleta do lixo produzido nas atividades e à reciclagem de inservíveis (BRASIL, 2017, p. 23).

Neste sentido, entende-se que a educação tem o papel de incentivar e esclarecer sobre saúde, sobretudo em ciências ou ciências da natureza, seja na educação infantil e anos iniciais que é onde se ensina para crianças, levando atividades mais práticas, lúdicas e diversificadas, identificada pelo currículo que deve ser seguido como a BNCC, mas sobre higiene pessoal, faz-se necessário favorecer a promoção e proteção para saúde, beneficiando-os a uma reflexão sobre hábitos saudáveis (TAVARES, 2012).

METODOLOGIA

O presente estudo teve como caráter qualitativo, que os investigadores adentram no mundo dos sujeitos pesquisados, despertando para entender a veracidade das vivências dos membros participantes, com suas reais situações e como desenvolvem a realidade em que vivem (OLIVEIRA, 2008). A abordagem é qualitativa por interpretar as situações vividas pelos participantes.

Neste estudo, a técnica de pesquisa caracteriza-se como observação participante onde “o pesquisador não está simplesmente olhando o que está acontecendo, mas observando com um olho treinado em busca de certos acontecimentos específicos”(QUEIROZ *et al*, 2007, p. 277).

Os participantes desta pesquisa foram 24 estudantes, com faixa etária entre 4 e 6 anos de uma turma da educação infantil de escola municipal em Boa Vista/RR.

A escolha pela turma foi devido a oportunizar estes estudantes para aproximação do conhecimento científico deste a tenra infância, o conteúdo higiene já faz parte do planejamento seguindo a BNCC, também serão apresentadas etapas com aulas práticas e mais lúdicas, apresentando alguns relatos das crianças, os estudantes foram identificados de E1 a E24, conforme a frequência.

Os instrumentos para coleta de dados foi através de aplicação de sequência didática, realizando quatro etapas para aprendizagem, desenvolvendo atividades lúdicas e divulgação científica, dessa forma pode “contribuir para que ocorra o aprendizado sem prejuízo de conteúdos para crianças (SCALFI; CORREA, 2014, p.108).

1ª etapa: Pré-teste, em roda de conversa será registrado as respostas de questões diagnósticas do Pré-teste, verificando o que os estudantes sabem sobre higiene pessoal e os hábitos do seu cotidiano, registradas em diário de bordo.

- Como você faz sua higiene do corpo? O que é higiene?
- Como vocês lavam as mãos? Os estudantes terão que responder e demonstrar.
- Você escova os dentes após as refeições? Por quê? Qual a importância de escovar os dentes todos os dias?

Duração: 40 minutos

2ª etapa: Desenvolver atividades práticas e teóricas sobre o conteúdo higiene.

- Uso da mídia com a exibição de vídeo Higiene Pessoal Youtube, disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=bTmGPPm13vE>

- Música, dança e dinâmica: Chuveiro, chuveiro (Patati e Patatá)
- Por fim, os estudantes irão desenhar uma boneca em folha de papel madeira, o modelo desse desenho será colocada a menor estudante no papel para ser colocado abaixo do chuveiro. Nesta etapa, as análises foram registradas por meio de desenho sobre a percepção do participante diante da higiene do corpo.

Duração: 2h

A análise do resultado nesta etapa foi o desenvolvimento das crianças e sentem motivados ao interesse de participar das atividades.

3ª etapa: Leitura da Revista Hoje para crianças com título: *Há micróbios por toda parte* de março de 2012, registrado na Figura 1.

Naturalmente, estas revistas são mais utilizadas por professores e pesquisadores com crianças que já sabem ler, ou seja, nos anos iniciais, a revista em questão foi escolhida por se tratar de um assunto científico que parecem complexos e popularizar a Ciência à educação infantil, sendo uma revistas especializada em assuntos de divulgação científica para o público infantil.

Também por ser voltada ao contextualizar com o conteúdo ou temática relacionada com o cotidiano destes estudantes e para compreensão das crianças foi adaptado a explicação ao nível de compreensão de estudantes, não entrando em detalhes de termos científicos mais complexos.

Tempo da aula é de 1h.

FIGURA 1: Revistas Ciência Hoje para Crianças



Fonte: Acervo da CHC.

- Contação de história: A professora irá fazer a leitura da historinha recontada – A Princesa e o Sapo em Higiene Corporal com intuito de estimular com imaginário da criança, como registrado no quadro 1, disponível em:

<http://educandocomamorecarinho.blogspot.com/2012/12/historia-recontadaa-princesa-e-o-sapo.html>

QUADRO 1: CONTAÇÃO DE HISTÓRIA

A princesa e o sapo em a higiene corporal

Era uma vez uma princesa que adorava passear no jardim de sua casa, lá havia um lago e ela sempre gostava de sentar na beirinha para admirar a natureza. A princesa ouviu algo se mexer no lago e resolveu então ver o que era. Um sapinho muito inteligente e elegante sentou-se perto dela, a menina resolveu então cantar a musiquinha que ela mais gostava para chamar a atenção o sapo.

O sapo não lava o pé, não lava por que não quer, ele mora lá na lagoa e não lava o pé opor que não quer mais que chulé! O sapinho ficou muito bravo quando ouviu aquela cantoria e resmungou:

- Engana-se garotinha, eu lavo não só meus pés como também cuido da minha higiene corporal todos os dias e conto mais eu adoro andar limpo e cheirosinho.

Camille ficou muito assustada e disse:

- Oh, meu Deus você fala?

E o sapo respondeu:

- Falo sim e digo mais você não pode sair por ai cantando esse tipo de musica não, viu?

A garotinha pediu desculpas ao sapo e os dois passaram a conversar. Camille perguntou ao sapo por que ele tomava banho todos os dias e o sapinho, pois se a falar:

- Olha Camille, nós devemos tomar banho todos os dias por que isso é um hábito de higiene que nos proporciona saúde. E não é só isso devemos cortar nossas unhas, lavar e pentear bem os nossos cabelos, lavar as mãos toda vez que formos comer algo ou após usar o banheiro.

Camille então perguntou curiosa.

- E por tanta coisa?

O sapo respondeu:

- Ah, você não sabe?

- A gente não consegue vê, mas existem uns bichinhos chamados bactérias que grudam no nosso corpo junto à sujeira e nos transmitem muitas doenças, nós proibindo de sair de casa para brincar.

Camille levantou rapidamente e pôs-se a caminhar em direção a sua casa e o sapinho perguntou:

-Ei, pra onde você vai?

E ela apressada respondeu:

- Vou logo cuidar da minha higiene corporal, preciso tomar banho antes que as bactérias tomem o meu corpo e me transmitam doenças. Até amanhã vou contar para mamãe e papai o que aprendi hoje, muito obrigada! Tchau.

O sapinho ficou muito feliz por que desse dia em diante passou a conversar sobre vários assuntos com Camille, um aprendendo com o outro.

Camille agora canta a musiquinha diferente e o sapinho elegante e cheiroso fica todo contente.

- O sapo não tem chulé. Não tem por que não quer
Ele mora lá na lagoa. E toma banho por que é. Bem limpinho!

Fim.

Fonte: Blog educando com amor e carinho

- Em seguida, os estudantes foram até ao lavatório para aprenderem a forma correta de higiene das mãos.

Duração: 1h

4ª Avaliação com Pós-teste de forma oral, retomando as perguntas da 1ª etapa.

Novamente em roda de conversa foram realizadas as perguntas diagnósticas aos estudantes, avaliando a compreensão sobre higiene pessoal. E também serão analisadas a interpretação das perguntas respondidas. O tempo estimado é de 1h

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para análises dos dados foram realizadas em sequência didática com quatro etapas com atividade lúdicas, práticas e divulgação científica para o desenvolvimento não só da aprendizagem, mas também de motivar aos bons hábitos de higiene.

1ª etapa

Em roda de conversa foi realizada as questões diagnósticas para verificar se os estudantes e os seus hábitos e conceitos. Neste sentido, o diagnóstico tem relevância, pois é o ponto de partida, onde se detecta os problemas, casos e anseios (ZUQUIERE, 2007).

As análises das respostas são apresentados no quadro 2, foram escolhidas três respostas de participantes, identificados do E1 ao E24, os critérios para escolha dos relatos, foi devido a poucas crianças responderem.

Quadro 2- Pré- teste: questões diagnósticas

Participantes	Questões	Respostas dos participantes
E4	Q1- Como você faz sua higiene do seu corpo?	Tomo banho
E7		Eu como
E8		Limpo as mãos
	Q 2- O que é higiene?	Nenhum um participante respondeu

E6	Q 3- Você escova os dentes após as refeições? Por quê?	Sim. Para tirar o bafo de leão
E 10		Sim. Não respondeu
E12		Sim. Não respondeu
E1 E8	Q4- Qual a importância de escovar os dentes todos os dias?	Para deixar limpos
E 17		Para ficar brancos
E23		Tirar o bichinho

Fonte: Autora, 2020.

A partir das análises das respostas da questão Q1 as respostas dos participantes estão relacionadas à sua higiene do cotidiano, a resposta *tomar banho*, foram as respostas que mais destacaram com cerca de 50%, já 38% não responderam, equivale a 8% os que responderam *comer*, sendo que um aluno foi motivado pelo outro por responder, mesmo assim constata-se que os estudantes não estudaram ainda sobre higiene, e apenas 4% constataram *limpar as mãos como* higiene do corpo.

Já na Q2 nenhum dos estudantes respondeu, com isso observa-se que os estudantes não tinham conhecimento deste conceito, apesar de fazer parte da vida deles. Uma vez que “a palavra higiene (do francês hygiene) significa conjunto de regras e preceitos que medicina estabelece para a defesa e conservação individual e coletiva” (TAVARES, 2012, p. 14). Na ocasião, foi explicado o conceito para os estudantes de higiene: *cuidado com a limpeza do corpo para evitar doença*.

No Q3 nesta pergunta são duas em uma, além das respostas dos E6, E10 e E12, ao perguntar *Você escova os dentes após as refeições?* Os estudantes foram unânimes em reponder *sim* de forma positiva, ao completar a pergunta o por quê? E apenas E6 relatou *Para tirar o bafo de leão*, os demais ficaram em silêncio.

Ao analisar o Q4, observamos que os mesmos contextualizaram as suas vivências. Ressaltaram para deixar limpos cerca de 9% dos estudantes, já 4% citaram para ficar branco, o equivalente a 8% os que disseram tirar o bichinho, os que não souberam responder correspondem a 79% dos participantes. Observou-se as respostas estavam associadas a limpeza, ao deixar os dentes brancos e tirar o bichinhos, segundo suas falas.

Considerando os resultados obtidos na 1ª etapa, percebe-se que para os estudantes da educação infantil e deve planejar propostas para adotarem os bons hábitos cotidianos e manter a vida saudável deste de cedo, propiciando atividades que incentivem as crianças para o cuidado da higiene do corpo.

2ª etapa

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

Foram realizadas atividades de forma mais lúdicas, práticas e leitura de divulgação científica.

Inicialmente, foi utilizado o uso de mídia com exibição de vídeo higiene pessoal youtube. O filme retrata sobre a importância e prática da higiene pessoal, mostrando os meios para higiene corporal. Foi possível perceber o interesse pelo filme, pois a turma ficou observando atentamente, conforme constatam os autores Teixeira *et al* (2019) e constatam que o uso de recurso audiovisual em prática das aulas e implicam para facilitar o raciocínio e compreensão de vivências reais.

Foi possível destacar, após a exibição do vídeo, alguns relatos de percepções dos estudantes, que podem ser vistos abaixo:

Estudante 1: *tem que tomar banho pra não ficar mal cheiroso*

Estudante 2: *Para ser higienico para não ficar doente*

Estudante 3: *Sempre que comer, depois tem que escovar os dentes*

Estudante 4: *Todos os dias tem que tomar banho para ficar limpo e sem doença*

Os resultados das falas apontam que os estudante estão motivados e vêem a importância de ser higiênico e associaram ser higiênico para não ficar doente.

Em seguida, a abordagem do conteúdo higiene pessoal foi contextualizada por meio de música (chuveiro, chuveiro) dança, fazendo gestos como lavagem das partes do corpo e dos dentes, foi explicada a importância da higiene do corpo. De acordo com estudos de Batista, Souza e Campos (2015) as atividades lúdicas, compartilham funções diferentes como recreativa e educativa, ocorrendo um controle em ambas, o estímulo espontâneo e o prazer estabelece uma atividade lúdica.

3ª etapa

Foi realizada a leitura da Revista Ciência Hoje para crianças, intitulado “Há micróbios por toa parte” foi feita a leitura para as crianças, como aponta a autora Almeida (2013) acarreta em dar visibilidade em atividades dos estudantes, corroborando a maneira de como uma revista de divulgação científica para crianças é adaptada no contexto em que inicia e enredada.

Em seguida, foi explicado sobre micróbios como bichinho que não dá para ver, sendo que foi lido e dado o exemplo que a própria revista tras. Sendo que antes de explicar surgiram algumas falas: Quando perguntado o que micróbio? Surgiram apenas duas respostas.

O E14 respondeu: *fica no dente quando tá escuro*, já a resposta do E5 foi: *É o bichinho que fica na boca e ele não gosta de sujeira*. Em seguida foi feita a aula expositiva e a forma

correta de escovar os dentes, foi abordada sobre a cárie e a escovação que deve ser feita a cada refeição.

Ao analisar as duas respostas, verificou-se que os estudantes associaram micróbios à sujeira dos dentes.

Em seguida foi feita a contação de história “A princesa e o sapo em a higiene corporal” para fortalecer a importância da higiene pessoal. Os estudantes mostraram-se participativos e prestaram bastante atenção, sendo essa uma das intenções de muitos textos infantis.

Após estas atividades ocorreu a aula demonstrativa que foi ensinada a higiene correta das mãos no lavatório da escola. Todas as crianças aprenderam a forma correta e fizeram a lavagem das mãos sozinhos sob orientação.

4ª etapa

Por fim, nesta etapa é o pós-teste foram retomadas duas questões diagnósticas, pois as outras perguntas são direcionadas apenas aos hábitos, sendo que nesta etapa foi desenvolvida para avaliar e fazer o comparativo de respostas antes das aulas e após destas. As perguntas direcionadas são sobre o conceito de higiene e a importância de escovar os dentes todos os dias? Foram escolhidas algumas respostas dos participantes, apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Pós-teste: questões diagnósticas

Questão 1		O que é higiene?	
E 7 <i>É para deixar o corpo limpo pra não deixar a bactéria entrar</i>	E 10 <i>O corpo deve estar higiênico para não pegar doença</i>	E 13 <i>Tem que deixar o corpo sempre limpinho</i>	E 19 <i>Temos que ter higiene para deixar nosso corpo limpinho</i>
E 17 <i>O meu corpo tem que tá limpinho para eu não ficar doente</i>	E 22 <i>O nosso corpo é pra ficar limpo por que o corpo pode ficar doente</i>	Questão 2	
Qual a importância de escovar os dentes todos os dias?			
E 1 <i>Para ficar limpo e cheiroso</i>	E 5 <i>Para ficar sem bactéria que esse bichinho do dente</i>	E 9 <i>Para não ficar fedendo e com bichinho (cárie)</i>	E 11 <i>Deve ficar limpo e higiênico</i>
E 21 <i>Para ficar limpo em cada vez que comer, depois tem que escovar os dentes</i>	E 24 <i>Para tirar o micróbio e deixar branco</i>		

Fonte: autoras, 2020

Foi possível perceber que no Pós-teste, as falas das crianças evidenciam a presença da palavra *limpeza* que mais apareceram nas respostas. Observa-se também que ficou claro para eles que higiene discenir com limpeza. Isso quer dizer, que ocorreu a formação do conceito de higiene, sendo que algumas respostas associam ficar limpo para não ter doença, sendo duas palavras-chave para o conceito de higiene: limpeza e doença. É possível visualizar que os estudantes foram generosos, quando um colega não sabia responder, elas se influenciam pelas próprias respostas.

Notamos que 2% representam os participantes que responderam a 1ª questão.

Na questão 2 em duas das respostas aparecem as palavras *bactéria* e *micróbios*, a bactéria foi estudada, mas micróbios veio a partir de conceito cotidiano essa que é constituída pelas vivências do cotidiano. Com base na citação de Leporo e Dominguez (2009) os estudantes são capazes de compreender sobre microrganismo, podendo realizar questionamento sobre a temática e formar conhecimento coerente voltada para que adotem hábitos de higiene.

Os resultados apresentam um comparativo de mudanças na forma de responder dos participantes, sendo visualizado no pós-teste e atribuídos mais palavras-chave relacionados aos conceitos, aparecendo até palavra nova como bactéria que tem a ver com o conteúdo, mas não foi abordado durante as etapas, trazido pelas crianças do senso comum.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados encontrados percebe-se que no pré-teste os estudantes não tinham a noção de associar higiene à doença. Acredita-se que o conteúdo higiene como é algo que faz parte de seus hábitos do cotidiano, facilita melhor a aprendizagem e contextualizando com um assunto que está na sua vivência.

Colocar uma revista de divulgação científica para crianças é aproximá-las do conhecimento de Ciência, as crianças ficaram muito curiosas e interessadas a partir da leitura sobre bactérias, expondo ser possível ensinar conteúdos relacionados a Ciências como higiene pessoal através da revista Ciência Hoje para crianças e de pontuar os esclarecimentos ao seu nível de compreensão. E apesar de não saberem ler, foi interpretado que bactéria está associada por eles como bicho ou bichinho do dente.

Foi possível perceber no pós-teste, que acarretou no aumento de palavras nas respostas das crianças, após as etapas de atividade, conforme as respostas o conceito de higiene e ao relatarem a importância de escovar os dentes, no comparativo do pré-teste e pós-teste ocorreu uma evolução, sendo atribuídas as palavras-chave que mais apareceram, observando suas compreensões e de serem conscientes acerca da higiene pessoal.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Sandra oliveira; COSTA, Luana Monteiro; AGUIAR, João Vicente de Souza. Divulgação científica por meio da Revista Ciência hoje para criança: uma ferramenta interdisciplinar. **Revista Areté**. Manaus, v. 8, n. 15, p. 182-195, 2015. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br>. Acesso em: 06 de out de 2020.

ALMEIDA, Sheila de Almeida; GIORDAN, Marcelo. Práticas de Letramento mediadas pela Revista Ciência Hoje das Crianças: Cenas de Sala de Aula. In: GIORDAN, Marcelo; CUNHA, Marcia Borin. **Divulgação Científica na sala de aula: Perspectivas e Possibilidades**. Ijuí: Editora Unijuí, 2015. p. 213-248.

ALMIEDA, Sheila Alves de. A revista Ciência hoje das crianças no letramento escolar: dinâmica discursiva da apropriação da revista em uma aula de Ciências. **Revista Práticas de Linguagem**. v. 3, n. 1, p. 58-80, jan./jun., 2013. Disponível em: www.ufjb.br. Acesso em: 30 de set de 2020.

BATISTA, Rivana Souza; SOUZA, Luz Marina de; CAMPOS, Carlos Roberto Pires. **Brincando com Jogos sobre Biomas e Divulgando a Ciência**. In: CAMPOS, Carlos Roberto Pires. Divulgação científica e ensino de ciências: debates preliminares. Vitória: Editora Ifes, 2015, p. 64-73.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base**. Brasília: MEC, 2017.

BRASIL, Ministério da educação (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais**. 3 ed. Brasília: MEC/SEF, 1997. 136p. 1997.

CAMPOS, Carlos Roberto Pires. Divulgação científica e ensino de Ciências – debates preliminares. 4^a ed. Vitória: Editora Ifes, 2015.

CUNHA, Marcia Borin; GIORDAN, Marcelo. A divulgação Científica na sala de aula: Implicações de Gênero. In: GIORDAN, Marcelo; CUNHA, Marcia Borin. **Divulgação Científica na sala de aula**. Ijuí: Unijuí, 2015. p. 67-100.

GUEDES, Anne Goni. **O uso de sites educacionais no ensino de higiene e saúde**. 2010. 38 f. MONOGRAFIA (Licenciatura Plena em Ciências Biológicas) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.decb.uerj.br/arquivos/monografias/monoannegoni.pdf>. Acesso em: 07 de out de 2020.

LANES, *et al.* Educação em saúde e o ensino de ciências: sugestões para o contexto escolar. **VITTALLE**, Rio Grande, p. 21-30, 2013.

LEPORO, Natalia; DOMINGUEZ, Celi Rodrigues Chaves Dominguez. Micróbios na educação infantil: o que as crianças pequenas pensam sobre os microorganismos? Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.VII ENPEC, 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC: ENPEC, 2009. P.1-9.

LIMA, Guilherme da Silva; GIORDAN, Marcelo. Propósitos da divulgação científica no planejamento de ensino. **Revista Ensaio**, V. 19, Belo Horizonte, 2017.

LOPES, Maria Lucia; FLORCZAK, Marcos Antônio. **divulgação científica no Ensino de Ciências. 2007.** Disponível em: intranet.ifs.ifsuldeminas.edu.br. Acesso em: 06 de out de 2020.

MOHR, Adriana. **A natureza da educação em saúde no ensino fundamental e os professores de Ciências.** 2002. 410 f. Tese (Doutorado em ensino de Ciências naturais) - Universidade Federal de Santa Catarina. 2002. Disponível em: file:///C:/Users/cliente/Desktop/V%20CONAPESC/Tese_ADRIANA_MOHR.pdf . Acesso em: 07 de out de 2020.

OLIVEIRA, Cristiano Lessa de. Um apanhado Teórico-Conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. **Revista Travessias: Pesquisa em educação, Cultura, Linguagem e Artes.** Cascavel, V. 2, N. 3, p. 1- 16, 2008. Disponível em: <http://erevista.unioeste.br/index.php/travessias/announcement>. Acesso em: 09 de set de 2020.

PIN, José Renato de Oliveira; FARIA, Renata Sossasi Freitas; GIMENES, Solange Sardi. Divulgação Científica no Contexto da Educação Básica. Carlos Roberto Pires Campos (Org.) **Divulgação Científica e ensino de Ciências: Debates Preliminares.** Vitória: Editora Ifes, 2015, p. 24-31.

QUEIROZ, Danielle Teixeira *et al.* Observação participante na pesquisa qualitativa: conceitos e aplicações na área da saúde. **R Enferm UERJ**, Rio de Janeiro, 2007 abr/jun; 15(2):276-83. p. 277.

SANTOS, Simone Cardoso dos. **A importância do Lúdico no processo de ensino e aprendizagem.** 2010. 50 f. Monografia do Curso de Pós Graduação Especialização *Latu Sensu* em Gestão Educacional – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

SCLAFI, Grazielle Aparecida Moraes; CORRÊA, André Micaldas. A arte de contar histórias como estratégia de divulgação da Ciência para o público infantil. **Revista de Educação, Ciência e Cultura.** Canoas, v. 19, n. 1, jan./jul. 2014. Disponível em: <http://www.revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Educacao>. Acesso em: 15 de set de 2020.

SILVA, MARIA LIRA da, *et al.* Ludicidade e Ciência: Produção e Divulgação de Jogos Sobre Ciências em um Espaço de Ensino Não-Formal. Atas VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Universidade Estadual de Campinas, 2007. Disponível em: www.nutes.ufrj.br. Acesso em: 16 de set de 2020.

TAVARES, Adriana Solange Marshal. **Professor PDE os desafios da escola pública Paraense: Produção Didático- Pedagógica.** Cascavel, 2012. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br>. Acesso em: 18 de setembro de 2020.

TEIXEIRA, Eliane Débora Soares, et al. Utilização de filmes como material didático para ensino e aprendizagem da educação ambiental: estudo de caso. **Revista brasileira de educação ambiental.** São Paulo, V. 14, N. 4, p. 87-105, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br>. Acesso em: 20 de set de 2020.

ZUQUIERI, Rita de Cássia Bastos. **O ensino de ciências na educação infantil: análise de práticas docentes na abordagem metodológica da pedagogia histórico-crítica.** 2007. 201



CONGRESSO NACIONAL
de **PESQUISA e ENSINO**
em **CIÊNCIAS**
V CONAPESC

f. Dissertação (mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2007.



O USO DO AXIOMA DE INDUÇÃO MATEMÁTICA COM O AUXÍLIO DO JOGO TORRE DE HANÓI

Josevandro Barros Nascimento¹

Felipe Tarquino Da Silva²

Vandenezia Dagnone Da Silva³

RESUMO

O presente trabalho vem apresentar um relato de experiência de uma oficina pedagógica, intitulada: A ludicidade do jogo Torre de Hanói na Indução Matemática, cujo objetivo principal foi aproximar o aluno com o conteúdo de Indução Matemática, desenvolvendo suas habilidades de resolução de problemas, onde o aluno tenha a oportunidade de estabelecer estratégias para solucionar os problemas. A metodologia utilizada em relação aos procedimentos técnicos foi a pesquisa bibliográfica, já em relação aos objetivos foi utilizada a pesquisa exploratória, onde foi desenvolvida uma oficina pedagógica com 25 alunos da disciplina Teoria dos Números da Universidade Federal da Paraíba/Campus IV. Após a aplicação da oficina foi observado nos alunos participantes na oficina um desenvolvimento no raciocínio lógico dedutivo ao princípio de indução matemática. Ainda como resultados da oficina os alunos concluíram que, a partir do axioma de indução, foi possível concluir que essa linha de raciocínio é válida para qualquer número de discos que se contenha no jogo.

Palavras-chave: Torre de Hanói; Jogo; Teoria dos números.

INTRODUÇÃO

Neste trabalho discutimos acerca do jogo Torre de Hanói, desenvolvido pelo matemático francês François Édouard Anatole Lucas no século XIX. Esse jogo é aplicado em diversos campos do conhecimento, principalmente como uma ferramenta que auxiliar nas aulas de matemática em diferentes níveis, da Educação Básica ao Ensino Superior, tanto para o processo de desenvolvimento cognitivo como, também, no auxílio da coordenação motora.

O jogo torre de Hanói possui características que explora e combina o lúdico com atividades matemáticas possibilitando o ensino e aprendizagem dos conteúdos da matemática, como por exemplo Sequência Recursivas, Progressões Geométricas, Indução Matemática e Função exponencial entre outros. Além, de possibilitar o professor utilizar como recurso

¹ Professor Mestre em Ciências, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, josevandrobarros@yahoo.com.br;

² Graduando do Curso Licenciatura em Matemática da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, vandeneziasilvaufpb@gmail.com

³ Graduando do Curso Licenciatura em Matemática da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, vandeneziasilvaufpb@gmail.com;

didático pedagógico em suas aulas. O jogo Torre de Hanói é composta por discos de proporção e medidas diferentes, em que temos as seguintes quantidades de discos: um, dois, três, quatro, cinco “n números” de discos e tem como objetivo passar os discos da haste da direita para a haste da esquerda, observando que deve manter uma ordem decrescente. Para ampliar ou simplificar as dificuldades das jogadas é possível diminuir ou aumentar o número de discos, observando que a regra continua a mesma (COSTA,2019).

Ao utilizar nas aulas de matemática os conceitos presentes no jogo Torre de Hanói, o aluno percebe, que em cada movimento de um disco a uma sequência de movimentos mínimos por exemplo quando no jogo o aluno movimenta um disco temos apenas um movimento, quando movimenta dois disco, tem três movimentos como mostra o quadro 1:

Quadro 1: Torre de Hanói

Número de disco n	Movimentos mínimos
1	1
2	3
3	7
4	15
5	31
6	63
7	123

Fonte: Os autores (2020)

O aluno ao construir a tabulação dos resultado de cada movimento dos discos pode criar e deduzir um indução para “n” número de discos neste sentido aprendizagem baseada por meio dos jogos matemáticos desenvolve competências e habilidades no aluno, os jogos possuem inúmeros benefícios “interesse (curiosidade), estímulo do raciocínio lógico e da criatividade em determinar estratégias, sociabilidade entre os indivíduos, entre outros.” (LIMA, 2020, p.1). O jogo além de possibilitar vantagens e benefícios no ambiente escolar, torna-se o ensino e aprendizagem mais fluido e dinâmico, no qual aproxima-se o professor e aluno.

Barbosa e Carvalho (2008, p.3), dizem que o jogos no desenvolvimento do ensino e aprendizagem da matemática torna-se como estratégia facilitadora do ensino e aprendizagem na sala de aula é um recurso didático pedagógico que apresenta excelentes resultados.

Quando utiliza-se jogos como estratégia didática possibilita o aluno a desenvolver métodos e criar soluções para desenvolver certos tipos de situações que encontra no jogo, além

de instigar a sua criatividade em um ambiente desafiador e ao mesmo tempo desenvolve motivação (LIMA, 2020).

Neste sentido a motivação para elaboração desse artigo surgiu mediante as aulas da disciplina de Introdução à teoria dos números, explorando o conceito do Princípio da Indução Finita (PIF), através desse princípio podemos utilizar o jogo Torre de Hanói e elaborar um relatório sobre o jogo aplicado interligando-se ao conceito do princípio de indução finita.

O ensino por meio dos jogos vem sendo, nos últimos anos, uma alternativa metodológica bastante pesquisada, utilizada é abordada em diversos campos, principalmente na Educação Matemática, pois “cada jogo reforça e estimula qualquer capacidade física ou intelectual. Através do prazer e da obstinação, torna fácil o que inicialmente era difícil e extenuante” (COLLOIS, 1990, p. 9), permitindo que o discente possa estruturar seu próprio conhecimento de uma forma significativa.

Partindo da hipótese de que, considerando um número mínimo de movimentos para deslocar uma determinada quantidade de disco de uma haste para outra, é possível encontrarmos uma linha de raciocínio para movimentar os discos de uma forma padronizada, objetivamos, a partir dessa padronização, mostrarmos, através do axioma de indução, que essa linha de raciocínio é válida para um número qualquer de discos.

A nossa metodologia da pesquisa foi desenvolvida a partir de uma revisão bibliográfica através de livros e artigos científicos buscando o aprimoramento da lógica dos conceitos matemáticos sobre o uso do jogo Torre de Hanói e conceito do princípio de indução finita.

A proposta do jogo se torna ampla, dependendo de qual contexto ele será inserido, mas o enfoque deste trabalho será voltado para a relação entre os números de discos e os números de movimentos dentro do conteúdo de indução matemática.

METODOLOGIA

Neste trabalho foi utilizada a pesquisa qualitativa pelo fato de objetivar e despertar uma linha de raciocínio nova desempenhada pelos alunos na utilização da torre de Hanói para a indução matemática, com ênfase na resolução de problemas.

O desenvolvimento desta pesquisa foi delineado em duas etapas. Na primeira, foi realizada uma consulta bibliográfica em artigos científicos, livros e revistas. Pois, a revisão bibliográfica, de acordo com, Manzo (1971, p. 32), “oferece meios para definir, resolver, não somente problemas já conhecidos, como também explorar novas áreas onde os problemas não

se cristalizaram suficientemente”, no intuito dos alunos se aprofundarem um pouco mais sobre a torre de Hanói e também nos assuntos de indução matemática.

No segundo momento, ocorre o desenvolvimento da estratégia da indução matemática que gerou a ideia principal deste trabalho, ocorrido após uma aula na Universidade Federal da Paraíba - campus IV, localizado no município de Rio Tinto, no estado da Paraíba, na disciplina de Teoria dos Números, do curso de Licenciatura Matemática. A atividade foi realizada na disciplina de teoria dos números onde o conteúdo ministrado era o axioma de indução. Foi apresentado o jogo torre de Hanói, explicando como funcionava a lógica do jogo e de todo o seu contexto histórico, no intuito de que os alunos tentassem concluir o objetivo do jogo que é mover os discos de uma haste a outra, obedecendo algumas regras que são estabelecidas pelo jogo.

Em seguida a turma construí uma tabela que relaciona o número de discos e os números mínimo de movimentos que foi utilizado para concluir o desafio, com isso ficou evidente duas relações entre o número de discos e número mínimos de movimentos sendo que uma é mais viável que pois depender diretamente do número mínimo de movimento do disco anterior.

O professor fez algumas indagações em relação ao conteúdo e ao jogo “será que essa relação é válida para qualquer número de discos? Como provar se essa relação é válida?” pelo fato de ser um jogo bastante conhecido muitos alunos já sabiam que o jogo era válido para qualquer número de discos, porém não sabiam como comprovar esse fato.

Para comprovar que essa relação é válida para quaisquer números de discos, utilizamos uma ferramenta que os alunos já tinham visto em aulas anteriores que é o axioma de indução. Neste sentido fato de trazer algo concreto e relacionado com axioma de indução, a aula se tornou mais didática e mais proveitosa, além de quebrar um pouco desse paradigma que o axioma tem, que é de ser algo bastante abstrato.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Torre de Hanói tem seu histórico baseado no misticismo, de origem em uma lenda indiana que relata que o núcleo do mundo se encontra sob dono de um santuário localizado na região de Benares, na Índia (MACHADO, 1995). Esta lenda, afirma que:

Início dos tempos Deus colocou nesta cúpula três hastes contendo 64 discos concêntricos. Também foi criado uma comunidade de monges cuja única tarefa era mover os discos da primeira para a terceira haste. Os monges deveriam cumprir esta tarefa movendo um disco em exatamente uma unidade de tempo e de maneira minimal, ou seja, eles utilizavam uma regra de

movimentação que produzia o menor número possível de movimentos. Dia e noite, incessantemente, os sacerdotes tocavam os discos de uma haste para a outra, de acordo com as leis imutáveis de Brahma, que dizia que o sacerdote do turno não poderia mover mais de um disco de cada vez, e que o disco fosse colocado na outra haste, de maneira que o de baixo nunca fosse menor do que o de cima (CABRAL, 2006, p. 33).

Conhecido por ser um jogo matemático do tipo ‘quebra-cabeça’ confeccionado e publicado no ano de 1882 pelo matemático francês Édouard Lucas. Desde cedo ele apresentava uma notável aptidão para a matemática, o que fez ingressar em várias instituições da França. Após servir ao exército Édouard Lucas seguiu a carreira de matemático.

Tinha como reputação de ser um ótimo professor, entretanto e instigando seus alunos com desafios matemáticos que requerem considerável inventividade para serem resolvidos. Além de trabalhar como professor de ensino médio, foi um matemático bastante prolífico, tendo publicado durante toda a sua vida mais de 180 artigos sobre as mais diversas áreas da matemática, nos mais diversos jornais da matemática do mundo (SILVA, 2017, p. 21).

Tendo sua atenção voltada especialmente para a área da teoria dos números, Édouard Lucas fez inúmeras contribuições para essa área de conhecimento matemático, sendo uma delas a descoberta do maior número primo sem a ajuda de computadores. Neste sentido, se os 64 discos fossem removidos da haste que Deus botou no dia da formação para outra haste, o mundo deixaria de existir. Assim, apresentamos o jogo.

JOGOS NO E ENSINO.

Durantes décadas, pesquisas desenvolvem materiais didático pedagógicos que possam auxiliar a prática de ensino e aprendizagem. Araújo, Ribeiro e Santos (2012) relacionaram que os jogos, brincadeiras e instrumentos lúdicos em geral ampliam os conhecimentos podendo promover novos experimentos e permitir a construção de modelos da realidade do sujeito. Tais modelos simulam o mundo real, o que tornam mais fácil desenvolver o pensamento e a estratégias lógicas.

Além das características lúdicas dos jogos em que acomodam o desenvolvimento de diferentes competências para seus jogadores, por exemplo: buscar distintas estratégias para resolver problemas, superação de dificuldade, compreensão de atuação ambientes com regras e noções de utilização.

Associando essas características no ensino e aprendizagem, segundo Amaral (2019), os jogos educativos são atividades abertas, por isso espontânea, que há adaptação em tempo e



espaço, o qual envolve os jogadores no desenvolvimento da resolução de problemas, a partir de obstáculos artificial definidos por regras de formas lúdicas.

JOGOS MATEMÁTICOS

De acordo com Vygostsky (1987), as atividades lúdicas, como jogos e brincadeiras, são essenciais para o desenvolvimento cognitivo e social da criança. Para Kamii (1992), o conceito de jogo é um resultado para o crescimento da originalidade infantil, o qual envolve tomadas de decisões e elaboração de estratégias que conduz a regras pré-estabelecidas do jogo ou elaboradas pela própria criança.

O uso dos jogos no ensino da matemática como uma das tendências metodológicas vem ganhando espaço no ambiente escolar com uma experiência que pode promover o processo de ensino e a aprendizagem de forma lúdica. Segundo De Lara (2004), para os professores a utilização de jogos pode tornar as aulas mais agradáveis e instigantes aos alunos.

O grupo de estudo “Pentathlon Institute”, que desenvolve pesquisas nesta linha, consideram que os jogos não são apenas formas de abordar o lúdico, mas também resgatá-lo. Conforme D’Ambrósio (1989), o lúdico, assim como os jogos, pode ser pensado nas aulas de matemática como uma estratégia para desenvolver o raciocínio lógico dos alunos em situações relacionadas ao cotidiano e o desenvolvimento formal da matemática.

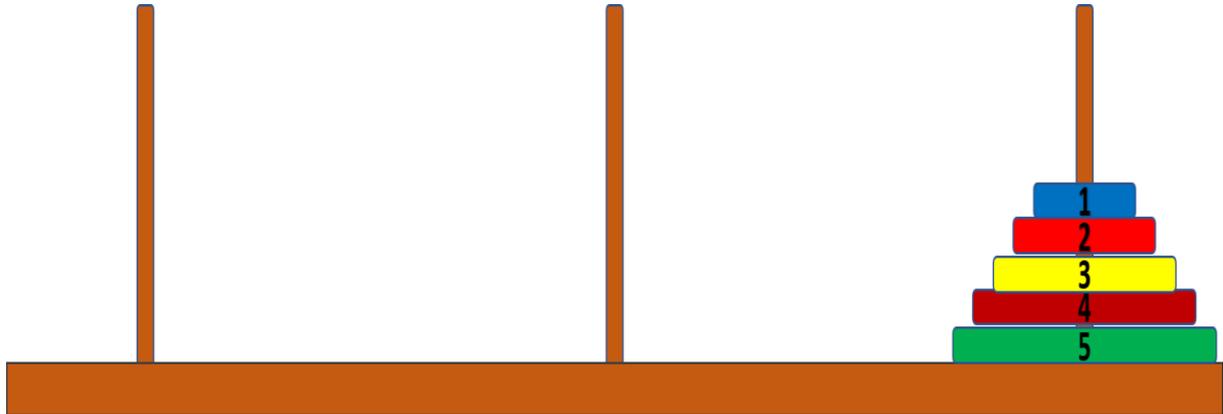
A contribuição em circunstância das características do jogo em situação que envolva o ensino, evidencia que o jogo torna-se uma atividade lúdica quando contribui para o envolvimento do estudante, do desejo e o interesse do jogador pela própria ação do jogo. Segundo Grandó (2000), quando passamos a utilizar os jogos nas aulas de matemática envolvemos os alunos em competição saudável e desafios que os motivam a conhecer os seus limites e suas possibilidades de conquistas.

O JOGO

O jogo é basicamente formado por uma base, onde nela está fixada três hastes na vertical, com discos perfurados no centro de diferentes tamanhos, que são distribuídos de forma que o disco de diâmetro menor esteja sempre sobreposto o de disco maior.



Figura 1: Torre de Hanói



Fonte: Os Autores (2020).

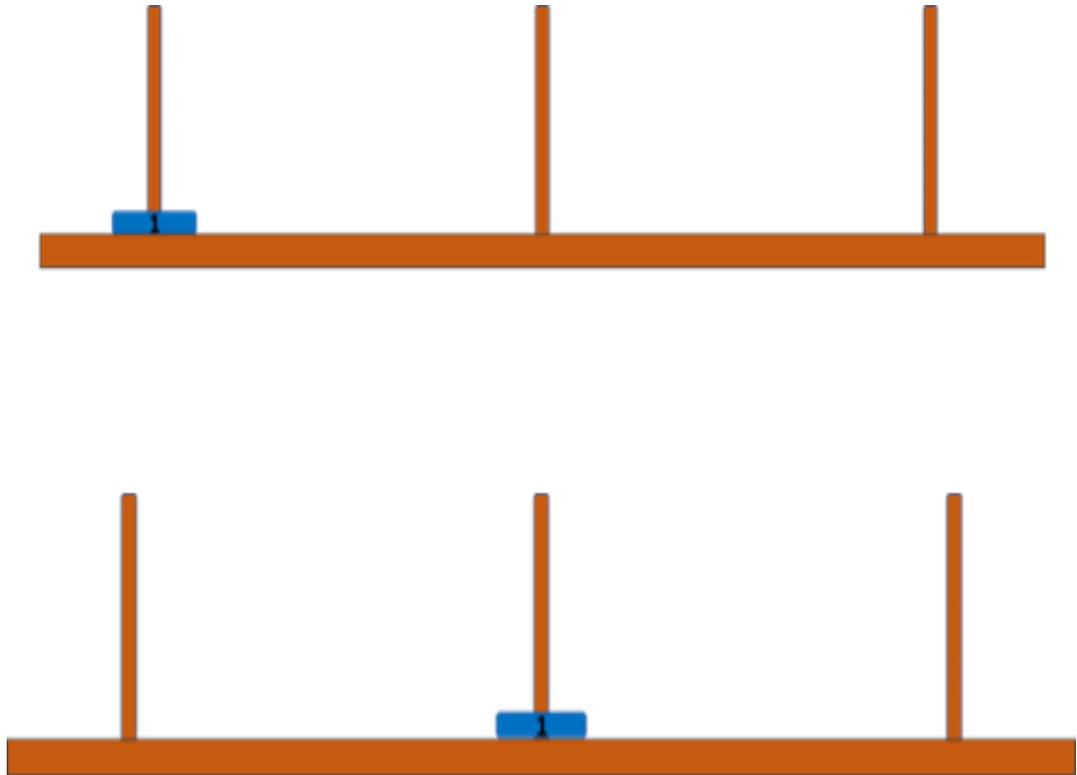
O objetivo do jogo é mover todos discos de uma haste para outra com uma quantidade mínima de movimentos, obedecendo às seguintes regras.

- 1) só pode deslocar ou movimentar um disco por vez;
- 2) o disco de diâmetro maior não pode ficar sobre o de diâmetro menor;
- 3) Não pode, em hipótese nenhuma, deslocar/movimentar uma peça que esteja inferiormente a outra.

Só com um disco percebe-se que o jogo se torna bastante simples, visto que só levará um movimento para deslocar o disco de uma haste para outra.



Figura 2: movimento com um disco

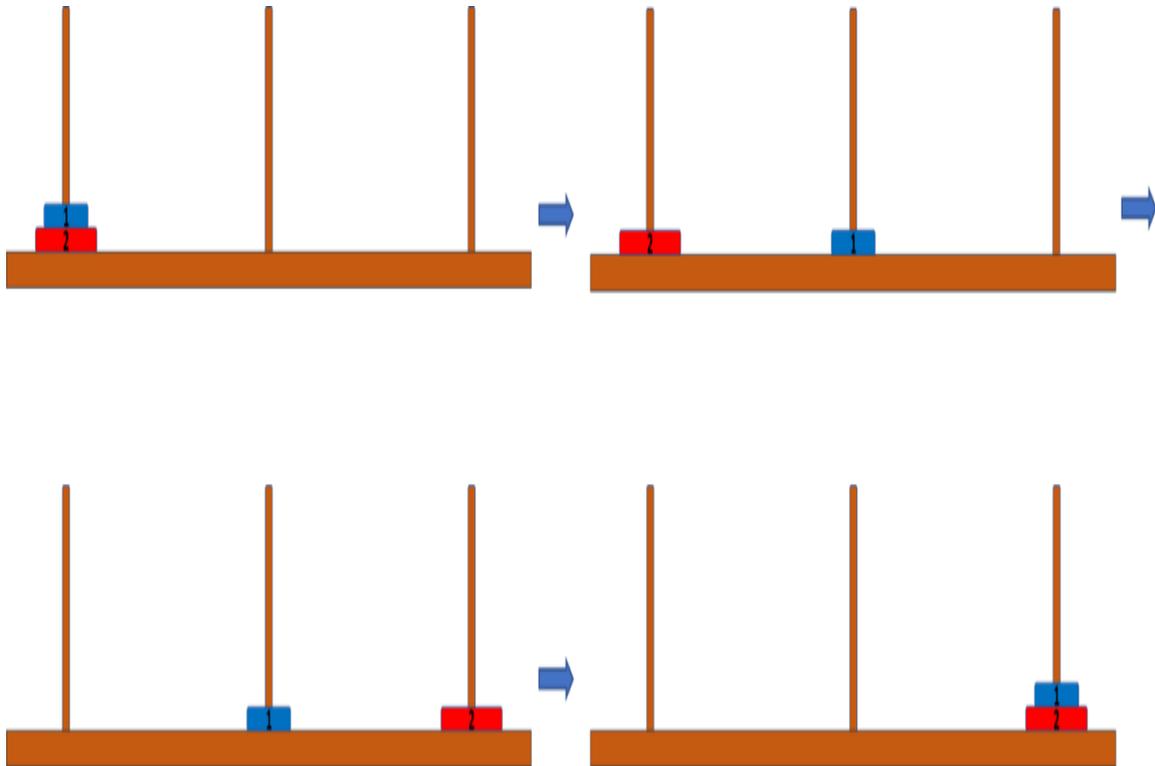


Fonte: Os Autores (2020).

Para 2 discos são necessários 3 movimentos:



Figura 3: Movimento com dois discos

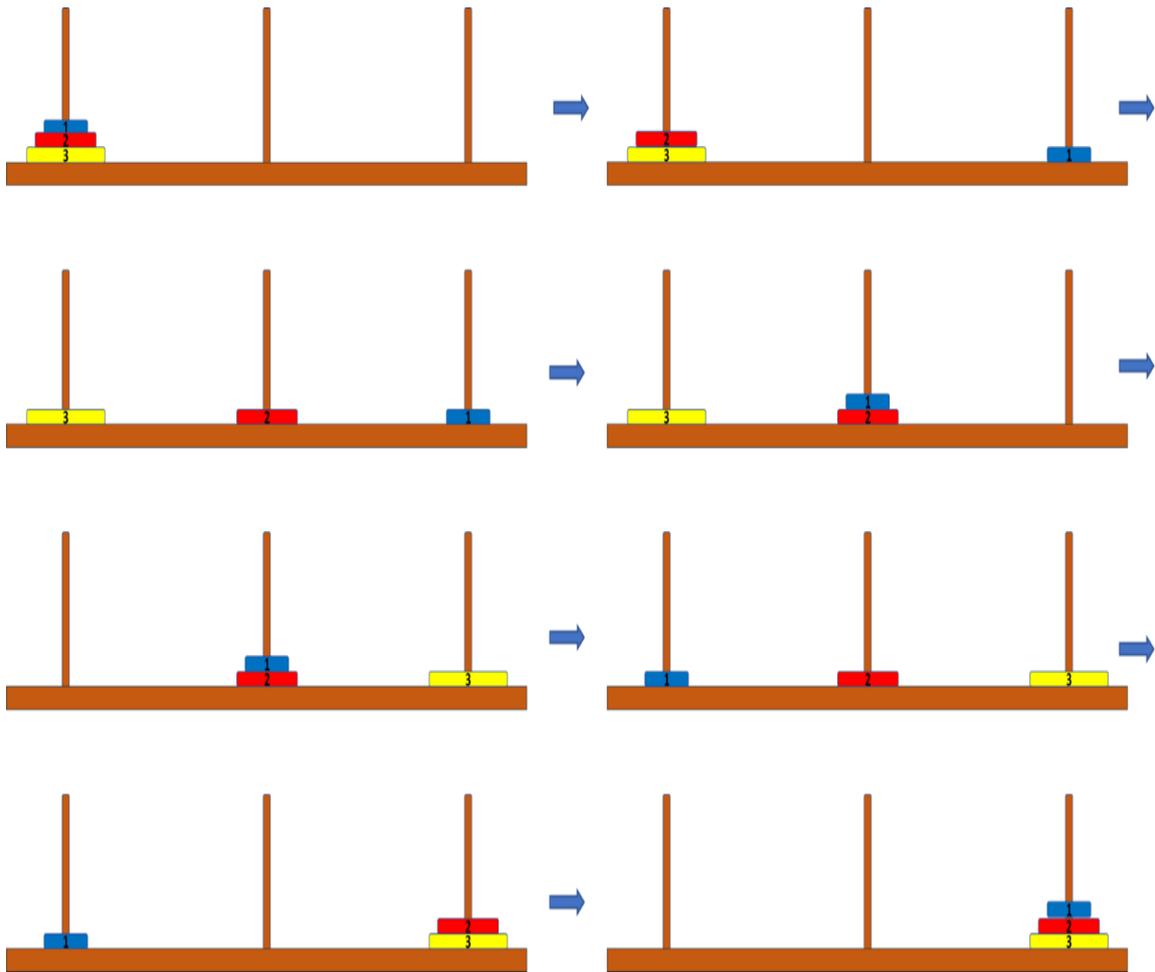


Fonte: Os Autores (2020).

Com três discos serão necessários sete movimentos.



Figura 4: movimento com três discos.

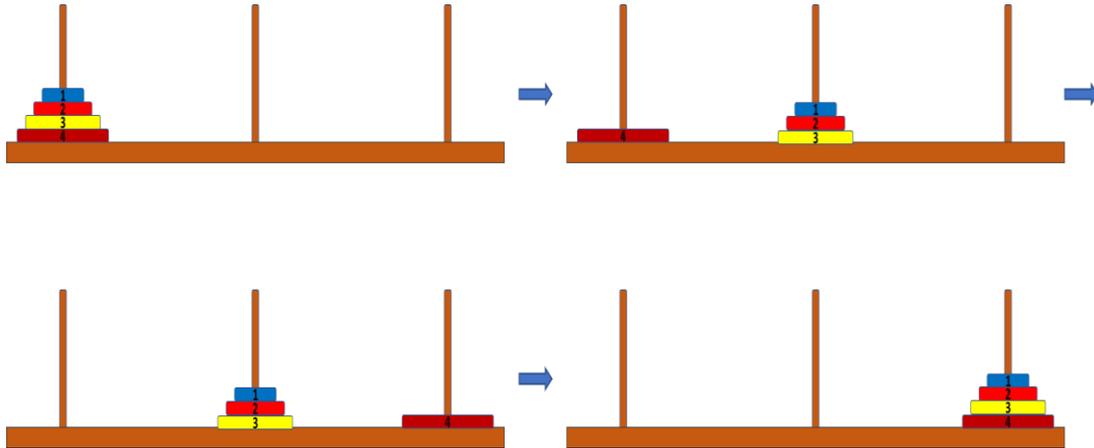


Fonte: Os Autores (2020).

Para movimentar quatro discos iremos fazer de forma diferente,



Figura 5: movimento com Quatro discos



Fonte: Os Autores (2020).

Sabemos que para mover o disco de maior diâmetro será necessário mover os três discos de diâmetro menor a ele, já sabemos que para movimentar três discos são necessário sete movimentos, então para que o disco maior fique livre serão necessários sete movimentos, para deslocá-lo será aplicado um movimento e para deslocar novamente os três disco serão aplicado mais sete movimentos. Aplicando a matemática temos que:

$$7+7+1=15$$

$$2*(7) +1=15$$

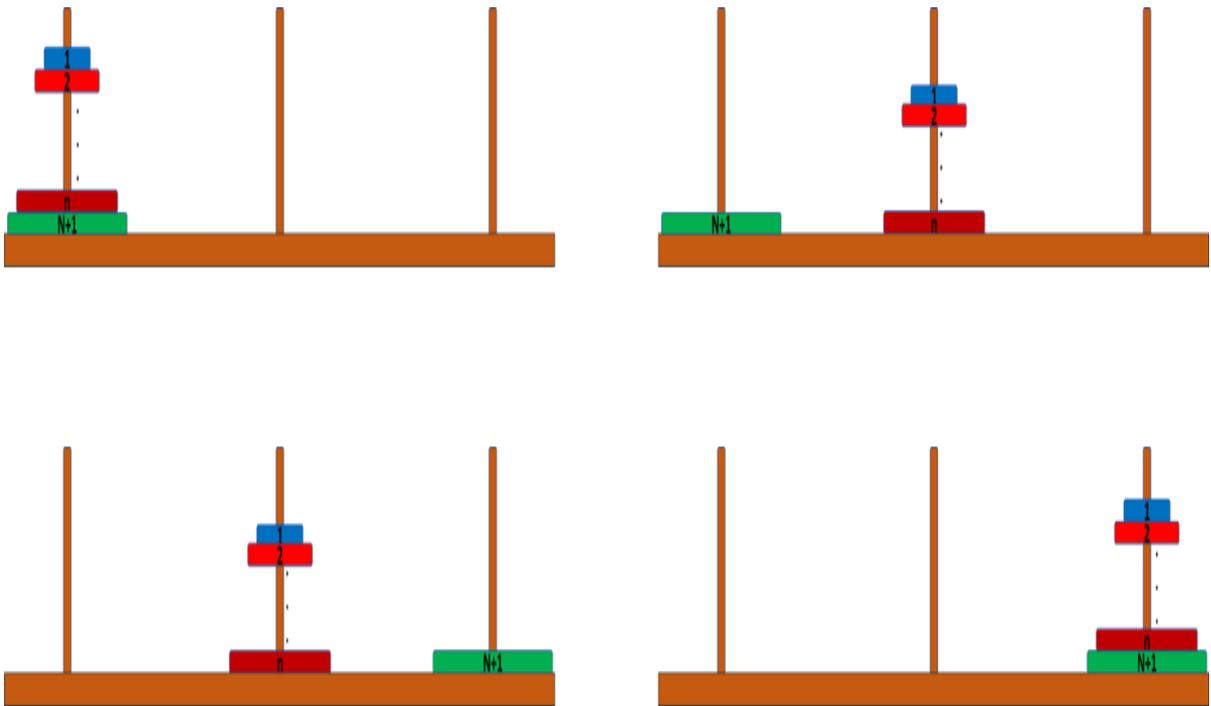
Assim, concluindo o desafio que é deslocar todos os discos de uma haste para outra com o total de quinze movimentos.

NÚMERO MÍNIMO DE DISCO

A partir dessa relação percebemos que para achar o número mínimo de disco de um disco sucessor ao disco de origem, onde já sabemos o número mínimo de movimentos para movimentá-lo, teremos sempre duas vezes os números de movimentos de discos antecessor a ele e mais um movimento.



Figura 4: movimentos para N discos.



Fonte: Os Autores (2020)

Usando a indução matemática, veremos que os conceitos apresentados com o uso do jogo torre de Hanói são válidos. Para demonstrar que essa relação é válida para um número qualquer de discos, utilizaremos o princípio da indução matemática, que seu teorema consiste basicamente em:

PRINCÍPIO DE INDUÇÃO MATEMÁTICA

Com último postulado de Peano, foi desenvolvido o conceito de indução matemática, em que define e constitui os números naturais o PIM (princípio de indução matemática é praticamente entender os números naturais (Lima, 2007). A indução matemática é desenvolvida pela demonstração e muitas das vezes é analisado em cursos de álgebra, matemática discreta no nosso caso nos estudos da disciplina de teoria dos números, no qual possui várias aplicações em todas as áreas da matemática.

Princípio de indução matemática é uma ferramenta utilizada para demonstração de fatores referentes aos números naturais.

Seja $a \in N$ e seja $P(x)$ uma sentença em N , suponha que.

- I) $p(a)$ é verdade, e que.



II) $\forall n \geq a, pn \rightarrow p(n + 1)$ é verdade, então $p(n)$ é verdade para todo $n \geq o$.
seja $p(d) = 2^d - 1$ então temos que:

DEMONSTRAÇÃO

$$p(1) = 2^1 - 1 = 1$$

Suponha que $p(d)$ é verdade, isto é $p(d) = 2^d - 1$.

Vamos mostrar que $p(d + 1)$ é verdade, ou seja $p(d) = 2^d - 1$ então $p(d + 1) = 2^{d+1} - 1$

Por hipótese de indução temos que:

$$\begin{aligned} p(d) &= 2^d - 1 \\ p(d + 1) &= 2(p(d)) + 1 \\ P(D + 1) &= 2(2^d - 1) + 1 \\ p(d + 1) &= 2^{d+1} - 2 + 1 \\ p(d + 1) &= 2^{d+1} - 1 \end{aligned}$$

Logo $p(d + 1)$ é verdade e, portanto, pelo princípio da indução matemática temos que $p(n)$ é verdade para $n \geq 1$. Portanto, podemos afirmar que o jogo torre de Hanói é válido para qualquer número de discos.

Uma das formas mais simples de associar uma relação dos movimentos com uma determinada ação, é através de uma função matemática. A função matemática é a relação entre dois conjuntos de elementos onde estão relacionados por uma lei de formação, ou seja, para cada elemento X estará relacionado com um valor $F(X)$ onde $F(X)=Y$.

Seja os números de movimentos (NV) dos discos então temos que.

$$MV(N+1) = ND(N)+1+ND(N)$$

$$MV(N+1) = 2ND(N)+1$$

Tendo em vista que para $MV(N+1)$ irá ser sempre uma P.G. de razão dois, logo temos que.

$$D1=1$$

$$D2=2(D1) + 1$$

$$D3=2(D2) + 1$$

$$D4=2(D3) + 1$$

$$D5=2(D4) + 1$$



Para achar o número mínimo de movimentos para D5 iremos utilizar este mesmo raciocínio.

$$D5=2(D4) +1$$

$$D5=2(2(D3) +1) +1$$

$$D5=4(2(D2) +1) +3$$

$$D5=8(2(D1) +1) +7$$

$$D5=16+8+7$$

$$D5=2^{5-1}+2^{5-2}+2^{5-2} - 1$$

$$D5=2^{5-1} + 2(2^{5-2}) - 1$$

$$D5=2^{5-1} + 2^{5-1} - 1$$

$$D5=2(2^{5-1}) - 1$$

$$D5=2^5 - 1$$

$$D5=31$$

Percebemos que, para achar o número mínimo de movimentos de cada disco será sempre na fórmula de uma função exponencial dada na seguinte fórmula: seja D o número de discos, então temos que $D=2^D - 1$.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que, para que o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem de matemática, baseado em jogos com princípio da torre de Hanói e que tenha uma aprendizagem significativo para o discente, é fundamental que toda prática seja conduzida e analisada pelo professor na sua execução. De acordo com Shimorra e Sobreira (2015), a união da utilização do jogo com o conteúdo trabalhado em sala de aula provoca uma motivação instigada pelo jogo, formulando-se uma ponte entre o prazer e o aprender, possibilitando, assim, novas vertentes e pensamentos dos estudos trabalhados em sala de aula.

Ao utilizar jogos matemáticos, o professor deve fazer como que a compreensão dos pensamentos matemáticos evolua com o passar do tempo, fazendo com que os estudantes desenvolvam habilidade e um nível de abstração, permitindo com que ele estabeleça relação com métodos de aprender matemática de forma prazerosa.

Portanto, esta pesquisa nos norteia ao observar uma linha de raciocínio mais didática e dinâmica para resolução do jogo a partir da movimentação que ocorre para mover os discos de uma haste

para outra, e utilizando o axioma de indução, demonstrar que essa linha de raciocínio é válida para qualquer número de discos.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R. R. D. **Preserve: um estudo sobre jogos digitais na educação básica no contexto do ensino de Física.** 2019. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CE. Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica, 2019.

ARAUJO, N. M. S.; RIBEIRO, F. R.; SANTOS, S. F. D. **Jogos pedagógicos e responsividade: ludicidade, compreensão leitora e aprendizagem.** *Bakhtiniana, Rev. Estud. Discurso* [online]. 2012, vol.7, n.1, ISSN 2176-4573.

BARBOSA, S. L. P.; CARVALHO, T. O. Jogos matemáticos como metodologia de ensino aprendizagem das operações com números inteiros. **Projeto de Intervenção Pedagógica na Escola apresentado ao Programa de Desenvolvimento Educacional.** UEL-Londrina. 2008.

CABRAL, M. A. **A utilização de jogos no ensino de matemática.** Trabalho de Conclusão de Curso de Matemática – Habilitação em Licenciatura Departamento de Matemática Centro de Ciências Físicas e Matemáticas Universidade Federal de Santa Catarina. 2006.

COSTA, L. N.; DA SILVA, V. L. L.. Torre de Hanoi. **Semana da Matemática do Instituto de Matemática**, n. 3, 2019.

CALLOIS, R. **Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem.** Trad. De José Garcez Palha. Lisboa: Edições Cotovia. 1990.

D'AMBROSIO, B. S. Como ensinar matemática hoje. **Temas e Debates. SBEM. Ano II**, v. 2, 1989.

DE LARA, I. C. M. **Jogando com a Matemática de 5^a a 8^a série.** 2004.

GRANDO, R. C. et al. **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula.** 2000.

LIMA, A. R. S. et al. **A MATEMÁTICA ALÉM DO QUADRO E GIZ: O Ensino e a Aprendizagem da Matemática por meio dos jogos.** 2020.

LIMA, E. L. **Indução matemática.** Disponível em: www.obm.org.br/eureka/artigos/inducacao.doc. Acesso em: 8 out. 2019

MANZO, A. J. **Manual para la preparación de monografias: una guía para presentar informes y tesis.** Buenos Aires: Humanitas, 1971.

MACHADO, N. J. **Matemática e educação: alegorias, tecnologias e temas afins.** São Paulo: Cortez, 1995.

MOURA, M. O. de. **A série busca no jogo: do lúdico na matemática.** A Educação Matemática em Revista, nº 3. 1994

SHIMORRA, C; SOBREIRA, E. Criando Jogos Digitais para a aprendizagem de matemática no ensino fundamental I. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**, 2015.

SILVA, B. A. **Números de Fibonacci e números de Lucas**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo, Martins Fontes, 1 edição 1987.

O virtual no ensino das ciências naturais: implicações transdisciplinares

Osmundo Rocha Claudino¹

RESUMO

Este artigo analisa os fundamentos conceituais das tecnologias de informação e comunicação, implicações do seu aporte aos processos educacionais e, em caráter mais específico, as bases da usabilidade do virtual para o ensino das ciências naturais, tomando, dentre outros referenciais teóricos, Castells (2005), Lévy (1996; 1999), Chaves (2018), Maturana e Varela (2001). Metodologicamente organiza-se em três enfoques principais: (1) a contextualização da tecnologia do ponto de vista de suas relações sociais, políticas, econômicas e culturais, contrastando com as tendências de situá-la como fenômeno inusitado nos limites dos espaços educacionais; (2) a emergência do ciberespaço como matriz de reconstrução do saber e a exigência de uma nova pragmática para os sistemas educacionais; e (3) a aplicabilidade da realidade virtual para o ensino das ciências em face da natureza dos processos de produção do conhecimento científico. Como resultantes, reitera-se a necessidade de se repensar o enfrentamento das aplicações tecnológicas como algo abstrato ou completamente alheio à dinâmica educacional, propondo uma mentalidade que privilegie a construção de uma pragmática para dar suporte aos processos de inovação e ao exercício de inteligência coletiva nos ambientes virtuais de ensino-aprendizagem. Particularmente, as potenciais contribuições que o virtual enseja como ferramenta pedagógica ao ensino das ciências naturais esbarram numa percepção fortemente caracterizada por um objetivismo central (foco no objeto), a despeito da qualidade subjetiva que o próprio manuseio das tecnologias do virtual sugere para os processos de criação e reformulação do conhecimento.

Palavras-chave: Tecnologia - Educação – Virtual - Ciências.

1. Introdução:

Em plena pandemia da covid-19, provocada pelo vírus *Sars-Cov-2*, causando até o momento a morte de mais um milhão de pessoas em todo o Planeta, com o fechamento de escolas e a imposição do distanciamento social como barreira de contenção sanitária, este artigo analisa os fundamentos conceituais das tecnologias de informação e comunicação, implicações do seu aporte aos processos educacionais como um todo e, em caráter mais específico, as bases da usabilidade do virtual para o ensino das ciências naturais, tomando, dentre outros referenciais teóricos, Castells (2005), Lévy (1996; 1999), Chaves (2018), Maturana e Varela (2001).

¹ Mestre em Educação pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Professor do departamento de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). osmundorc@gmail.com

Na gênese do mundo que se abre por extensão do real, a serpente pode estar tanto na canonização quanto na sumária condenação do uso das tecnologias do virtual nos processos de construção do conhecimento, produção de bens de consumo e serviços culturais. Talvez seja mais prudente considerar as diversas formas de como se vê ou do como se é visto. E, para cada uma dessas formas, há variáveis que se nutrem do subjetivismo de quem as observa e, ao mesmo tempo, de quem esteja sendo observado, a despeito da suposta autonomia do olhar e da arguição eletrônica em tempos de modelização da inteligência artificial, razão pela qual, também, parece que não tenhamos nos deparado com uma era de rigidez estética que careça de uma nova insurreição simbolista.

Parece bastante claro que para compreendermos a multiplicidade de aplicações que o universo do virtual pode oferecer, e que se avolumam nas primeiras décadas deste terceiro milênio, é preciso romper concepções arraigadas. Para tanto, concorrem contribuições que atravessam desde a denominada inversão de imagem - nos domínios do materialismo histórico - até a incursão nos fundamentos que norteiam ‘instalações interativas’ ou espécies de simbioses tecnológicas que edificam e revelam tridimensionalidades capazes de reagirem ao toque sutil da ponta dos dedos. As diversas leituras de mundo se deparam com o desafio das revisões conceptuais, nos instantes em que o conceito clássico de matéria vai sendo continua e epistemologicamente redefinido.

O mundo deixou de ser singular. Os mundos, agora, transpõem o liame entre o mundo real com as suas limitações naturais e a realidade virtual, que não induz necessariamente à violação de princípios, mas enseja oportunidades de entender melhor tais limitações e explorá-las ao máximo de suas potencialidades, sobretudo nos processos de construção e redistribuição do conhecimento. No lugar da incompatibilidade física, o espaço cooperativo. Ao invés da fatalidade do extemporâneo, uma possibilidade tentadora das categorias de tempo e espaço, surpreendendo o ceticismo mais radical. Emerge, assim, uma nova percepção do conceito do que é a forma, transformada pela inovação tecnológica que reestrutura os processos históricos, político, econômico, educativo, culturais e sociais.

Ao propor a reconsideração do uso de protótipos materiais em muitas variantes industriais e provocar a reação enclausurada nas reentrâncias da representação mental clássica, a utilização da realidade virtual vislumbra imensos desafios a superar e que parece próprio das grandes inovações: a odisseia do equilíbrio entre o ufanismo de uns² e a

² O filósofo francês Pierre Lévy, professor da universidade Paris VII, se destaca entre os pensadores que acreditam nas potencialidades do virtual para o aperfeiçoamento das instituições e geração de novos espaços de transação do conhecimento.

banalização de outros³. A concretização de tangíveis contribuições que a dimensão virtual pode proporcionar para a melhoria do nosso mundo real está, por isso mesmo, condicionada à compreensão mais ampla possível do movimento tecno-social, que marca a consolidação da sociedade da informação e do conhecimento.

Nesta perspectiva, analisamos os fundamentos conceituais das tecnologias de informação e comunicação, as suas implicações para processos educacionais como um todo e, em caráter específico, quanto à usabilidade do virtual para o ensino das ciências. Organizado em três enfoques principais, este estudo procura mostrar as imbricações que tecem uma teia que envolve: (1) a contextualização da tecnologia do ponto de vista de suas relações sociais, políticas, econômicas e culturais, contrastando com as tendências de situá-la como fenômeno inusitado nos limites dos espaços educacionais; (2) a emergência do ciberespaço⁴ como matriz de reconstrução do saber e a exigência de uma nova pragmática para os sistemas educacionais; e (3) a aplicabilidade da realidade virtual para o ensino das ciências em face da natureza dos processos de produção do conhecimento científico.

De tal sorte, buscamos além do enredamento entre o todo e a parte, entre o individual e o coletivo, entre reducionismo e complexidade. Ousamos uma atitude gnosiológica que Paulo Freire (1994) enfatiza ser essencial para reconhecemos os vínculos que convergem num mesmo fenômeno.

2. Tecnologia e Educação: enlaces e devir

A condição de resultante de um determinado contexto, a importância estratégica como condição de desenvolvimento desse mesmo contexto, a vinculação direta como produto da intervenção ou omissão estatal, a crescente influência na afirmação da identidade cultural das mais diversas formações sociais, o papel que desempenha para a elucidação dos fenômenos naturais etc., constituem algumas das intersecções do avanço tecnológico, que, sobretudo por conta da popularização da interatividade, reitera sua relação com o que cabe ser compreendido como uma vocação/aplicação humanitária (CASTELLS 2005; LÉVY, 1999).

Assim, o próprio conceito de tecnologia - entendida como processo decorrente das inter-relações de produção, experiência e poder que perpassam os modos de produção de bens

³ Jean Baudrillard faz severas críticas ao virtual, a quem acusa de imaginário ilusório impulsionado pela mídia, que busca a qualquer custo transformar a informação na pitonisa da catástrofe contemporânea, tentando suplantar o processo histórico.

⁴ LEVY (1999) define ciberespaço como meio de comunicação que surge da interconexão mundial de computadores, englobando não só a infraestrutura material da comunicação digital como também as informações que abriga, assim como os seres humanos que navegam e alimentam esse universo.

e de conhecimento, as relações homem/ambiente, as interações simbólicas, a produção cultural etc., - reafirma a sua natureza cosmopolita, influenciando os diversos matizes de organização e expressão da evolução humana (CASTELLS, Idem). A influência multissetorial da tecnologia, abrangendo largamente a vida humana e dos demais seres, exige necessariamente a adoção de procedimentos metodológicos capazes de propiciar o seu estudo imbricado com fatores que extrapolam qualquer que seja a sua aplicação específica. Significa dizer que a percepção plural do avanço tecnológico exige a necessidade de uma visão sistêmica, uma busca ontológica⁵, sem tangenciar ou estabelecer uma determinante única ou exclusivista.

Entretanto, ainda que sob a influência global das intensas transformações tecnológicas, que sustentam o modelo de sociedade da informação e do conhecimento, as abordagens sobre o aporte de tecnologias da informação para o meio educacional acentuaram uma tendência fragmentar, cristalizando-se em expressões que buscaram sempre caracterizar a inserção, introdução, incorporação, inclusão e outros 'ãos' que continuam menos úteis à interpretação do paradigma digital que para demarcar um sectarismo ambivalente. Assim, ainda que tal delimitação conceitual buscasse, por um lado, alertar para a necessidade de reflexão sobre a melhor forma de explorar tecnologias avançadas em favor do aperfeiçoamento de metodologias de ensino-aprendizagem, por outro, inferiu estarmos diante do surgimento de um valor cultural absolutamente estranho ou completamente alheio ao universo de educadores e educandos.

Eivada pelo classicismo comportamentalista, tal tendência ensejou o estabelecimento de uma linha de raciocínio segundo a qual a emergência das TICs – então particularizadas no uso do computador como coadjuvante no processo ensino-aprendizagem - causaria impacto de repercussões inusitadas para o processo educacional como um todo. Esta concepção forjou generosos espaços para que manuais redentores, cursos de capacitação, treinamentos e outras conjecturas semelhantes acabassem favorecendo a formação de blocos antagônicos nas escolas: o dos 'indiferentes', de um lado, aglutinados sob o pretexto de que o sentido do trabalho docente sobrepujaria quaisquer recursos de aprendizagem; e de outro, a euforia de ufanistas, que projetaram no aparato tecnológico, inclusive, a superação de óbices educacionais históricos.

⁵ Para LÉVY (1996) esta busca ontológica corresponde a um processo de virtualização, isto é, buscar descobrir a questão mais abrangente a que se relaciona um tema específico, visando à redefinição da atualidade como resposta a uma questão particular.



Observou-se, pois, que os extremismos levaram a crer que o advento dos ambientes virtuais de ensino-aprendizagem sanaria dificuldades desde as mais comuns às mais complexas. Num ou noutro caso, notabilizou-se o reducionismo que idealiza a escola à parte das demais transformações sociais, culturais, políticas e econômicas alavancadas pelas tecnologias digitais.

Ao se referir à tendência de limitação da compreensão da revolução tecnológica às questões de *hardware*, por exemplo, o filósofo francês Pierre Lévy (1999) afirma que incertezas decorrentes quanto à melhor utilização da água podem levar também a que se lance a bacia fora. De fato, o que ocorre com a integração das mídias clássicas (imprensa, rádio, TV, cinema, teatro, etc.) ao cotidiano escolar ainda hoje, reforça o caráter de complexidade que envolve a exploração das mídias eletrônicas e revela os riscos de se subestimar seus respectivos processos de criação, de reformulação, de interação, etc.

Compreender o processo de inovação tecnológica pressupõe a adoção de atitudes que ultrapassam os limites da ênfase nos aspectos tecnológicos e industriais da informática ou de um domínio meramente técnico (CHAVES, 2018), abrigando diversidades e subjetividades de parâmetros. Por si mesmas, as questões sinalizam o estratagema de imaginar que se esteja numa ilha cercada de *hardwares* e de *softwares* por todos os lados, convergindo um pragmatismo de posições puramente técnicas ou puramente econômicas que pode dificultar significativamente o entendimento da revolução informacional como um todo (Lévy, 1999.). Talvez seja relevante avaliar mudanças noutras atividades humanas, deslindar novas relações advindas com o processo de informatização da sociedade, e a respeito do qual o educador necessariamente terá de se posicionar (Lucena, 1998). A ideia pode, portanto, consistir em analisar comparativamente trajetórias, projetar além do prisma do conflito de classes, submergir aos padrões decorrentes da imersão tecnológica, estabelecendo sinergias que animam a inteligência coletiva.

Repensar a relação tecnologia e educação, sugere a necessidade de aprender com os mundos virtuais, requer compreender novos significados, avaliar e entrelaçar possibilidades de transação de saberes que alimentam a efervescência da cibercultura⁶, tecendo a maturidade transdisciplinar que sobrepuja a visão de um mundo real de objetividades intransponíveis.

Diante das evidências de que a discussão não se limita à bacia em si, isto nos leva a questionar o que fazer para que a imersão tecnológica seja capaz de potencializar conteúdos? Quais as metamorfoses transcendentais? Como efetivá-las na prática? A busca por essas

⁶ Cibercultura é definida por Lévy (1999) como sendo um conjunto de práticas e atitudes que são desenvolvidas e compartilhadas no ciberespaço, tal como acontece nas redes sociais eletrônicas.

respostas talvez aponte razões para que a ideia de uma discussão fragmentada dê lugar a uma construção pluralista, apoiando-se, deste modo, na premissa global da interface humana com o aperfeiçoamento e a expansão tecnológica como um todo.

Sem desconsiderar os propósitos deste recorte, é preciso entendê-lo também como causa e/ou efeito da disseminação cultural da imagem de um impacto desproporcional e inusitado, que idealiza o advento tecnológico como algo externo, inesperado, instantâneo, divergente à complexidade e diversidade que se inscreve desde sempre no nosso papel de educadores.

2.1 A polissemia do ‘impacto’

Longe de representar proselitismo linguístico, as ressalvas que podem ser feitas à ideia de impacto têm como pano de fundo a reação que provoca, geralmente, manifestada por uma postura defensiva. Até aí nenhuma novidade, principalmente ao considerarmos que a natureza biológica, no mínimo, garante às espécies a luta pela manutenção do seu nicho. Contíguo, o instinto de sobrevivência comumente reage para preservar domínios consagrados ou, ao menos, amenizar consequências decorrentes do contato com o novo, com o até então desconhecido. Num exercício de biosociologia, entretanto, pode-se afirmar que reações de autodefesa podem transformar o desconhecido em indesejável, exprimindo mitos e inviabilizando quaisquer tentativas de esclarecimento mais amplo (MATURANA; VARELA, 2001).

Nesse sentido, não são raras as reações à expansão digital que beiram à indiferença ou sua negação como um fato concreto da vida social, cultural, política e econômica. Dentre diversas explicações para as resistências frequentes, algumas indicam sua procedência na contrapropaganda desencadeada pelas mídias clássicas. Esses dois aspectos – a rejeição e o papel desempenhado pelas mídias clássicas para tanto – precisam ser mais detalhados na tentativa de mostrar o que podem conter de subsequentes e de contraditório.

Em geral as tecnologias de maior repercussão no cotidiano são as que implicam a automação de processos e que, inerente ao campo da robótica, tende a atrair a antipatia principalmente daqueles que se sentem ameaçados pela própria noção de representação de “*tecnologia substitutiva*” que alimentam (WEISSBER, 1999, p. 117).

Nem as estradas, nem os aviões, nem o telefone, nem a Internet fizeram desaparecer os caminhos vicinais ou os percursos de caminhadas (que nenhuma lei proíbe que o caminhante tome) apenas transformaram sua função (LÉVY, 1999, p. 217).



Embora muitos educadores não se situem integralmente numa perspectiva extremista quanto à posição de Paul Virilio (1999, p. 127) que chega a defender o transcurso de uma “automação da percepção” pela ótica eletrônica, capaz de provocar uma confusão relativista entre real e virtual, talvez não deva ser totalmente destacada a possibilidade de alguns assim ponderar a questão, notadamente quando as mídias clássicas difundem a crítica da substituição com o intuito de salvaguardar sua repercussão histórica, questionada pelo crescimento exponencial de novas formas de organização social, comunicação e expressão cultural propiciadas pela expansão das tecnologias interativas. Acrescenta Lévy (1999) que o fato de o ciberespaço oferecer a reciprocidade como diferencial em relação às mídias clássicas, explica o reflexo deformado que esta procura impingir à cibercultura.

A conotação de impacto tecnológico, analisada por Ferreira (2003) sob o argumento do seu custo social, condiciona setorialmente os reflexos da tecnologia tendendo a atribuí-la poder de determinante única das implicações sociais, políticas, culturais e econômicas. A contradição, porém, pode ser observada na radicalização indiferente à expansão tecnológica, seja de cunho cultural, seja de fundo religioso como em algumas manifestações fundamentalistas (CASTELLS, 2005). Isto mostra também o quanto à disseminação da ideia do impacto atende muito mais ao corporativismo de grupos e ratifica porque não se resume a uma questão meramente hermenêutica, permitindo concluir a atitude de aversão como resultante, em grande parte, do enfoque ideológico levado ao ar pelas mídias clássicas. Afastada a possibilidade de tolhimento da liberdade de escolha, o ceticismo pode não traduzir o espírito de conquista individual e coletiva que a multiplicação de novas formas de comunicação, de encontro e de cooperação pode ensejar. Observe-se, ainda, o exemplo do que se verifica em termos da interação bancária.

Circunstancial, habitual ou necessariamente faixas bastante representativas das populações em geral, mantêm relações permanentes com os sistemas econômico-financeiros que, por razões demográficas e de maximização de lucros, recorrem às tecnologias avançadas para assegurar, no mínimo, agilidade, e confiabilidade dos serviços que oferecem. Nenhuma genialidade transbordante em observar nisso a formação de uma nova conduta e que, considerada ‘normal’, requer a memorização de senhas e códigos, bem como a interação com interfaces, cuja finalidade básica presumível é proporcionar segurança, comodidade e rapidez. Embora possam existir dificuldades para adoção desse padrão comportamental frente às rotinas exigidas, geralmente não se questiona sua legitimidade de propósito, de tal modo que a faculdade de atender às mesmas ressalta o caráter condicionante da tecnologia, ao mesmo

tempo, mostrando que a sua rejeição em outras aplicações cotidianas tende a se mostrar contraditória. A sujeição à tomografia computadorizada e/ou a realização de transferências eletrônicas de valores, como exemplos, realçam a presença da tecnologia no dia-a-dia de todos, propondo novas interações e motivando novas posturas que culminam novas formas de viver.

2.2 Redimensionamento institucional e profissional

A desterritorialização pode ser considerada um dos grandes feitos da virtualização (senão o principal deles!) na medida em que, provendo o processo de metamorfoses mais significativas da globalização, altera os marcos referenciais de indivíduos e coletividades, atribui novas interpretações de território, fronteira, identidade, nacionalidade, etc., fazendo emergir outros padrões de sociabilidade. Nem mesmo antagonismos ideológicos se sustentam pela certeza de fatos que outrora encarnavam como irrevogáveis. As sensações estão irremediavelmente alteradas, segundo reitera Ianni (2007). Os pares perto/distante, lento/rápido, atual/remoto, visível/invisível, e outros tantos precisam ser revistos em consonância com noções de tempo e espaço em que ocorrem ou são atualizados constantemente, instaurando interfaces de parâmetros físicos, biológicos, sociais, tecnológicos, culturais, de forma nunca antes imaginada.

Para o espectro desta discussão, a importância do elo físico ou da escola em termos institucionais, deve-se a sua condição de facilitadora do acesso ao “admirável mundo do virtual” (BRENNAND, 2002), sobretudo, nas nações periféricas ou em desenvolvimento, nas quais o estado passa a exercer papel preponderante para associação de movimentos de universalização escolar e inclusão digital. Tal ligação, por inferência, destaca as relações entre a educação, o estado e a tecnologia não apenas por envolverem processos de criação, reconstrução do conhecimento e processos de aprendizagem, mas também do ponto de vista da necessidade de legitimidade no controle das políticas públicas (NEVES, 1994).

Conforme ressalta Cambi (1999), as atribuições do estado de gerir e fomentar o desenvolvimento de áreas estratégicas - resgatadas como pilares da revolução francesa - incorporam outros matizes em pleno apogeu das tendências neoliberais no mundo contemporâneo, extrapolando as fronteiras do debate ideológico, reafirmando novos sujeitos dentro do processo educativo e indo de encontro ao discurso da pluralidade, eficiência e agilidade.

Contudo, do mesmo modo que alguns problemas enfrentados pelas mídias clássicas se mantiveram e outros surgiram a cada nova descoberta de meios mais eficientes de comunicação, muito provavelmente o aporte das tecnologias digitais não embute a solução miraculosa de dificuldades históricas do sistema educacional. Não significa, porém, o extremo de desconsiderar que o advento do paradigma digital provoca a renovação contínua dos fundamentos dos processos educacionais, sejam eles formais ou informais. Muito ao contrário! À medida que os processos culturais, científicos, políticos e econômicos recompõem-se, as tendências parecem indicar duas alternativas basilares: a oportunidade de a escola revigorar sua participação nos domínios das transformações sociais, construindo novas relações com os diversos saberes, ou aprofundar crises paradigmáticas que ciclicamente acomete a cada evento histórico de maior repercussão.

De nenhum modo trata-se de impor um sistema fechado entre bem e mal, mas de propor um posicionamento historicamente inevitável (ainda que não se negue a bifurcação), onde a palavra-chave deve ser reformular. Ao reconhecermos no emprego da tecnologia a quebra da hierarquização do conhecimento pode nos permitir dar avançar ainda mais nessa direção, posto que a rigidez institucional se insurge como um dos primeiros obstáculos para que a escola considere uma rede de saberes que se forma à sua revelia e que, em ritmo acelerado, vai aproximando competências, questionando metodologias e se mostrando mais eficaz na distribuição, ampliação e recriação do conhecimento (CHAVES, 2018; LÉVY, 1999).

A redefinição do papel institucional, com a mudança qualitativa nos processos de ensino-aprendizagem, por inferência, gera novos parâmetros para a atuação profissional, na qual o educador passa a assumir as funções de animador da inteligência coletiva. Suas atribuições deixam de gravitar no campo da transmissão de conhecimentos, migrando para o papel de gestor da aprendizagem cooperativa, apto ao exercício coletivo de aprender a aprender juntamente com o aprendente, retratando a horizontalidade do acesso ao conhecimento. Para Lévy (1999) os novos paradigmas de apropriação do conhecimento transformam a atividade do/a professor/a em orientador/a da aprendizagem, em incentivador/a da troca de saberes e, essencialmente, em mediador/a do processo de (re) criação *on-line*.

Abre-se, assim, a possibilidade de novos vínculos institucionais e profissionais, direcionando a relação entre a educação e o uso da tecnologia para uma questão fundamental: redimensionamento da vocação humanitária que lhes caracteriza. De Émile Durkheim a Edgar Morin, a coercitividade do ato de educar permeia desde a transmissão de valores socioculturais ao exercício do pensamento complexo, tendo como pressuposto básico

reformular mentalidades, modificar estruturas societárias, construir a consciência de mundo e efetivar o progresso humano. Analogamente, a evolução tecnológica reflete e propõe o desenvolvimento de habilidades humanas que constituem suportes de expansão e aperfeiçoamento de ciclos virtuosos da criatividade. A propriedade interativa inerente ao processo de ensino-aprendizagem e às tecnologias digitais reiteram tais tangibilidades, fomentando ambientes de integração em que a inovação condiciona-se indispensavelmente à ação do homem, em diferentes dimensões de espaciais e temporais (WEISSBERG, 1999).

3. A aplicação

Contextualizada a necessidade de desenvolvermos uma mentalidade inovadora capaz de explorar as potencialidades didático-pedagógicas da tecnologia do virtual, faz-se necessário discorrer sobre a sua gênese física, biológica e semântica, antes de adentrarmos especificamente nas implicações para o ensino das ciências. Tais características referenciais, embora delimitadas por razões metodológicas, apresentam-se indistinguíveis na prática.

As duas primeiras dizem respeito à estrutura e a conectividade, ou seja, agrupam o que constitui o virtual (sua plataforma) e os fenômenos que expressam sua exteriorização e internalização (sua ligação com o mundo). Já a dimensão semântica, por sua vez, reúne as implicações de cunho filosófico, a representatividade mental, em contraponto à desrealização ou ideia de completa abstração ou negação do aspecto físico/material.

Originário do latim *virtualis*, epistemologicamente a concepção da tecnologia do virtual tende a desencadear a reformulação irrevogável dos conceitos clássicos de **forma**, **movimento** e **imagem**. São rupturas que provocam profundas mutações na percepção de mundo, cujas sensações passam a desconhecer qualquer padrão de regularidade ao passo que novos meios de interação eclodem. Como efeito disso, abrem-se oportunidades que favorecem sobremodo a formação de uma ecologia cognitiva fundamentada, ao mesmo tempo, na reafirmação do conhecimento acumulado e na efervescência de sua transmutação contínua (LÉVY, 1996; DENTIN, 1999).

A começar pela imagem, Weissberg (1999) assinala que fisicamente ela corresponde à primeira virtualização de fatos e objetos, sobretudo, ganhando realce com a pintura e a fotografia, as quais transferiram para um suporte duradouro e coletivo o que até então era privilégio do olho e da memória. Da arte rupestre de nossos antepassados ao estatuto da escultura grega, passando ainda pela afirmação ou mediação da identidade religiosa de civilizações as mais diversas, a virtualização da imagem retratou não apenas o próprio

processo de evolução humana, mas se tornou de singular importância para o entendimento da hierarquia evolutiva das demais espécies vivas ou já extintas.

O estatuto da imagem duradoura desencadeou uma nova percepção de mundo para além da nossa condição biológica de retenção visual. Assim, da descoberta da persistência retiniana (ou resistência mental) até chegarmos à geração holográfica (ou síntese imagética em tempo real), os progressos científicos em relação à imagem migraram de uma posição figurativa/representativa para a seara de lhe conferir funcionalidade através de uma acuidade visual que, cada vez mais, busca exprimir o uma ação, provocar o olhar mais desatento, incitar a interpretação do gesto.

Por conseguinte, entram em cena as conotações transtemporais e transespaciais da imagem, na qual o seu relevo não reside unicamente na qualidade resolutive, mas na eficiência de sua expressão, ou na capacidade de estabelecer elos inéditos de comunicação que a simulação informática tornou ainda mais plausíveis, tanto preservando quanto expandindo sua ligação com o objeto. O processo de digitalização com a conversão de imagens ou sinais analógicos para o código binário parece ratificar o pressuposto corrente da publicidade contemporânea segundo qual uma imagem pode falar por mil palavras.

No tocante ao conceito de movimento, a tecnologia do virtual apresenta também implicações bastante significativas. De um lado, fugindo à Lei da Inércia (de Isaac Newton) e, de outro, aproximando-se do princípio da ação mínima (ou Princípio de Hamilton). Conforme Dentin (1999) na acepção newtoniana, as grandezas de massa, força e aceleração limitam a apreensão do real àquilo que é perceptivo, ou seja, onde o que importa é o evento em si, e que, por tal, coloca a definição da trajetória das partículas como algo plenamente viável para esta concepção mecânica da Física. Já tomando por base o princípio de Hamilton, embora apresente um percurso visível e regular, nele a definição da trajetória das partículas torna-se improvável justamente pela sua natureza imaterial, alicerçada do ponto de vista da Física Quântica. Para ambas as situações, no entanto, a ideia de campo passa a ter importância vital.

Dentre as implicações que a tecnologia do virtual acarreta para o campo de conhecimento da biologia, parece ponto pacífico que o processo de atualização constante do fenômeno desencadeia duas concepções divergentes quanto ao conceito do que representa a forma. A concepção cognitivista biológica, baseia-se na reprodução de modelos pré-determinados e elege a simulação como a sua deusa, importando-lhe tão somente a execução de tarefas, as quais se restringem à realização de cópias. Analogamente ao funcionamento das

redes neurais⁷, para esta concepção, cabe aos sujeitos apenas reconhecer o conhecimento já posto e assimilá-lo tal como apresentado. A outra concepção, porém, ressalta a capacidade de interpretação do fenômeno, defendendo que esta “outra abordagem, mais morfo genética, inspirada pela biologia, procura compreender os processos de diferenciação” (DENTIN, 1999, p.141).

Esta concepção diferenciada sugere, pois, a abertura de espaços para a atividade interpretativa, instaurando a subjetividade como sua característica fundamental, a despeito da resistência, nos estames da ciência de gênese positivista, à admissibilidade do subjetivismo como componente indissociável de suas produções (MATURANA; VARELA, 2001).

Em relação aos desdobramentos semânticos ou inerentes às categorias da representação mental, os mesmo emergem tanto em razão de a objetivação ser trespassada por uma nova leitura de mundo - que busca compreender o mundo real e o mundo virtual num sistema contínuo - quanto em virtude de a subjetivação - surpreendentemente repostada pela realidade virtual - acomodar espaços para múltiplas manifestações que desmistificam sua rotulação de mera sequência artificial de dados (DENTIN, Idem).

Tornam-se inevitáveis as implicações transdisciplinares que o uso da tecnologia do virtual no processo de ensino-aprendizagem pode provocar, particularmente em relação radicalismo da representação mental e social, que embora leve em conta uma gama de fatores⁸ para justificar uma possível rejeição, parece se mostrar vulnerável seja pela ideia de senso comum que busca corporificar, seja também por uma percepção do conhecimento como um marco central pronto ou acabado (MATURANA; VARELA, Idem). Por outro lado, a visão equivocada acerca do advento da robótica, em alguma medida, ainda tem alimentado o discurso contra uma possível desrealização, que recorre à fragilidade do argumento da abstração completa do objeto e que, segundo propagandeia, acarretaria o comprometimento do contato físico com perda motora, de acordo com o que insiste VIRILIO (1999).

Os fatos mostram, no entanto, que a experiência da interação sensorial com os suportes físicos que necessariamente conformam o processo de virtualização resulta no que podemos situar como a biofísica do virtual, cujos contornos, delineados por conceitos emergentes na física aplicada, propiciam superfícies de contato (e produção de significados) ao interagir com as dimensões interpretativas da biologia individual. Em outras palavras, as nossas capacidades sensoriais são desafiadas constantemente nas telas de dispositivos móveis,

⁷ Redes neuronais ou, mais propriamente redes neuronais artificiais, são sistemas computacionais baseados numa aproximação ao sistema nervoso central de organismos vivos inteligentes.

⁸ Del Nero (2007) desenvolveu estudos sobre os significados mentais que sustentam as representações individuais e coletivas.

reformulando elos na relação sujeito-objeto, sobretudo em dinâmicas de construção e reconstrução do conhecimento.

A associação entre biologia e informática reflete parte de uma relação de interdependência crescente dessas áreas de conhecimento que, a partir da segunda metade do século XX, explica conquistas que reorientaram o progresso científico como um todo. Ao se reportar diretamente a esse intercâmbio Castells (2005) enfatiza que:

Assim, os avanços decisivos em pesquisas biológicas, como a identificação de genes humanos e segmentos do DNA humano, só conseguem seguir adiante por causa do grande poder da informática. (...) Por outro lado, o uso de materiais biológicos na microeletrônica, apesar de ainda muito distante de uma aplicação mais genérica, já estava em estágio experimental em fins da década de 1990.

Com a aplicação do virtual para o ensino e na pesquisa, os fenômenos microscópicos agora podem ser visualizados *in loco*, numa perspectiva ecológica que rediscute o ‘sacrifício nobre’ da cobaia, retomando uma racionalidade tão valiosa quanto a vigente nos simuladores destinados aos treinamentos de pilotos na aviação. Lévy (1996) também se reporta à virtualização do corpo que possibilita não apenas criar relações entre diferentes espécies, mutualizando órgãos e substâncias, bem como estreitando a fronteira entre o vivo e o não-vivo.

Entre os humanos as próteses sintéticas, implantes e transplantes vêm tornando possível a restauração de funções através de processos que em muito se assemelham ao mecanismo de reposição de peças. Contudo, o exemplo do avanço da engenharia genética aos domínios da clonagem, neste início de terceiro milênio, traduz também a seriedade das questões éticas levantadas com as descobertas da ciência contemporânea e aceleradas pelos feitos da simulação interativa.

Os progressos corroborados através da reconstituição de parâmetros funcionais de objetos virtualizados, permitem conhecer, passo a passo, aspectos que seguramente não seriam (ou melhor, que não são) observados na realidade física, deixando bastante claro a natureza abrangente da digitalização, cuja “base dessas redistribuições é a constituição de objetos virtuais numericamente modelizados, e tornados por isso mesmo sensíveis ao seu meio ambiente” (Weissberg, 1999, p. 117). Tornou-se necessário alargarmos o sentido do que definimos como objeto em muitos campos do conhecimento ou áreas da atividade humana: quer seja quanto aos fenômenos físicos, tais como enchentes, secas, pinturas, molduras, brinquedo, etc.; quer seja no campo da química com a diversidade de seus arranjos moleculares e conseqüentes reações; quer seja na simulação de fenômenos abstratos como

conflitos militares, embates econômicos; que seja na seara da biologia com a recriação ou resgate do seu conjunto indefinido de ecossistemas.

4. Considerações finais

Ainda que em meio ao discurso ultranacionalista insurgente no panorama geopolítico atual, o processo de globalização reafirma, através da difusão das tecnologias da informação e comunicação, uma das expressões mais caras do empreendimento humano e segue interligando o mundo numa crescente que viabiliza a construção de uma sociedade de dimensões planetárias, na qual emergem e dialogam diferentes ideologias, culturas e conceitos. A mundialização e a interconexão de linguagens e conteúdos, impulsionadas pelo avanço dos artefatos tecnológicos, têm reiterado a necessidade de reformulação dos processos de produção de bens e conhecimento, que redimensionam a vida social e cultural dos indivíduos.

O contato cotidiano com novos textos e hipertextos, imagens, signos e significados tem levado ao reconhecimento de que a sociedade em rede está refinando a maioria das capacidades humanas. Memória e representação mental estão sendo constantemente ampliadas em função da convivência com bancos de dados, modelização digital, simulações interativas e etc., com reflexos imediatos na aprendizagem social, ao tempo em que são abertos espaços inauditos para a afirmação da diversidade e respeito às diferenças.

Neste cenário multifacetário de interações abertas, heterogêneas e não lineares, as ciências da educação são constantemente desafiadas a reestruturar e gerar novas teorias e metodologias capazes de integrar cada vez mais os novos estímulos (visuais, táteis e sonoros) disponibilizados pelas tecnologias digitais, de modo que possamos ampliar continuamente nossas competências e habilidades cognitivas.

É, pois, em tal contexto, que nos deparamos com os problemas inerentes ao processo de integração dessas tecnologias à práxis escolar, sobretudo quando focalizadas as dificuldades relacionadas à interação com ambientes virtuais de aprendizagem. Em que pesem os avanços na funcionalidade das plataformas de aprendizagem online (softwares, aplicativos, sites, jogos digitais, etc.) os problemas de interatividade são recorrentes e envolvem questões de ergonomia, design, usabilidade e interface, podendo ser agrupados no espectro mais amplo das interações humano-máquina.

O processo de ensino-aprendizagem enfrenta obstáculos para desenvolver uma cultura de uso sustentável de ambientes virtuais de aprendizagem nos domínios das ciências da

natureza, requerendo a superação de métodos de ensino arraigados, majoritariamente, alicerçados numa cultura centrada no dogmatismo positivista e na leitura fragmentada dos fatos. Precisamente neste campo de conhecimento, a criação ou reestruturação de estratégias metodológicas interativas deve, igualmente, favorecer uma releitura de mundo, rearticulando a relação conceitual envolvendo ciência, tecnologia e cultura.

É factual a necessidade de buscar soluções para mudar a educação em ciências, historicamente confrontada com níveis de desempenho preocupantes, seja nas regiões mais pobres, seja no país como um todo. Os levantamentos trienais do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) mostram recorrentemente que o desempenho médio dos estudantes jovens brasileiros, na área das ciências naturais está bastante aquém da média dos países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Ainda que caibam críticas aos descritores específicos do PISA, é razoável levar em conta as suas indicações, consideradas como parâmetro qualitativo entre as nações industrializadas. Precisamos reconhecer que a contextualização da tecnologia do virtual nos ambientes e nos processos de educação provoca fraturas e recoloca a possibilidade de que a escola ocupe o papel de mediadora da construção e propagação das infovias do conhecimento, reinventando sua condição de propulsora dos movimentos que edificam a inteligência coletiva, tornando-se indispensável para tal construirmos e vivenciarmos uma nova pragmática no *locus* educacional ampliado.

Instaura-se, assim, uma ecologia baseada no encadeamento de ações que envolvem a reinterpretação do conceito de tecnologia, redefinição de objetivos pedagógicos, estabelecimento de metodologias inovadoras, avaliação crítica dos ambientes virtuais de aprendizagem e utilização criativa do ciberespaço, no rol de inúmeras outras reformulações, há tempos reclamadas.

As implicações cotidianas em relação à compreensão e aplicação do conceito de tecnologias de informação e comunicação, considerada a educação como processo de preparação para a convivência com as mesmas, levam a crer que não se sustenta a apelação contra um suposto império das máquinas, de humanos controlados e subjugados pela cibernética, da mesma forma que a antropomorfização ou atribuição de características humanas às máquinas há muito tempo demonstrou a fragilidade de sua ênfase representacional. Os extremismos, por si, sublevam o papel da educação como formadora da inteligência coletiva, desenvolvidora de habilidades e competências que se refazem num ciclo virtuoso que imprime à tecnologia a condição simultânea de meio e produto da evolução de nossas capacidades cognitivas.

Precisamente, no que se refere ao uso da realidade virtual para o ensino de Ciências as principais dificuldades para seu pleno êxito decorrem de procedimento metodológicos ou de visões pré-conceituais enraizadas na natureza dos processos de produção do conhecimento científico, geralmente caracterizado por uma predominante objetivação material (foco no objeto), que desconhece o resgate da subjetividade (foco no sujeito) justamente onde a ciência sectária julgava dela haver se desvencilhado. Por outro lado, as experiências indicam que o discurso de esvaziamento dos espaços tradicionais (salas de aula, biblioteca, carteiras, corredores etc.), em maior ou menor velocidade, foi e vai sendo ultrapassado pela formação de comunidades que se consolidam justamente por sua condição de continuidade do processo de expansão ‘cibersocial’. Requer, porém, a reinvenção do ato de educar como esteio para o alcance das transformações que dependem fundamentalmente do direcionamento que o conjunto da sociedade reconheça como necessário.

No momento dramático em que a humanidade atravessa pandemia da covid-19, provocada pelo vírus Sars-Cov-2, com mais de sete milhões de casos oficialmente registrados e causando a morte de mais um milhão de pessoas em todo o Planeta, este trabalho traz para o debate uma modesta contribuição ao esclarecimento de implicações que permeiam o uso das tecnologias do virtual para os processos educacionais como um todo e, particularmente, ao ensino das ciências naturais, considerando a gravidade do com o fechamento de escolas e a imposição do distanciamento social como barreira de contenção sanitária.

As articulações, envolvendo as percepções da tecnologia, as noções de representação social, as posições culturais, profissionais e institucionais e, sobretudo, a compreensão crítica acerca da natureza dos processos de produção do conhecimento científico reiteram que precisamos refazer o laço sociocultural tecnologia, educação e ciência, inclusive como forma de superação da crise e reagrupamento social, refundando as esperanças da viabilidade de construção de uma educação coerente com as demandas atuais.

REFERÊNCIAS:

- BAUDRILLARD, J. **Televisão/revolução**: o caso Romênia. In: PARENTE, André (Org.). **Imagem-máquina**: a era das tecnologias do virtual. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1999.
- BRENNAND, Edna G. de G. **Admirável mundo virtual**. João Pessoa: UFPB, 2002.1
- CAMBI, Franco. **História da pedagogia**. São Paulo: Editora UNESP, 1999.
- CASTELLS, Manuel. **A Sociedade em Rede**. vol.1 Trad. Roneide Venancio Majer com a colaboração de Klauss Brandini Gerhardt. 8ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005.
- CHAVES E. **Uso de computadores em escolas**. Disponível em <http://www.edutec.net/Textos/Self/EDTECH/scipione.htm>. Acesso em 07 out. 2018.

- DEL NERO, Henrique. **O mental como representação**. Disponível em <http://www.lsi.usp.br/~hdelnero/MEST4.html>. Acesso em 12 out. 2018.
- DENTIN, Serge. O virtual nas ciências. In: PARENTE, André (Org.). **Imagem-máquina: a era das tecnologias do virtual**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1999.
- FAZENDA, Ivani (org.). **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo: Ed. Cortez, 1996.
- FERREIRA, Gil. **Ciência e tecnologia III: inter-relações com a sociedade**. Disponível em <http://www.ordembilogos/Biologias/N3.html>. Acesso em 28 mar. 2019.
- FREIRE, Paulo. **Ação cultural para a liberdade e outros escritos**. 7ª ed., Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1984.
- IANNI, Octávio. As Ciências Sociais na era da globalização. **Rev. bras. Ci. Soc.** vol. 13 n. 37 São Paulo Jun. 1998 Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69091998000200002 Acesso em 10 nov. 2017;
- LÉVY, Pierre. **O que é o virtual?** Tradução de Paulo Neves. São Paulo: Ed. 34, 1996.
- _____. **Cibercultura**. Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo: Ed. 34, 1999.
- LITWIN, Edith (org.). **Tecnologia Educacional: política história e propostas**. Porto Alegre: Artes médicas, 1997.
- LUCENA, Marisa. **Diretrizes para a capacitação do professor na área da tecnologia educacional: critérios para avaliação de software educacional**. Rio de Janeiro: CNPq/PUC, 1998.
- MATURANA R., H. VARELA, F. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas do entendimento humano**. Tradução de Humberto Mariotti e Lia Diskin. São Paulo: Pala Athena, 2001;
- MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução de Edgar NEVES, Lúcia. **Educação e Política no Brasil de Hoje**. São Paulo: Cortez, 1994.
- VALLA, V. V ;HOLLANDA, E. **A escola pública - fracasso escolar saúde e cidadania**. In: VALLA, V.; STOTZ E. (orgs.). **Educação, Saúde e Cidadania**. Petrópolis: Vozes, 1989.
- VIRILIO, Paul. A imagem virtual mental e instrumental. In: PARENTE, André (Org.). **Imagem-máquina: a era das tecnologias do virtual**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1999.
- WEISSBERG, Jean-Louis. Real e virtual. In: PARENTE, André (Org.). **Imagem-máquina: a era das tecnologias do virtual**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1999.

PESQUISAS BRASILEIRAS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E MEMÓRIA ESCOLAR COM PESSOAS IDOSAS (PIs)

Rômulo Tonyathy da Silva Mangueira ¹
Alcina Maria Testa Braz da Silva ²

RESUMO

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) aponta que em 2018 a quantidade de pessoas idosas (PIs) alcançou a marca de 14,6% da população nacional, com estimativas de crescimento continuado, alcançando 66,5 milhões de pessoas em 2050. Essa configuração que se desenha no horizonte social recai em discussões, pouco difundidas no Brasil, mas internacionalmente conhecidas, de afirmação da responsabilidade comunitária, respeito e implementação de políticas públicas que assegurem os direitos construídos historicamente. Entende-se que a educação funciona como mola de sustentação nesse processo de envelhecimento saudável e bem-sucedido, pois é por meio dela que a sociedade institui, reflete e garante ações conceituais, procedimentais e atitudinais. Por sua vez, a Matemática escolar, enquanto ciência, auxilia as PIs a ressignificar funções (como memória, raciocínio lógico-dedutivo e atenção) que estavam sendo perdidas e/ou deterioradas ao longo do tempo em virtude das limitações biopsicossociais. Apesar dos anseios das PIs frente a Educação Matemática, bem como de seus saberes e práticas cotidianas; as pesquisas brasileiras ainda são escassas e insuficientes no que tange os estudos sobre memória (sobretudo a escolar) e sua relação com a Matemática resultado de acontecimentos do passado. Construiu-se um panorama acerca das discussões entre os anos de 2000 e 2019, em textos de língua portuguesa e uma apresentação crítica de três produções que refletem a Memória e Educação Matemática com PIs. Reitera-se que os acontecimentos escolares da Matemática do passado, refletem na escola do presente e por isso merecem cuidado e análise.

Palavras-chave: Educação Popular, Ensino de Matemática, Memória Escolar, Pesquisas Brasileiras, Pessoas Idosas (PIs).

INTRODUÇÃO

Diante da interlocução entre os anseios de nossa pesquisa do doutoramento no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) e do componente curricular “*Tópicos Especiais em Ciência e Tecnologia: propostas e ações didáticas*” no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE), foi-se instigado a realizar uma análise bibliográfica com foco no objeto de estudo, mas que contemplasse espaços da construção social de saberes, linguagens, valores e cidadania, bem como elementos centrais nas relações entre conhecimento e cultura.

¹ Doutorando em Educação, Ciência e Tecnologia do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ, tonyathy@hotmail.com.br.

² Professora orientadora: Doutora em Educação (UFRJ), Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ, alcina.silva@cefet-rj.br.

Durante o transcorrer do curso, as discussões circundavam a produção e representações das ciências: as tecnologias como ferramentas socioculturais e as relações interdisciplinares entre educação, ciência, tecnologia e sociedade, no que tange as implicações para a formação, para a prática docente e o desenvolvimento de propostas e ações didáticas, conforme aponta a ementa.

Sendo assim, como instrumento e critério avaliativo objetivou-se um dossiê com a análise semântica e discursiva das descobertas a partir de um levantamento documental, ao qual apresenta-se nesse documento as principais ideias com concisão, especificidade e fidelidade ao documento original. A análise posta no subtítulo “*Resultados e Discussão*”, fundamenta-se nas leituras de Jovchelovitch (2007) quando aponta para o contexto representativo de cultura e comunidade; Barreto (2009) sobre tecnologia e educação e Moreira & Kramer (2007) sobre os aspectos que tangem contemporaneidade, educação e tecnologia. No geral, o texto traz consigo uma análise a respeito da fragilidade, insuficiência e submersão das pesquisas brasileiras rente as representações sociais, as memórias escolares das pessoas idosas (PIs) no contexto da Educação Matemática – e, com isso, apresenta em resumo as propostas lançadas entre os anos de 2000 a 2019 nas principais plataformas de pesquisas acadêmicas, conforme decorrido no subtítulo “*Metodologia*”.

METODOLOGIA

Gil (2002, p. 17), nos ensina que “*a pesquisa desenvolve-se ao longo de um processo que envolve inúmeras fases, desde a adequada formulação do problema até a satisfatória apresentação dos resultados*”, nesta perspectiva, tal proposta insere-se em uma pesquisa qualitativa de natureza exploratória, uma vez que busca o aprimoramento de ideias e, ao mesmo tempo, a descoberta de intuições; e tem caráter bibliográfica, pois “*é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos*” (GIL, 2002, p. 44).

Como critérios de inclusão em nossa base utilizamos como parâmetro as publicações realizadas entre os anos de 2000 e 2019, momento em que a literatura internacional inicia um debate plural sobre as PIs frente à crescente demanda populacional, seus anseios, possibilidades, diálogos insurgências e políticas. Além disso, selecionou-se textos em português; que estejam diretamente inseridos no campo de ensino de ciências, sejam eles artigos, dissertações ou teses resultados de pesquisas nacionais.

Durante as buscas, como sistema de seleção, foi necessário conter algumas palavras-chave no título do texto, sendo elas: Matemática, Memória, Idoso ou Intergeracional. A metodologia utilizada, de forma a fazer uma busca completa, realizou-se a partir de combinações “dois a dois” em virtude da limitação de alguns *sítios* de busca ou para ampliar o espectro da pesquisa. Com essa configuração, obteve-se o seguinte resultado:

TABELA I: Resultados da pesquisa

Plataforma	Resultado	Resultado Fino	Local/Ano
Periódico CAPES ³ A1 Ciência e Educação	00	–	–
Periódico CAPES A2 Investigações em Ensino de Ciências	00	–	–
Periódico CAPES A2 Pesquisa em Educação em Ciência (ENSAIO)	00	–	–
Periódico CAPES A2 Revista Brasileira de Educação em Ensino de Ciências	00	–	–
Periódico CAPES A2 BOLEMA Boletim de Educação Matemática	107	00	–
PORTAL DE PERIÓDICOS CAPES	10	00	–
Biblioteca Eletrônica Científica Online (SCIELO)	01	00	–
Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI)	23	00	–
Banco Nacional de Teses e Dissertações (BDTD)	05	02	UEPB/2017 UEPB/2018
Repositório Institucional da Universidade Estadual de São Paulo (UNESP)	04	01	UNESP/2018
Total	150	03	–

Fonte: acervo do autor.

Além das plataformas BDTD, SCIELO, SIBI, Repositório Institucional da UNESP e o Portal de Periódicos CAPES, utilizamos periódicos de grande circulação nacional nas áreas de Ensino de Ciências e Educação Matemática, no entanto sem resultados significativos – exceto, nos “*Resultados*” do periódico BOLEMA, que apresentam-se díspares em relação aos demais, tanto em virtude das limitações da plataforma de busca, que amplia o espectro de resultados não apenas aos títulos mas em uma análise mais profunda do texto em si, quanto a proximidade dos temas.

³ Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior.
(83) 3322.3222

No campo “*Resultado Fino*”, posto na terceira coluna da TABELA I, segue as orientações de Gil (2002), quando discute as vantagens das pesquisas bibliográficas e os caminhos para não comprometer a qualidade do resultado:

Muitas vezes, as fontes secundárias apresentam dados coletados ou processados de forma equivocada. Assim, um trabalho fundamentado nessas fontes tenderá a reproduzir ou mesmo a ampliar esses erros. Para reduzir essa possibilidade, convém aos pesquisadores assegurarem-se das condições em que os dados foram obtidos, analisar em profundidade cada informação para descobrir possíveis incoerências ou contradições e utilizar fontes diversas, cotejando-as cuidadosamente. (GIL, 2002, p. 45)

Os trabalhos no campo da Educação Matemática, sobretudo nos periódicos analisados, se inserem em uma discussão mais ampla sobre memória, no que tange o processo histórico da educação matemática, narrativas temporais e estudos de casos específicos suas implicações e potencialidades; que não recai na memória escolar das PIs, ou em uma releitura do espaço institucionalizado do passado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro, dos três textos analisados, trata-se de uma dissertação de mestrado apresentado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)/ Campus Campina Grande – Centro de Ciências e Tecnologia (CCT). A investigação foi desenvolvida sob a linha de pesquisa em Metodologia, Didática e Formação de Professor em Ensino de Ciências e Educação Matemática em março de 2017 por Drn. Rômulo Tonyathy da Silva Manguieira, orientado pela Prof.^a Dr.^a Zélia Maria de Arruda Santiago e Coorientado pelo Prof. Dr. Silvanio de Andrade. Com o título “*Matemática no Cotidiano de Pessoas Idosas (PIs): Memórias, saberes e práticas*”, a produção ganhou notoriedade com o livro “*Matemática, idoso e Cotidiano*” lançado pela editora Appris em 2019, que discute os resultados da pesquisa dissertativa sob uma linguagem popular e dinâmica.

O autor relata que, em termos educacionais a exclusão em relação à pessoa idosa é uma realidade histórica no contexto brasileiro, cuja educação sempre esteve direcionada ao público infante-juvenil desde a educação básica até o ensino médio, mas em níveis complementares destinada apenas a jovens e adultos, a exemplo da Educação de Jovens e Adultos (EJA), portanto, desconsiderando a formação escolar e sua continuidade a pessoa idosa. Atualmente, refere-se a um direito a qualidade de vida para esta faixa etária respaldado no Estatuto do Idoso no que se refere à revisão curricular e conteúdos escolares direcionados tanto a sua formação escolar quanto a formação educacional às novas gerações. Apesar da

visibilidade da aprendizagem ao longo da vida tanto em espaços formais, a exemplo das escolas e universidades, quanto nos informais nos demais espaços da sociedade, na realidade brasileira inexistente uma proposta básica e continuada para as pessoas idosas, tampouco um espaço para a escuta de histórias e experiências de vida apesar deste direito ser garantido no Estatuto do Idoso (EI).

Além disso, o texto centrou o olhar nas seguintes indagações: (i) Que saberes matemáticos são exigidos das PIs ao frequentarem lugares públicos da sociedade para resolverem problemas cotidianos? (ii) Quais saberes matemáticos permite sua participação ativa em meio a sociedade? Quais situações operacionalizam saberes matemáticos? (iii) Que reflexões acerca da formação docente inicial, continuada e a prática docente do professor de Matemática podem surgir das suas narrativas? E no objetivo geral *“analisar memórias escolares sobre o aprendizado da Matemática narradas por PIs, destacando nestas, tanto saberes matemáticos utilizados para resolverem problemas na vida cotidiana, quanto experiências educativas propiciadoras de reflexões relacionadas à prática docente do professor desta disciplina”* – para tanto, estabeleceu como objetivos específicos:

- (i) Identificar em narrativas de PIs, por meio de entrevistas semiestruturadas realizadas individualmente e em grupos focais, saberes matemáticos utilizados pelas PIs na vida cotidiana, verificando em quais contextos sociais estes saberes são utilizados;
- (ii) Averiguar como as PIs enfrentam situações sociais que exigem operacionalização dos saberes matemáticos;
- (iii) Relacionar estas práticas cotidianas com as demandas sociais do uso contínuo da Matemática na sociedade;
- (iv) Discutir experiências educativas propiciadoras de reflexões relacionadas à prática docente do professor de Matemática

Nesse sentido, o texto toma como caminho a necessidade das PIs em operacionalizar práticas sociais cotidianas em situações/lugares que convivem e assim entender: que saberes matemáticos eles utilizam para resolverem problemas do dia a dia? Como e em quais situações eles aplicam estes saberes? De que forma estas práticas proporcionam reflexões sobre o aprendizado da Matemática e a sua formação docente? No que se refere a este córtex de pesquisa, o texto traz uma perspectiva de discussão, tratando-se do aporte teórico-metodológico, das contribuições da educação popular (FREIRE, 1996), educação matemática (D'AMBRÓSIO, 1991), memória e educação (BOSI, 2004) e educação gerontológica (KACHAR, 2001; CACHIONI, 2003) e a pesquisa qualitativa (STAKE, 2011) de natureza etnográfica (MATTOS e CASTRO, 2011).

Em geral, trata-se de uma análise empírica, descritiva, qualitativa e reflexiva acerca dos saberes matemáticos narrados e, ainda vivenciados pelas PIs, contribuem para se repensar o atual ensino da matemática em sala de aula. Percebeu-se que como educandos(as), no espaço escolar, os idosos(as) buscam outros saberes, tendo a oportunidade de desenvolverem a

aprendizagem continuada não importando o nível educacional e o conteúdo estruturado. Em suas falas, eles narram um lugar e um contexto social que referencia memórias educacionais vivenciadas coletivamente, nelas contendo experiências didáticas do ensino e do aprendizado que contribuem para se repensar a formação docente inicial e continuada do professor de Matemáticas.

O texto é organizado em quatro capítulos, sendo que: após a introdução, no Capítulo I, trata dos “procedimentos metodológicos” sobre o caminho da pesquisa e suas etapas: “tipologia e instrumentos da pesquisa” que justifica a pesquisa qualitativa etnográfica ao utilizar técnicas da observação participante (OP), do questionário interativo e entrevista semiestruturada com narrativas de histórias de vida, além do grupo focal (focus group) realizado no “lôcus da pesquisa” que mostra os sujeitos participantes, o histórico da Universidade Aberta à Maturidade (UAMA) na UEPB, sua proposta curricular e o regimento interno em que se traça um perfil dos alunos, por meio deste questionário interativo, citado anteriormente. O “corpus da pesquisa” e seus “aspectos éticos” são divisões do capítulo que expõe o procedimento de construção das informações, sistematização e seleção conforme os objetivos propostos pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP).

No Capítulo II contextualiza a temática sobre as “pessoas idosas na sociedade contemporânea” discutindo seus “desafios e possibilidades educacionais”, como o “envelhecimento humano e populacional”, e os “avanços demográficos” ao tratar da expectativa de vida das PIs em relação ao crescimento populacional. Em seguida, refletiu-se sobre esta temática no “(con)texto legislativo e demandas socioculturais” que nos fez perceber o idoso como um sujeito ativo e participativo na sociedade, acrescido dos fundamentos da “educação gerontológica” necessários as propostas da educação para os idosos(as). No Capítulo III, as discussões giram em torno da relação entre “memória escolar e os saberes matemáticos”, ao mostrar que a matemática é reconhecida pelas pessoas idosas como uma ferramenta de propulsão social e que desta forma contribuem para resolver problemas da vida cotidiana. O capítulo é recheado pelas contribuições de Freire que justifica o fenômeno de “aprender com a própria história” e assim, através de uma “pedagogia dos sonhos possíveis” encontrar uma “educação como prática de liberdade”. Ainda durante o capítulo, discute-se os “saberes matemáticos” praticados por PIs e suas “implicações na vida cotidiana”, as reflexões são intercaladas com as falas dos educandos idosos participantes da pesquisa e com análises embasadas pela literatura da área. O debate amplia-se ao discutir uma educação continuada frente as demandas da “etnomatemática nas práticas cotidianas de pessoas idosas”, que são

discutidas sob as contribuições de D'Ambrósio que trata, também, da necessidade em conectar a educação formal e a não formal no espaço escolar. Para finalizar o capítulo, os objetivos da pesquisa são tratados percebendo “o uso da matemática” sob a multiplicidade de “contextos, saberes e situações” no cotidiano.

No Capítulo IV, que trata da “matemática do meu tempo no seu tempo” fez-se uma abordagem sobre as histórias de vida das pessoas idosas ao resgatar históricos de resistências, repetências e desistências da vida escolar. As análises estão centradas, principalmente, nas contribuições de Bosi (2003) sobre “memória oral”, Bicudo (2005) que trata a Matemática em uma perspectiva de “intersubjetividade” onde faz um paralelo entre a educação tradicional e as discussões da escola moderna como, por exemplo, a visão da “educação progressista e problematizadora” defendida por Freire (2013). O capítulo IV traz, também, as narrativas dos idosos(as) de modo a traçar o perfil do “professor de matemática”, “os conteúdos e metodologias de ensino da época” e outras notas sobre a memória escolar de suas épocas. As discussões são embasadas por Karnal (2014) que mostra o cenário sob a ótica profissional ao discutir o “ser professor”.

O segundo texto foi a pesquisa intitulada “*Memórias da Tabuada em Narrativas Intergeracionais: Temporalizando saberes, repensando a prática docente*”, trata-se de uma dissertação de mestrado em continuação as questões postas na dissertação apresentada anteriormente, a mesma também é apresentada no PPGECEM da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus Campina Grande em 2018 pelo Prof. José Jorge Casimiro dos Santos sob orientação da Prof.^a Dr.^a Zélia Maria de Arruda Santiago.

As questões norteadoras que subsidiaram a pesquisa foram: (i) Que saberes escolares sobre o uso da tabuada são narrados por jovens, adultos e idosos? (ii) Quais destes saberes são recorrentes entre suas narrativas? (iii) De que forma estes saberes influenciam a atual prática docente do professor de Matemática na EJA? (iv) Como a tabuada pode ser utilizada no ensino das operações concretas em aulas de Matemática na 5ª série da EJA? Nesse sentido, a pesquisa teve como objetivo geral “*analisar registros de saberes escolares acerca do uso tabuada em narrativas intergeracionais orais e escritas de educandos jovens, adultos e idosos, verificando-se como estes saberes influenciam na atual prática do professor de Matemática na EJA*”.

O texto é topicalizado em três capítulos: o primeiro refere-se aos procedimentos metodológicos – nele, descreve-se os caminhos da pesquisa contextualizando o tipo, caracterizando o lócus e os sujeitos envolvidos, além de apresentar a proposta a ser utilizada no encontro com os educandos da Educação de Jovens e Adultos (EJA); o capítulo II traz

discussões sobre a EJA, sobre o percurso histórico dessa modalidade de ensino, realidades e desafios que esses educandos estão inseridos, além das discussões que versam sobre velhice e o papel do idoso no contexto educacional atual; o terceiro capítulo aborda sobre as memórias do ensino de Matemática e prática docente, saberes temporalizados e fazeres repensados em torno do ensino das operações básicas. Ainda nele, averiguou-se os memoriais escritos por educandos idosos (ressaltando que fazem parte de uma memória social e coletiva) quanto aos saberes matemáticos neles contidos, além das contribuições das atividades aplicadas com a turma de EJA. Com esse norte, o autor buscou mostrar que é importante e necessário repensar a prática docente do professor de Matemática dentro desse contexto/recorte etário.

O instrumento de coleta de dados fundamentou-se em memoriais (escritos por educandos idosos(as)), entrevistas semiestruturadas e grupo focal realizado com os educandos(as) da EJA que versavam sobre o uso da tabuada no aprendizado das operações básicas. Em termos teórico-metodológicos adotou-se uma abordagem qualitativa fundada nos autores Bogdan e Biklen (1994) e Thiollent (2008), com foco em narrativas. O autor considerou os saberes quanto ao uso da tabuada recorrente entre os narradores como verdade científica, justificada pelo protagonismo de tais saberes em diferentes contextos sociais e épocas educacionais.

Com o intuito de cumprir com o objetivo geral, o texto circundava-se e basearam-se nas contribuições de memória, educação e sociedade (BOSI, 2004; HAUBWACHS, 2013), Educação de Jovens e Adultos (HADDAD, 1994; OLIVEIRA, 1999), Educação Matemática de Jovens e Adultos (FONSECA, 2012), Educação popular (FREIRE, 1996), História da Educação Matemática (VALENTE e PINHEIRO, 2015), velhice e longevidade (MASCARO, 2004; KACHAR, 2001).

Ao analisar narrativas intergeracionais de jovens, adultos e idosos que vivenciaram experiências comuns no aprendizado das operações básicas na tabuada em diferentes épocas, constatou-se que suas lembranças influenciam a prática docente do professor de Matemática na EJA. Apesar do ensino na EJA destinar-se a jovens e adultos, atualmente se reconfigura com a presença de educandos(as) idosos(as), tendo-se turmas multietárias com diferentes expectativas de aprendizagens em relação aos conteúdos disciplinares, sobretudo o de Matemática. Pelo fato de muitos educandos(as) da EJA desejarem o retorno à tabuada e, outros, expressarem o mesmo desejo numa perspectiva “*dialógica e interativa*”, foram realizadas aulas de Matemática com o uso da tabuada nas modalidades convencional e digital. Entende-se que este recurso didático remetente a memória social coletiva de adultos e idosos pode ser introduzido nas aulas de

Matemática na EJA, tendo em vista dinamizar suas aulas e contribuir com a aprendizagem dos(as) educandos (as).

Como principais resultados, tem-se que a lembrança da tabuada é uma das mais marcantes, evidenciadas nos memoriais escritos por pessoas idosas e muitas vezes, associadas a situações traumáticas. Ainda que a Matemática tenha a concepção de ser uma disciplina difícil, constatou-se que os educandos(as) da EJA sentem a necessidade de aprendê-la justamente por identificá-la em várias situações do dia-a-dia. Nesse sentido, o fato deles ainda desejarem a tabuada nas aulas desta disciplina, optando não só pela tabuada convencional, mas também a digital pode estar aliada com o intuito de amenizar essas dificuldades. Sendo assim, as atividades didático-pedagógicas da oficina foram elaboradas e desenvolvidas com o conteúdo das operações básicas, contidas na tabuada conforme reivindicação dos próprios educandos(as).

Concluiu-se que a análise da relação entre ensino, prática docente e memória traz possibilidades de intervenção na prática atual, por isso a necessidade de estudá-la e compreendê-la, sempre buscando explicações e entendimentos que favoreçam práticas mais significativas não só a prática atual, mas também a prática futura, atuando diretamente na formação de educadores críticos reflexivos e criativos, mediadores das transformações que a sociedade exige.

O último, dos três textos analisados, trata-se de outra dissertação de mestrado apresentado no Departamento de Educação Matemática da Universidade Estadual da Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)/ Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Campus Rio Claro. A investigação foi apresentada em março de 2018 pelo Prof. Mateus Pereira Scagion e orientado pela Prof.^a Dr.^a Miriram Godoy Penteado. Com o título “*Representações Sociais de Pessoas Idosas sobre a Matemática*” o material faz uma relação com as discussões da Matemática crítica a partir de Skovsmose (2008).

Em sua pesquisa, o autor utiliza os pilares da escola, cotidiano, trabalho, qualidade de vida e futuro para discutir as Representações Sociais (RS) de PIs participantes de atividades desenvolvidas com a Matemática na UNESP/Campus Rio Claro. Fundamentado em Moscovici (2005), a especificidade da pesquisa é delicada quando estrutura o pensamento direcionando para compreender a relação com a Matemática, mas deixa lacunas no que está imbricado nessa “*relação*” sobretudo nas RS.

Desenvolvida por meio de entrevistas semiestruturadas, os resultados apontam para informações advindas do senso comum, concluindo e ratificando a importância da organização

de projetos que articulem conhecimentos intergeracionais. Scagion (2018, p.07), relata que, em sua pesquisa:

A análise dessas entrevistas permitiu a identificação das seguintes representações sociais: A Matemática está em tudo; A Matemática ajuda na Qualidade de Vida; é bom para o idoso conhecer Matemática; A relação com a Matemática melhora com o passar do tempo; e A Matemática é para poucos. Os resultados demonstram que as RS dos idosos estão baseadas em informações que são advindas do senso comum. Palavras que estão presentes no mundo acadêmico da Matemática e da Educação Matemática, o universo reificado, são incorporadas no discurso das pessoas sem conhecer o contexto em que foram criadas. A presença da Matemática em suas vidas foi apresentada na realização de tarefas do dia a dia, evidenciando o papel de utilidade que a Matemática possui, inclusive para resolver problemas. Em outras palavras ela pode ser uma oportunidade realização de ações inclusivas para esse público, através do estabelecimento de novas relações, compartilhamento de experiências e conhecimentos.

O texto poderia ser articulado melhor se trouxesse consigo uma discussão mais ampla no campo da memória social, lembranças, saberes populares na escola e na vida e até mesmo em conexão ao campo da Educação Matemática com PIs que recai no seu estado da arte e posteriormente nos estudos de RS no Brasil. No entanto, o encadeamento do texto em relação a fundamentação teórica utilizou-se de um levantamento proposto por Argentin (2016) entre os anos de 2010 e 2015, sobre terceira idade e educação matemática, que não mergulha na temática amplamente, comprometendo a consistência, originalidade e fidelidade do trabalho. Ressaltamos que o material analisado por Argentin (2016) não está contemplado nesta análise porque sua busca, e consequentemente os resultados, não relaciona as histórias de vida, narrativas e/ou memória escolar das PIs.

Em relação aos instrumentos de pesquisa, o autor cita a importância da utilização de equipamentos de áudio e vídeo, mas poderia discutir mais profundamente sobre o objeto de estudo, uma vez que contemplasse aspectos relativos a comportamento, ações, linguagem não verbal ou interpretações dos entrevistados, conforme também colocado na caracterização dos materiais e métodos. Da mesma forma, o desenvolvimento das entrevistas enquanto “*semiestruturada*” descaracteriza-se quando organiza o processo com perguntas agrupadas em envelopes. Scagion (2018, p. 45) relata ainda que, as PIs “*.../autoriza[ram]⁴ a utilização de seus nomes verdadeiros na pesquisa.*”, contrariando a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) que orienta a garantia do sigilo, privacidade e, quando for o caso, anonimato dos envolvidos.

Quanto a teoria das RS, em trinta páginas do trabalho a dissertação enquadra as narrativas dos sujeitos a uma objetivação e ancoragem encapsuladas em uma tabela – o que compromete a subjetividade do caminho de análise e vai em desencontro a teoria das RS. Em

⁴ Grifo nosso.

relação as RS abstraídas das narrativas, por exemplo, na RS “*A Matemática ajuda na qualidade de vida*” – essa RS pode ter sido estimulada pelo caminho posto pelo pesquisador em virtude do direcionamento ao qual a entrevista foi organizada. Em resumo, subentende-se que a análise mascara e influencia a resposta a uma RS já esperada, uma vez que a primeira RS “*A Matemática está em tudo*” já sinaliza para a relação com outras áreas, a exemplo, da saúde. Por outro lado, o trabalho com a Matemática crítica (SKOVSMOSE, 2008) apresentado no texto traz um debate necessário no que tange a relação dos saberes matemáticos e as diferentes dimensões da *Matemática em Ação* como “*a Matemática presente no dia a dia: imaginação tecnológica; raciocínio hipotético; legitimação ou justificação; realização e isenção de responsabilidade.*” (SCAGION, 2018, p. 94).

No geral, a dissertação traz uma proposta interessante do ponto de vista teórico-metodológico e com potencial de crescimento continuado em outros pontos como: organizar a riqueza de detalhes nas narrativas e memórias sociais compartilhadas pelas PIs, com uma discussão mais profunda sobre esse material; trabalhar a escrita não reiterando medos, mitos e dificuldades em relação a Matemática numa concepção que desfigura a ideia central do texto, a exemplo da afirmação “*.../mesmo tendo sido maltratada(o) pela Matemática na juventude*” (SCAGION, 2018, p. 88), mas mostrando a beleza poética no ato de conhecer e vivenciar a Matemática, será que ela realmente ela maltratou estudantes ou o sistema que fez mau uso dela?

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de pouco expressivas quantitativamente, as pesquisas brasileiras apresentadas mostram-se com potencial de crescimento, Scagion (2018, p. 95) reflete que, assim como os estudos em relação Educação Matemática com PIs “*.../ a promoção de atitudes mais inclusivas não se dá por um caminho fácil e rápido. Pelo contrário, é algo lento, que envolve diversas lutas*”. Santos (2018, p. 76) reafirma a necessidade de estudos nessa área, quando nos ensina que “*.../ a relação entre ensino, prática docente e memória traz possibilidades de intervenção na prática atual, por isso a necessidade de estudá-la e compreendê-la.../ [para]⁵ que favoreçam práticas mais significativas*”. Mangueira (2017, p. 140), mostra que apesar dessas conquistas no campo teórico-metodológico, bem como no seio da política social, na saúde e nos espaços de convívio cotidiano:

As pessoas não veem os idosos como “bibliotecas vivas”, valorizando sua memória e seu conhecimento cultural, ao invés disso os caracterizam como “peso social”:

⁵ Grifo nosso.

sujeitos improdutivos onde seus conhecimentos são ultrapassados, suas experiências não têm significado e que, graças ao tempo, perderam a capacidade de aprender.

França, Silva & Barreto (2010, p. 529) mostra caminhos para lidar com a situação e pontua a importância dos programas intergeracionais quando reafirma que “*as práticas intergeracionais vêm demonstrando que é possível efetuar uma mudança na mentalidade da comunidade em relação à imagem do idoso e o resgate da memória de um povo através de seu patrimônio vivo.*”. As PIs têm muito a ensinar aos mais jovens, seja diante das narrativas a partir de experiências vividas, seja pela sabedoria do passado perante histórias transcorridas ao longo da vida como instrumento de propulsão e crescimento no presente.

AGRADECIMENTOS

No início da primeira metade do século XXI, o Brasil tem perpassado por um momento delicado, de crises históricas no campo ético, moral, político, social, econômico educacional, entre outras, marcadas por retrocessos e surpresas de toda ordem. No entanto, Paulo Freire nos ensina que – apesar dos erros e acertos, afinal somos incompletos e inacabados, não podemos deixar de tentar compreender o que se passa e de esperar. A ele, por toda sua construção humana, libertária e justa, nossa gratidão.

Agradecemos ainda ao Centro Federal de Educação tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) – Campus Maracanã pela sua contribuição social, regional e temporal, e, sobretudo, sua colaboração organizacional e financeira para o desenvolvimento deste trabalho, bem como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela parceria através do Projeto Universal (2019/2022) *Cultura Científico-Tecnológica nos Contextos Formativos Contemporâneos*.

REFERÊNCIAS

ARGENTIN, F. F. **Atividades Matemáticas e suas Contribuições na Qualidade de Vida da Pessoa Idosa**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura – Pedagogia) – Universidade Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, Rio Claro, 2016.

BALLONE G. J, MOURA E. C. **Transtorno por Estresse Pós-Traumático** - in. PsiquWeb, Internet, disponível em <http://www.psiqweb.med.br>, revisto em 2008. (Acesso em 10/08/17 às 14h).

BOTH, A. Gerontologia: **Educação e Longevidade**. Passo Fundo: Imperial, 1999.

BOTH, A. **Educação Gerontológica: posições e proposições**. Erechim, RS: Imperial, 2001.

BRASIL (2003). **Estatuto do Idoso**. Lei 10.741 de 1º de outubro de 2003. Presidência da República: Brasília, 2003.

BRASIL (2005). **Mundo Terá Mais de 1 Bilhão de Idosos em Dez Anos, Diz ONU**. Disponível em: <http://www.jcom.com.br/noticia/142376/Mundo_tera_mais_de_1_bilh_ao_de_idosos_em_dez_anos_diz_ONU>. (Acesso em: 27/05/15).

CACHIONI, M. **Quem Educa os Idosos?** Um estudo sobre professores de universidades da terceira idade. Campinas (SP): Alínea, 2003.

CARVALHO, I. M. **O Processo Didático**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1984.

COLLUCI, C. **População Idosa Vai Triplicar nos Próximos Trinta Anos**. Folha de São Paulo: 2015. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/seminariosfolha/2014_03/1432528-populacao-idosa-vai-triplicar-nos-proximos-2anos.shtml>. Acesso em: 08 ago. 2015.

BARRETO, R. G. (2009). **Discursos, Tecnologias, Educação**. Rio de Janeiro: EDUERJ.
GEERTZ, C. (1989) *A Interpretação das Culturas*. Rio de Janeiro: LTC.

BOSI, E. **O Tempo Vivo da Memória**: ensaios de pedagogia social. São Paulo/SP: Editora da Universidade São Paulo (USP), 2003.

BRITO, A. P. A. **Contrato Didático e Transposição Didática**: inter-relações entre os fenômenos didáticos na iniciação à álgebra na 6ª série do ensino fundamental. Tese de Doutorado. Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2006.

D'AMBROSSIO, U. **Etnomatemática**. São Paulo: Ática, 1998.

D'AMBROSSIO, U. **Etnomatemática**: arte ou técnica de explicar e conhecer. São Paulo: Ática, 1990.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação para uma Sociedade em Transição**. Campinas, SP: Papirus, 2016.

DEBERT, G.G. **As Representações Sociais (Estereótipos) do Papel do Idoso na Sociedade Atual**. In: Ministério da Previdência e Assistência Social (Org.) *Anais do I Seminário Internacional. Envelhecimento populacional: uma agenda para final de século*. Brasília, 1996.

FOUCAULT, M. **Microfísica do Poder**. 21. ed. Rio de Janeiro: Graal, 2005.

FRANÇA, L. H. de F. P.; SILVA, A. M. T. B. da; BARRETO, M. S. L. **Programas Intergeracionais**: quão relevantes eles podem ser para a sociedade brasileira? *Rev. bras. geriatr. gerontol.* [online]. 2010, vol.13, n.3, pp.519-531. ISSN 1809-9823. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1809-98232010000300017>. Acesso em: 27, fev. 2020.

FREIRE, P. GUIMARÃES, S. **Aprendendo com a Própria História**. São Paulo/SP: Paz e Terra, 2013.

FREIRE, P. **À Sombra Desta Mangueira**. Ana Maria de Araújo Jorge (Org.). Rio de Janeiro/RJ: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. Rio de Janeiro/RJ: Paz e Terra, 2004.

FREIRE, P. **Pedagogia dos Sonhos Possíveis**. Ana Maria de Araújo Jorge (Org.). Rio de Janeiro/RJ: Paz e Terra, 2014.

GARCIA, J. **Quando a boca cala, o corpo fala!** Disponível em: joselainegarcia.blogspot.com.br. (Acesso em 05/06/17).

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GROSSI, F.C.D.P. **Os Diferentes “Lugares” que a Escola, a Leitura, a Escrita e a Aula de Matemática têm na Vida dos Alunos que Estão na Terceira Idade**. 2014. 185 f. (Dissertação de mestrado) - Universidade Federal de São João del-Rei, 2014.

GROSSI, F. C. D. P., SOUTO, R. M. A. **Educação Matemática da Terceira Idade: um estudo sobre as percepções de alunos idosos sobre a aula de matemática do instituto abc no brasil**. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7., 2013, Montevideu, Anais... Montevideu, p. 3870-3877.

JODELET, D. **As Representações Sociais**. Rio de Janeiro: EDUERJ. 1999.

JOVCHELOVITCH, S. (2007). **Knowledge in Context: representations, community, and culture**. London: Routledge (UK).

KACHAR, V. **Longevidade: um novo desafio para educação**. São Paulo/SP: Cortez, 2001.

LIMA, L. F. **Conversas sobre Matemática com Pessoas Idosas Viabilizadas por uma Ação de Extensão Universitária**. 2015. 187 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

MACHADO, N. J.; D’AMBRÓSIO, U. **Ensino de Matemática: pontos e contrapontos**. Valéria Amorim Arantes (Org.). São Paulo/SP: Summus Editorial, 2014.

MAIA, L. de S. L. **Matemática Concreta X Matemática Abstrata: mito ou realidade?** Portal do GT 19 da Anped: 23ª Reunião – Caxambu/MG, 2000. Disponível em: < http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_23/matematica_concreta.pdf >. (Acesso em: 13/05/17).

MAIA, L. de S. L. **Les représentations de l'enseignant sur les mathématiques**. Dissertação. Université Paris Descartes, 1993.

MANGUEIRA, R. T. Da S. **Matemática no Cotidiano de Pessoas Idosas (PIs): memórias, saberes e práticas**. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2017.

MATTOS, C. L. G; CASTRO P. A. **Etnografia e Educação: conceitos e usos**. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

MAYA, L. **Como os Traumas Emocionais Influenciam em Nossas Vidas**. Disponível em: <http://www.planetaneews.com/news/2009/10999>. (Acesso em: 10/09/14).

MEDRADO, B. **O idoso e a Representação de Si**. Psicologia, São Paulo, v.2, n.1, 1994.

MOREIRA, A. F. E KRAMER, S. (2007) **Contemporaneidade, Educação e Tecnologia**. Educ. Soc., Campinas, vol 28, n. 100 – Especial, p. 1037-1057.

MOSCOVICI, S. **Representações Sociais**: investigações em psicologia social. Rio de Janeiro: Vozes, 2005.

PANCIERA, L. M. **Valorizando o Saber Matemático dos Educando da EJA**: trabalhadores do comércio. XIV Jornada Nacional de Educação: A Educação na Sociedade dos Meios Virtuais: UNIFRA, 2008. Disponível em: <<http://www.unifra.br/eventos/jne2008/eventos.asp>>. (Acesso em: 10/08/17).

PINHEIRO, J. **Manual de Psicoterapia**: guia de regressão a vidas passadas e hipnose/ traumas e neuroses. 1. ed. 2014.

PINHEIRO, G. A. D. **Educação e Envelhecimento**: atividade intelectual na Terceira Idade. 2009. 105 p. Dissertação (Mestrado) –Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

QUEVEDO, J.; CARVALHO, A. F. **Emergências Psiquiátricas** [Recurso eletrônico]. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

SÁ, C. **Núcleo Central das Representações Sociais**. Rio de Janeiro: Vozes, 1996.

SANTOS, J. J. C. dos. **Memórias da Tabuada em Narrativas Intergeracionais**: temporalizando saberes, repensando a prática docente. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.

SANTOS, S. S. C. **Concepções Teórico-Filosóficas Sobre Envelhecimento, Velhice, Idoso e Enfermagem Gerontogeriatrica**. Pág.: 1035. Revista Brasileira de Enfermagem: Brasília, 2010.

SCAGION, M. P. **Representações Sociais de Pessoas Idosas sobre Matemática**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2018.

SILVEIRA, N. D. R. **A Pessoa Idosa**: educação e cidadania. São Paulo: Secretaria Estadual de Assistência e Desenvolvimento Social: Fundação Padre Anchieta, 2009.

SKOVSMOSE, O. **Desafios da Reflexão em Educação Matemática Crítica**. Campinas: Papyrus. 2008. (Coleção Perspectivas em Educação Matemática)

VILA, A.; CALLEJO, M. L. **Matemática para Aprender a Pensar**: o papel das crenças na resolução de problemas. Porto Alegre: Artmed, 2006.

PLANEJAMENTO FATORIAL APLICADO A CINÉTICA DE SECAGEM DO MANDACARU (*Cereus jamacaru* P.DC.)

Luana Maria de Queiroz Silva¹
Maria Suenia Nunes de Moraes²

3

RESUMO

As técnicas estatísticas vêm despertando o interesse de inúmeros pesquisadores nas mais diversas áreas. O planejamento é o melhor método de validação para uma maior confiabilidade de dados, possibilitando conclusões mais eficazes. A região da Caatinga, em especial o Semiárido Brasileiro vem se mostrando um ambiente bastante promissor no desenvolvimento das mais diversas pesquisas. O presente trabalho objetivou analisar em diferentes temperaturas a cinética de secagem do Mandacaru (*Cereus jamacaru*), espécie nativa da região do Semiárido, o qual foi acondicionado em estufa durante um período de 10 horas. O aumento da temperatura diminui a quantidade da massa existente dentro do Mandacaru, ocasionando em uma redução no teor de umidade. A ferramenta de planejamento fatorial pode ser utilizada para distintos fins nas áreas da engenharia, induzindo à busca de soluções para determinados problemas por meio da realização de um planejamento experimental.

Palavras-chave: Semiárido, Estatística, Cactáceas

INTRODUÇÃO

As técnicas estatísticas têm grande importância no desenvolvimento de experimentos desde o planejamento, análise e interpretação dos dados. As variáveis analisadas em um experimento podem influenciar em determinadas propriedades de um produto, dessa forma, planejar é o melhor método para obtenção de resultados válidos, confiáveis e concisos. Possibilitando conclusões eficazes, eficientes e econômicas do processo (BARROS NETO; SCARMINIO; BRUNS, 2001). Após a realização do experimento, os métodos estatísticos são analisados por meio de um planejamento experimental, principalmente quando há a possibilidade de envolver erros experimentais nos dados obtidos (MONTGNOMERY, 2005).

A Região Semiárida Brasileira concentra-se na região Nordeste, abrangendo os estados: Paraíba, Pernambuco, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Sergipe e Bahia. Formando o bioma

¹ Mestranda pelo Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, luanaqueiroz9@gmail.com

² Mestranda pelo Curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, sueniasusudosax@gmail.com

Caatinga, um dos maiores biomas brasileiros. Possui um clima quente com baixo índice de pluviosidade.

A região do Semiárido apresenta um grande potencial biológico ainda conhecido o qual grande parte de suas riquezas biológicas só podem ser encontrado no Brasil. Atualmente, existem muitas ações de pesquisa que objetivam explicar a riqueza do bioma e seu potencial econômico (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2016).

A vegetação da Caatinga apresenta características resistentes à seca, apresentando uma boa adaptação às condições do Semiárido brasileiro. Pode-se encontrar espécies desse gênero de vegetais em todas as regiões do Brasil, sendo mais adaptadas ao semiárido. Geralmente, as plantas nativas apresentam espinhos, são suculentas e de hábitos diversificados (NECCHI, 2011).

De acordo com SANTOS *et al* (2013), a família *Cactaceae* possui cerca de 130 gêneros e 1.500 espécies. As Cactáceas apresentam uma grande importância econômica, sendo utilizada na alimentação animal, devido ao seu alto valor energético e suculento para os rebanhos no período de escassez de água, na alimentação humana na produção de doces e no consumo de frutos, além de grande potencial na medicina tradicional para o tratamento de diversas enfermidades e para o paisagismo, devido a sua beleza particular, além de exigirem pouca água, elas também são de fácil adaptação às condições adversas de nutrientes no solo (Lucena *et al.* 2014; Chaves & Barros, 2015; Cavalcante *et al.* 2017; Santos *et al.* 2018).

O mandacaru (*Cereus jamacaru* P.DC.) é uma espécie nativa da vegetação da caatinga, pertencendo à família Cactácea (Figura 1). Cresce em solos pedregosos e pode ser encontrado nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais (SILVA, 2009).

É uma planta dividida em duas espécies: *Cereus peruvianuse* *Cereus jamacaru*. A primeira é nativa do Peru e do Brasil. A segunda, encontrada apenas no Brasil sendo uma espécie típica do bioma caatinga. Ambas as espécies podem atingir cerca de cinco metros de altura e recebem outros nomes como jamacaru, cardeiro, cardeiro-rajado e mandacaru-de-boi (LIMA *et al.*, 2014).

Figura 1: Plantação de Mandacaru na cidade de Sumé.



Fonte: Os autores (2019)

De acordo com Andrade *et al.* (2006), a espécie *Cereus jamacaru* apresenta propriedades que podem ser utilizadas em processos inflamatórios ocasionados por diferentes agentes, usados para o tratamento de problemas renais, e o xarope para o tratamento de tosses, bronquites e úlceras. Barbera *et al.* (1999) descrevem os principais usos tradicionais, e potenciais de cactáceas com propriedades terapêuticas.

O mandacaru também possui frutos (Figura 2). Seu fruto é uma baga, ovoide, com aproximadamente 12cm de comprimento, vermelho, carnosos, de polpa branca, com inúmeras sementes pretas e bem pequenas. Alguns estudos químicos e farmacológicos do fruto observaram presença de esteroides ergosterol e colesterol. A qualidade dos frutos se dá devido aos caracteres físicos que respondem pela aparência externa, entre os quais destacam-se o tamanho, a forma do fruto e a cor da casca apresentando assim, potencial no aproveitamento industrial (BAHIA, et al., 2010).

Figura 2: Frutos de Mandacaru



Fonte: Os autores (2019)

A secagem é uma operação unitária que reduz o teor de umidade de um produto até que se torne adequado à estocagem mantendo sua qualidade (CASEMG, 2019). Quando submetidos a secagem, os produtos conservam suas características físicas e nutritivas, e retornarão ao aspecto natural quando reconstituídos em água, dessa forma, esse processo representa uma forma viável de conservação de alimentos para consumo humano ou animal. Além disso, ao reduzir a quantidade de água, são criadas condições desfavoráveis para o crescimento microbiano (SILVA, 2015).

De acordo com PARK (2001), a definição de transferência de calor da fonte quente para o material a ser seco ocorre devido a diferença de temperaturas e a evaporação da água. A diferença de pressão parcial de vapor d'água entre o ar quente e a superfície do produto ocasiona na transferência de massa do produto para o ar, arrastando o vapor do material. Durante a secagem, a água do interior do sólido é transportada para superfície do sólido, ocorrendo posteriormente a evaporação da umidade. Os principais mecanismos ocorrentes nesse processo são a difusão líquida, difusão de vapor e fluxo de líquido e de vapor.

No processo de secagem (figura 3), são utilizadas estufas. FELLOWS (2006), descreve a estufa de ar quente como uma câmara de isolamento térmico apropriado e provida de sistema de aquecimento e ventilação de ar por meio das bandejas. O ar aquecido circula sobre a superfície de sólido úmido a uma velocidade relativamente alta, a fim de maximizar a eficiência do processo.

Figura 3: Mandacaru cortado para que seja submetido ao processo de secagem



Fonte: Os autores (2019)

São utilizados métodos teóricos, empíricos e semi-empíricos, para compreensão dos métodos de secagem que descrevem matematicamente o processo utilizando dados experimentais apenas das condições externas, não fornecendo indicações sobre o transporte de energia e massa no interior do produto (LEITE et al., 2016).

Para Souza (2019), os princípios básicos que regem o planejamento experimental são a replicação, aleatoriedade e a blocagem. A replicação consiste em repetir independentemente cada combinação de fatores e deve ser realizada sem que ocorra grandes variações de uma replicação para outra permitindo assim, a obtenção do erro experimental e encontrar o efeito de fator, tornando a replicação mais precisa. A aleatoriedade permite o balanceamento das variáveis não controláveis que afetam a variável resposta e que podem aparecer durante a realização do experimento, evitando problemas na avaliação dos resultados. A blocagem

possibilita o aperfeiçoamento e precisão do experimento, controlando e avaliando a variabilidade resultante na presença de fatores que perturbam o sistema, mas que nem sempre são levados em consideração no estudo.

De acordo com Vilani (et al 2006, apud Box et al 1978) um planejamento fatorial é aquele no qual se investigam todas as possíveis combinações dos níveis dos fatores em cada ensaio. O efeito de um fator pode ser visto como a mudança sofrida pela variável resposta quando se passa do nível baixo para o nível alto do fator. Segundo Galdamez (2002, apud MONTGOMERY,1991) o planejamento de experimentos deve-se a Ronald A. Fisher, que durante alguns anos foi responsável pela estatística e análise de dados na Estação Agrícola Experimental em Londres - Inglaterra. Fisher foi quem desenvolveu e usou pela primeira vez a técnica de ANOVA (*Analysis of variance*) como ferramenta primária para a análise estatística do projeto experimental. Outros autores que contribuíram de maneira significativa para a evolução das técnicas sobre o projeto de experimentos são: Yates, Box, Bose, Kempthorne e Cochran.

A análise de variância é uma ferramenta para comparação de vários grupos ou estratos de interesse, permite investigar a existência de diferenças significativas entre os grupos estudados. Conclusões obtidas a partir da ANOVA apresentam um nível de confiança determinado pelo analista (Paese, et al 2001). Os planejamentos fatoriais com dois níveis são formados por k fatores, cada um com dois níveis, tais planejamentos são especialmente úteis na etapa exploratória de uma pesquisa, quando um sistema não é muito conhecido e o modelo é ainda identificado. A ANOVA avalia a importância de um ou mais fatores, comparando as médias de variáveis de resposta nos diferentes níveis de fator. A hipótese nula afirma que todas as médias de população (médias de nível de fator) são iguais, enquanto a hipótese alternativa afirma que pelo menos uma é diferente.

O presente trabalho tem como objetivo geral descrever o planejamento fatorial ²³ por meio dos dados obtidos da cinética de secagem do mandacaru (*Cereus jamacaru P.DC.*), ajustando diferentes modelos matemáticos aos dados experimentais.

METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biologia Celular e Molecular do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA) na Universidade Federal de Campina

Grande (UFCG), Campus Sumé-PB. As amostras foram obtidas no próprio campus, selecionados manualmente de forma a eliminar os exemplares que apresentavam danos físicos ou aspectos de podridão, higienizadas em água corrente e cortadas em rodela, como mostra a figura 4:

Figura 4: Mandacaru em estufa sendo submetido a secagem



Fonte: Os Autores (2019)

Utilizamos o planejamento fatorial 2^3 , para se saber o melhor resultado a partir das análises das variáveis respostas. As variáveis respostas analisadas equivalem às massas das amostras durante o processo de secagem do Mandacaru (*Cereus jamacaru*), obtidos em 0h (início do processo) e 12h, observar na tabela 1.

Tabela 1. Massas obtidas em 0h e 12h, e posteriormente sua média.

FATORIAL 2^3				
ENSAIOS	TRATAMENTOS	0h	12h	MÉDIA
1	a1b1c1	43,92	37,94	40,93

2	a2b1c1	26,93	37,90	32,415
3	a1b2c1	26,91	21,89	24,40
-4	a2b2c1	10,32	17,01	13,665
5	a1b1c2	19,43	15,13	17,28
6	a2b1c2	7,8	13,40	10,60
7	a1b2c2	15,75	11,93	13,84
8	a2b2c2	4,69	8,34	6,515

Fonte: O Autor, 2020.

A metodologia incentiva o uso da análise de variância ANOVA para avaliar o desempenho da variável resposta, permitindo a representação gráfica dos graus de influência dos fatores empregados no software Excel. Levamos em consideração três fatores ou variáveis independentes: variação da temperatura, tempo e espessura da camada, onde cada fator foi analisado em dois níveis, alto e baixo (tabela 2), com nível de significância de 5%. Segundo Heller (1986), a metodologia do planejamento fatorial, coligada à análise de superfícies de respostas, é uma técnica fundamentada na teoria estatística, que disponibiliza informações concretas sobre o processo, minimizando o empirismo (doutrina segundo a qual todo conhecimento provém unicamente da experiência, limitando-se ao que pode ser captado do mundo externo, pelos sentidos) que abrange técnicas de tentativa e erro.

Tabela 2: Intervalo de estudo das variáveis

VARIÁVEL	INTERVALO DE ESTUDO
Espessura da camada (cm)(A)	1,4 – 1,5
Tempo (h) (B)	0 – 12
Temperatura °C (C)	50 – 60

Fonte: O Autor, 2020.

Um planejamento fatorial foi empregado para avaliar simultaneamente as variáveis significativas e indicar as melhores condições experimentais no sistema de secagem do Mandacaru. Nesse sentido, o planejamento é uma ferramenta de grande importância, pois tem

como finalidade determinar, e ao mesmo tempo de quantificar, a influência das variáveis sobre as respostas desejadas, ou seja, quantificar o efeito das variáveis do processo através das técnicas do planejamento experimental, com o objetivo de obter informações sobre a autenticidade ou não das respostas desejadas (COSTA, 2011). A Tabela 2 mostra os fatores e seus níveis. A justificativa para a escolha dos fatores temperatura, tempo e espessura do Mandacaru está em obter a melhor eficiência no procedimento analítico de secagem. A Tabela 3 mostra os coeficientes de contraste para um fatorial 2^3 , e a última coluna contém os valores médios da massa das amostras durante o processo de secagem do Mandacaru (*Cereus jamacaru*), obtidos nos ensaios. A partir desses resultados, a análise estatística foi feita através do Software computacional Excel, que gera gráficos normais de estimativas.

Tabela 3. Coeficientes de contraste para um fatorial 2^3 , e os valores da massa das amostras durante o processo.

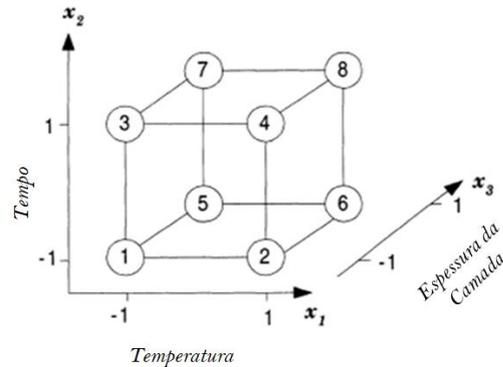
ENSAIOS	A	B	C	AB	AC	BC	ABC	MÉDIA
1	-	-	-	+	+	+	-	40,93
2	-	-	-	-	-	+	+	32,415
3	-	+	-	-	+	-	+	24,40
4	+	+	-	+	-	-	-	13,665
5	-	-	+	+	-	-	+	17,28
6	+	-	+	-	+	-	-	10,60
7	-	+	+	-	-	+	-	13,84
8	+	+	+	+	+	+	+	6,515

Fonte: O Autor, 2020.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados coletados no experimento, foi construído um diagrama (figura geométrica), onde se é possível obter algumas considerações, fazendo as devidas interpretações dos dados corretamente, observar a Figura 5.

Figura 5. Representação geométrica das interações Temperatura, Tempo e Espessura da Camada.



Fonte: O Autor, 2020.

Examinando esse diagrama podemos concluir: a elevação da temperatura diminui a quantidade da massa existente dentro do Mandacaru, ou seja, ocasiona uma redução no teor de umidade, além de sua espessura se contrair (diminuir devido o aumento da temperatura). De acordo com o trabalho sobre planejamento de Gouveia (2002), “este efeito negativo, ocasionado pela mudança do nível inferior para o nível superior de temperatura, resultando na redução do teor de umidade do produto, ocorre devido ao efeito significativo da temperatura sobre o processo de secagem”. Quanto maior o tempo dentro do processo de secagem, maior será a diminuição da massa (teor de umidade) e da espessura da camada, independente da temperatura, conseqüentemente, quanto maior a temperatura utilizada maior será a perda de massa na secagem. O resultado com menor valor de massa (teor de umidade) é obtido quando se utilizar a temperatura de 60 °C e o um valor de tempo de 12h. O mesmo resultado é observado no trabalho de Nascimento (2014), onde o menor tempo de secagem é obtido quando se utilizar a temperatura mais alta.

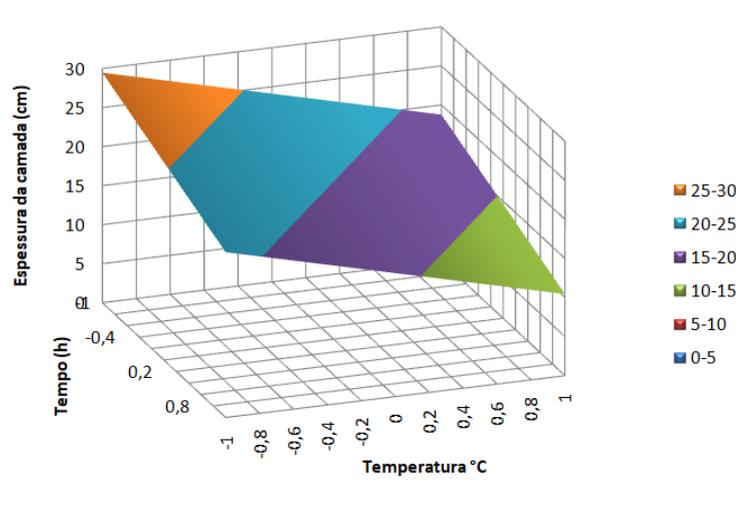
A análise de variância (ANOVA) é utilizada para mostra os efeitos principais de variáveis categóricas independentes sobre uma variável quantitativa dependente. Os valores obtidos do coeficiente na análise de variância se mostraram satisfatórios, pois Maciel (2012) relata no seu trabalho que o valor do coeficiente está ao nível de significância da variável independente sobre a variável resposta em estudo, no qual, pode-se afirmar que, para valores inferiores 0,05, a influência da variável preditora é considerada estatisticamente significativa.

O valor-p é definido como a probabilidade de se observar um valor da estatística de teste

maior ou igual ao encontrado. Tradicionalmente, o valor de corte para rejeitar a hipótese nula é de 0,05, o que significa que, quando não há nenhuma diferença, um valor tão extremo para a estatística de teste é esperado em menos de 5% das vezes. É um equívoco achar que um valor muito pequeno de p signifique que a diferença entre os grupos é altamente relevante. Ao olharmos para o valor- p isoladamente, nossa atenção é desviada do tamanho do efeito. Outro equívoco é achar que se o valor- p for maior do que 5%, o novo tratamento não tem nenhum efeito. O valor- p indica a probabilidade de se observar uma diferença tão grande ou maior do que a que foi observada sob a hipótese nula. Outro conceito equivocados é acreditar que, se o valor- p está próximo de 5%, há uma tendência de haver uma diferença entre os grupos. É inadequado interpretar um valor- p de, digamos, 0,06, como uma tendência de diferença. Um valor- p de 0,06 significa que existe uma probabilidade de 6% de se obter esse resultado por acaso quando o tratamento não tem nenhum efeito real. Como definimos o nível de significância de 5%, a hipótese nula não deve ser rejeitada (FERREIRA *et al*, 2015). O coeficiente de determinação (R^2) alcançado na secagem do mandacaru foi de 0,927, indicando que o modelo explicou 92,7% da variação dos dados observados.

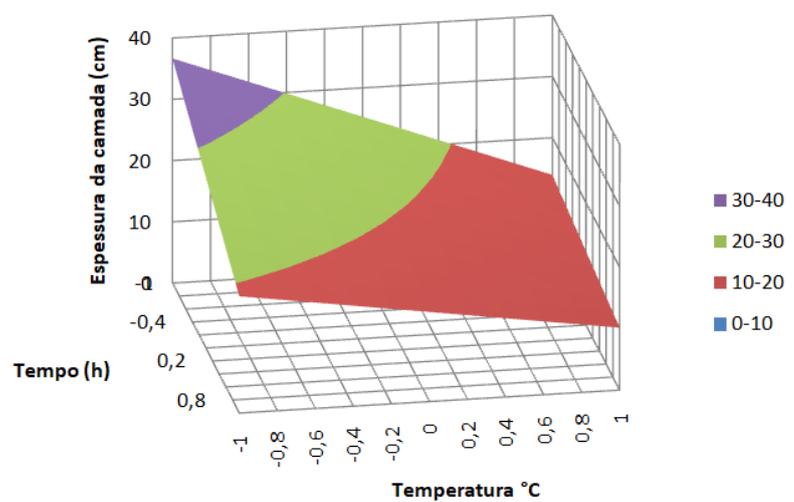
As superfícies de resposta, como gráficos de superfície e os modelos de regressão das variáveis independentes, foram gerados a partir do emprego do software Excel. A adequação dos modelos propostos foi avaliada pela proporção da variação explicada pelo modelo, isto é, pela análise do coeficiente de determinação (R^2) e pela análise de variância (ANOVA). De acordo com o modelo significativo, pode-se verificar os gráficos (1 e 2), na qual os gráficos são usados para explorar a relação potencial das variáveis, onde são exibidas em escalas x e y , e a variável de resposta (z) são representadas por uma superfície suave (gráfico de superfície 3D). No gráfico 1, pode-se verificar que, quanto maior a temperatura e o tempo de secagem a espessura da camada irá se reduzir. E no gráfico 2, observa-se que a temperatura de secagem no seu ápice desse estudo (60 °C) se mostra mais eficiente proporcionando uma redução de tempo, em relação a uma temperatura inferior.

Gráfico 1 - Superfície de resposta para a influência das variáveis, Espessura da camada em função do Tempo e Temperatura.



Fonte: O Autor (2020).

Gráfico 2 - Superfície de resposta para a influência das variáveis, Espessura da camada em função do Tempo e Temperatura.



Fonte: O Autor (2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A secagem do mandacaru foi influenciada pela temperatura de secagem ocasionando a diminuição da espessura da camada, ou seja, ocorrendo à secagem em menor tempo na temperatura mais elevada com a menor espessura. A temperatura é o fator controlador do processo. A ferramenta de planejamento fatorial pode ser utilizada para distintos fins nas áreas da engenharia, induzindo à busca de soluções para determinados problemas por meio da realização de um planejamento experimental, que dará como resultado as admissíveis condições ótimas de um produto ou processo. Aplicando as técnicas estatísticas apropriadas, é possível resolver problemas experimentais de forma mais eficiente.

REFERÊNCIAS

AL SAADI, A.N.; JEFFREYS, G.V. Esterification of butanol in a two phase liquid-liquid system. **AIChE Journal**, v. 27, p. 754-772, 1981.

ANDRADE, C.T.S., MARQUES, J.G.W , ZAPPI, D.C., Utilização medicinal de cactáceas por sertanejos baianos, *Rev. Bras. Pl. Med.*, Botucatu, v.8, n.3, p.36-42, 2006.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. 2 ed. Campinas: Editora Unicamp, 2001. ISBN 85-268-0544-4.

BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. Agroecología, cultivos y usos delnopal. Estudio FAO producción y protección vegetal. Roma: FAO, 1999.

BAHIA, E.V.A. et al ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO FRUTO DO MANDACARU (*Cereus jamacaru P.DC.*) CULTIVADO NO SERTÃO PERNAMBUCANO. In: **Congresso Norte - Nordeste de Pesquisa e Inovação – CONNEPI 2010**, Maceió – AL, 2010.

CARTA, G.; GAINER, J.L.; ZAIDI, A. Fatty acid esterification using nylon immobilized lipase. **BiotechnologyandBioengineering**, v. 48, p. 601-605, 1995.

CASEMG. Secagem de grãos. Companhia de Armazéns e Silos de Minas Gerais S.A. Belo Horizonte, MG. Disponível em: Acesso em 24 de Outubro de 2019.

CAVALCANTE, M. Z. B. *et al.* Potencial ornamental de espécies do Bioma Caatinga. **ComunicataScientiae**, 8(1), 43-68, 2017.

CHAVES, E.M.F. & BARROS, R.F.M. Cactáceas: recurso alimentar emergencial no semiárido, Nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**, 9, 129-135, 2015.

COSTA, Maria Carolina Burgos; ALMEIDA, Cláudio Romero Rodrigues de. A importância do ensino da ferramenta de planejamento fatorial para estudantes de engenharia. In: **XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Blumenau, SC**. 2011.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. Simpósio do Bioma Caatinga (1. : 2016 : Petrolina, PE): **Anais do I Simpósio do Bioma Caatinga**; editores: Lúcia Helena Piedade Kiill; Diogo Denardi Porto. Petrolina : Embrapa Semiárido. 171 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 277). Petrolina – PE, 2016.

FERREIRA, J. C.; PATINO, C. M. O que realmente significa o valor-p. JBP, São Paulo, 2015. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v41n5/pt_1806-3713-jbpneu-41-05-00485.pdf>. Acessado em 01 de março de 2020.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2.ed. Tradução Florência Cladera Oliveira, et al .Porto Alegre: Artmed, 602p. 2006.

GALÁMEZ, E. V. C., Aplicação das técnicas de planejamento e análise de experimentos na melhoria da qualidade de um processo de fabricação de produtos plásticos, 2006, apud MONTGOMERY, D.C. (1991). *Diseño yanálisis de experimentos*. Trad.porJaimeDelgado Saldivar. Mexico,Iberoamérica.

GOUVEIA, Josivanda P.G. et al. Avaliação da cinética de secagem de caju mediante um planejamento experimental. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 471-474, 2002.

HELLER, Barbara. Statistics for experimenters, anintroductionto design, data analysis, andmodelbuilding: GEP Box, WG Hunter and JS Hunter, John Wileyand Sons, New York, NY. 1978. 1986.

LEITE, D. D. F.; PEREIRA, E. M.; ALBUQUERQUE, A. P.; MENDES, F. de A.; ALEXANDRE, H. V. Avaliação da cinética de secagem da carambola em secador convectivo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 2, p. 01-04, 2016.

LIMA, L.M.R. *et al.* UTILIZAÇÃO DO MANDACARU (*Cereus jamacaru*) COMO BIOMASSA ADSORVENTE DE GASOLINA PRESENTE EM CORPOS D'ÁGUA. In: **X Encontro Brasileiro sobre Adsorção**, Guarujá- SP, 2014.

LUCENA C. M.,*et al.*Potencial medicinal de cactáceas enlaregión semiárida del Nordeste de Brasil. **Gaia Scientia**, 36–50,2014.

MACIEL, R. D. A., VIANA, C., SIMÕES, M., & FONTELLES, M. Desidratação osmótica de filés de pirarucu (*Arapaima gigas*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Ponta Grossa**, v. 6, n. 1, p. 618-629, 2012.

MARTINEZ, M.; TORRANO, E.; ARACIL, J. An analogue of jobaoil. A statistical approach. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 27, p. 2179-2182, 1988.

NASCIMENTO, Marcos Antônio Germano. Aproveitamento agroindustrial de cactáceas do semiárido brasileiro. 2014.

NECCHI, R. M. M. Farmacobotânica, Atividade Antiinflamatória e Parâmetros Bioquímicos de *Nopalea Cochenillifera* (L.) Salm-Dick (Cactaceae). **Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)**. Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, 2011.

PAESE, C., et al, Aplicação da Análise de Variância na Implantação do CEP, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v11n1/v11n1a02.pdf>. Acesso 04 de março de 2018.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêrabartlett (*Pyrus* sp.) em fatias. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 21, n. 3, p. 288-292, 2001.

MONTGOMERY, D.C. Design and Analysis of Experiments. United States of America: WILEY, 2005.

SANTOS, T.N.; MEDEIROS, N.V.S. Caracterização da palma forrageira, visando ao seu aproveitamento energético: quantificação e análise de extrativos. **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 1**. P. 414-417 Congestas 2013.

SANTOS, M. O. *et al.* Medicinal Plants: versatility and concordance of use in the caatinga area, Northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 90(3), 2767-2779, 2018.

SILVA, E. S. et al. Secagem de grãos e frutas: Revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 5, n. 1, p. 19-23, 2015.

SILVA, L. R. da; ALVES, R. E. Caracterização físico-química de frutos de “Mandacaru”. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 199-205, abr./jun. 2009

SOUZA, J.C.S.; Proposição de atividades práticas experimentais para a complementação do ensino da disciplina de planejamento de experimentos industriais (ENP526). Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2019.

POR UMA RESOLUÇÃO EXPLORATÓRIA DE PROBLEMAS

Saul Barbosa de Oliveira ¹

RESUMO

Este artigo discute a articulação entre a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de matemática através da Resolução de Problemas e a Metodologia de Ensino-Aprendizagem de matemática via Exploração-Resolução-Proposição de Problemas, esta proposta pela Prof.^a Dr.^a Lourdes de la Rosa Onuchic e aquela proposta pelo Prof. Dr. Silvanio de Andrade. No decorrer do artigo, a partir de uma revisão bibliográfica, discutimos ambas as perspectivas de trabalhar com a Resolução de Problemas na sala de aula de matemática. Analisamos as aproximações entre as Metodologias apresentadas. Pode-se dizer que a exploração de problemas pode ser acrescida ao Roteiro proposto nos trabalhos da Prof.^a Lourdes, onde o denominamos o novo roteiro de Onuchic-Andrade, possibilitando que aos docentes mais ferramentas para se ensinar conceitos trabalhados e possam ir além da resolução do problema proposto, alterando variáveis dos problemas, generalizando padrões, alterando o registro de representação semiótica, possibilitando uma construção o conceito matemático por parte dos alunos de uma maneira mais aprofundada e ainda, a depender do problema, tratar pontos referentes à realidade do aluno, a aspectos sociais, políticos e econômicos e outros que tangenciam a formação cidadã do discente.

Palavras-chave: Resolução Exploratória de Problemas, Resolução de Problemas, Exploração-Resolução-Proposição de Problemas, Educação Matemática.

INTRODUÇÃO

O resolver problemas é inerente ao ser humano, presente no cotidiano de cada pessoa, independente do individuo residir em lugares mais remotos ou nas grandes metrópoles, os problemas estão presentes e o ser humano se debruça para resolvê-los. Uma parte considerável desses problemas envolve uma ciência que é denominada por muitos como a ciência dos padrões, a Matemática. A mesma está presente desde o simples mensurar a quantidade grão de milho que serão plantados em uma roça à dinâmica de controle de pragas e o compreender o cosmos lançando mão da Geometria Lorentziana.

Em relação ao ensino de matemática o resolver problemas vem se mostrando um meio fundamental para desenvolver os conceitos matemáticos em qualquer nível de ensino. Dentre diversas formas de ensinar através Resolução de Problemas destacamos duas metodologias de ensino-aprendizagem de matemática via Resolução de Problemas, a primeira se denomina Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas onde tem sua principal pesquisadora a Prof.^a Dr.^a Lourdes de la Rosa Onuchic, metodologia esta

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba – PB , saul.uepb@gmail.com;

que pode ser aplicada em um roteiro que possui dez etapas onde mais a seguir serão detalhadas.

A segunda metodologia é denominada Ensino-Aprendizagem de Exploração-Resolução-Proposição de Problemas que tem como seu autor o Prof. Dr. Silvanio de Andrade, nesta metodologia onde se destaca a Exploração de Problemas – que também compreende a resolução e a proposição – traz uma proposta de ensino de matemática numa perspectiva sócio-político-cultural à luz de uma educação progressista, crítica e libertadora. Além de toda esta base teórica apresentada anteriormente, a Exploração de Problemas ainda traz mais contribuições ao ensino de matemática, pois através de questionamentos e reflexões através dos mesmos o professor pode levar os alunos a ir além da resolução do problema, no processo de encontrar a solução do problema desejado tanto o docente com o discente podem fazer reformulações do problema, proposições de novos problemas e generalizar conceitos matemáticos construídos.

Cada uma de ambas as metodologias tem suas peculiaridades, entretanto através de uma análise de publicações tais como Onuchic (1999), Allevato e Onuchic (2014) e Andrade (1998, 2017) foi percebido que existem pontos que convergem tais como o construir conceitos matemáticos a partir de um problema ou situação-problema e que algumas peculiaridades tais como o explorar problemas apresentado por Andrade (1998, 2017) e o roteiro apresentado por Allevato e Onuchic (2014) e podem convergir de uma maneira que potencialize o ensino de conceitos matemáticos independente do nível (básico ou avançado).

No próximo tópico serão delineadas e aprofundadas as perspectivas que cada autor traz sobre ensinar através da Resolução de Problemas, assim como as possíveis articulações entre as mesmas.

METODOLOGIA

Analisamos aqui duas metodologias de ensino-aprendizagem de matemática via Resolução de Problemas, a primeira se denomina Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas e segunda metodologia é denominada Ensino-Aprendizagem de Matemática via Exploração-Resolução-Proposição de Problemas através de trabalhos publicados tais como Andrade (1998, 2017) e Allevato e Onuchic (2014) e será proposto um novo roteiro adaptado Allevato e Onuchic (2014) acrescido de alguns aspectos da Exploração de Problemas dissertado por Andrade (1998, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que tange atividade matemática, a resolução de problemas é considerada o seu âmago, pois é a sua força motriz para o tecer de novos conhecimentos (que serão aplicados nas mais diversas áreas do conhecimento). A caráter de exemplo, temos a conjectura (agora teorema, devidamente provado) denominada “O último teorema de Fermat” que versava: “Se n é um número inteiro maior que 2, então não existem números inteiros positivos x , y e z , que satisfaçam a igualdade $x^n + y^n = z^n$ ”. Proposto por Pierre de Fermat em 1637 e solucionado trezentos e cinquenta e sete anos depois por Andrew Wiles, as diversas tentativas nesse interesse contribuíram para o surgimento e aprofundamento de diversos campos da matemática dentre os quais a Geometria Algébrica, Álgebra Comutativa e a Teoria dos Números Algébricos.

Talvez outras listas sirvam para ilustrar a afirmação sobre a importância da resolução de problemas na matemática, tais como os 23 problemas de Hilbert e os Problemas do Millennium, sendo a última composta por sete problemas onde quem achar a solução de apenas um ganhará um prêmio de um milhão de dólares.

Mas o que realmente é um problema? As concepções de problemas não são uniformes - todavia, às vezes é convergente - variando do pressuposto teórico de cada indivíduo, ou grupo de indivíduos, que tem como intuito solucioná-lo. Partimos pelo pressuposto de que quando não se sabe os meios pelos quais resolver a questão ela de fato é um problema, entretanto quando já se sabe os métodos de como resolver, deixa de ser um problema e passa a ser um exercício. Outra definição plausível, um problema é de Lester (1980), onde o mesmo discorre que:

[..] uma situação em que um indivíduo ou um grupo é solicitado a desempenhar uma tarefa na qual não existe nenhum algoritmo disponível que determine completamente o método de resolução. A realização desta tarefa tem que ser desejada pelo indivíduo ou grupo. De outro modo a situação não pode ser considerada um problema. LESTER (1980 apud SILVA, 2013, p. 96)

Ainda sobre a concepção de problema no ensino da matemática, Serrazina (2017) disserta sobre as características de um bom problema a ser aplicado em sala de aula, tanto em Educação Básica quanto no Ensino Superior:

(i) ser desafiante e interessante a partir de uma perspectiva matemática; (ii) ser adequado, permitindo relacionar o conhecimento que os alunos já têm de modo que o novo conhecimento e as capacidades de cada aluno possam ser adaptadas e aplicadas para completar tarefas; (iii) ser problemático, a partir de algo que faz sentido e onde o caminho para a solução não está completamente visível.(SERRAZINA, 2017, p. 60).

Assim, podemos concluir a partir das citações anteriores que além de não possuir algum algoritmo disponível o indivíduo deve possuir interesse de resolver o problema, descobrir o método da resolução e determinar a solução do problema composto.

A partir de 1980 as pesquisas sobre a Resolução de Problemas como metodologia de ensino se desenvolveram de uma maneira considerável e Schoroeder e Lester (1989) discorrem que muito material foi produzido nessa época, para melhor de se compreender que focos e que objetivos foram direcionados as pesquisas sobre RP, os autores distinguiram entre três vertentes: ensinar sobre resolução de problemas, para resolução de problemas e via resolução de problemas.

A primeira dessas vertentes, o “ensinar sobre a resolução de problemas”, é trabalhar com o método proposto por Pólya (1978), onde a resolução de problemas é tratada como uma “arte” da descoberta. O modelo de George Pólya rege um conjunto de quatro fases que compõe o processo de resolução de algum problema matemático: (1) Compreender o problema; (2) planejar uma estratégia de resolução do problema; (3) Executar a estratégia e (4) fazer a recapitulação do problema original. A segunda vertente, denominada “ensinar para resolução de problemas”, interpretava a resolução de problemas como uma capacidade do aluno, capacidade esta que deveria ser desenvolvida ao decorrer do processo educativo, onde o aluno desenvolveria essa faculdade de resolver problemas de ordem cotidiana ou não, mas que envolvessem aplicações dos conceitos matemáticos.

Por conseguinte temos o “ensinar via Resolução de Problemas”, a terceira vertente que versa sobre um ensino além do fato de expor exercícios que serão respondidos de forma mecânica e similar ao modo com o qual o docente expôs em aulas passadas. Esta metodologia se trata de fazer matemática através da resolução de problemas matemáticos, o problema não é mais consequência de definições após definições escritas no quadro anteriormente, o problema passa a ser o passo inicial no processo de ensino-aprendizagem de matemática.

Segue então as metodologias que serão o foco da discussão no trabalho aqui apresentado.

Metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de matemática através da Resolução de Problemas

De acordo com Freitas (2019), nas últimas décadas, o trabalhar através da Resolução de Problemas vem se tornando cada vez mais comum nas diversas regiões do Brasil e exterior, e um principais difundidores desse modo de ensinar matemática é o Grupo de Trabalho e Estudos em Resolução de Problemas (liderado pela Prof.^a Dr.^a Lourdes de la Rosa Onuchic). A metodologia apresentada pelo grupo foi denominada de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas.

Segundo Allevato e Onuchic (2014) o ensino a aprendizagem mesmo que não ocorram obrigatoriamente de maneira simultânea ou que um dependa do outro, é necessário que os mesmos ocorram de maneira integrada nas salas de aulas de matemática (independente do nível de ensino) e decorrente a essa ideia que as palavras ensino-aprendizagem.

Em decorrência de pesquisas no que tange a avaliação que percebiam a necessidade de que a mesma seja contínua e formativa, assim, ela começou a ser repensada de uma forma que auxilie o desenvolvimento do processo educativo e menos ao julgamento dos resultados obtidos com esse processo. Partindo por esses pressupostos Allevato e Onuchic (2014) dissertam que os seus trabalhos passaram a empregar a expressão ensino-aprendizagem-avaliação, essa tríade representa uma dinâmica que “integra a avaliação às atividade de sala de aula e que entendemos como uma metodologia, a Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas” (AVELLATO; ONUCHIC, 2014, p.43). Portanto, os três devem acontecer conjuntamente durante a construção do conhecimento do discente.

Com o intuito de colocar essa metodologia em prática Allevato e Onuchic (2014) indicam um roteiro de dez etapas, sendo elas:

- (1) proposição do problemas, (2) leitura individual, (3) leitura em conjunto, (4) resolução do problema, (5) observar e incentivar, (6) registro das resoluções na lousa, (7) plenária, (8) busca do consenso, (9) formalização do conteúdo, (10) proposição e resolução de novos problemas. (ALLEVATO, ONUCHIC, 2014, p.45)

De acordo com as autoras, o início do trabalho se dá quando o professor irá propor um problema (ou aceitar alguma proposição de um aluno) que através do mesmo irá ser construído um conceito matemática, a esse problema se dá o nome de problema gerador. Recebendo o problema, os alunos irão realizar uma leitura individual, realizando uma reflexão ao se colocar perante o mesmo e desenvolvendo sua própria compreensão. Posteriormente os

alunos reúnem-se em grupos e fazem uma nova leitura nessa etapa, compartilhando suas compreensões com os demais companheiros e recebendo a ajuda do professor no que tange a dúvidas em relação a notação, passagem da língua vernácula para a matemática ou a conceitos relacionados e técnicas operatórias.

Posteriormente inicia-se a resolução do problema gerador, os alunos dispõem de todo o conhecimento que os mesmos possuem até então, sejam linguagem materna, desenhos, gráficos, linguagem algébrica, tabelas, esquemas ou conceitos matemáticos anteriormente já construídos. Enquanto isso o professor observa o encaminhar da situação os incentivando a usar seus conhecimentos prévios e os motivando através de questionamentos que gerem reflexão. Quando cada grupo tiver suas respostas (estejam elas certas ou não) os mesmo são solicitados a escolher um representante que se dispusesse a ir a lousa escrevê-la. Com um esforço conjunto o professor guia a turma a encontrar a resposta correta, em meio a reflexões e questionamentos busca-se um consenso.

Encontrada a solução do problema o professor apresenta então um registro formal do conteúdo, com uma linguagem matemática, organizada e estruturada. Realizando uma reflexão acerca dos conceitos trabalhados e padronizando os mesmos de uma forma que por meio/através do que foi construído para achar a solução é construído o novo conceito matemático.

A metodologia de ensino-aprendizagem de matemática através da Exploração-Resolução-Proposição de Problemas

Em sua pesquisa de mestrado Andrade (1998, p.27) ao discorrer sobre a Resolução de Problema na perspectiva da Exploração de problemas destaca que:

[...] há um prazer e uma alegria de ir cada vez mais longe, um ir cada vez mais profundo, um ir cada vez mais curioso, há um ir que chega e nunca chega, um ir que pode sempre ir, um ir que sempre se limita ao contexto do aluno, do professor, da Matemática, da escola [...] e por isso pode ir outra vez e mais outra vez [...].

Assim sendo, a Resolução de Problemas deve entendida nessa perspectiva – embasado em pesquisas na área das quais destacamos Andrade (1998, 2017) - deve ser vista como uma perspectiva metodológica de ensino-exploratório e investigativo, onde a mesma entrelaçando Resolução, Proposição e Exploração da ao aluno e ao docente a oportunidade de explorar, elaborar reformulações (é importante que não sejam poucas, para que ele possa aproveitar ao

máximo o que o problema proporciona) e investigar o problema inicial, desenvolvendo estratégias de resoluções com o intuito de encontrar a tão esperada solução.

Nessa perspectiva, Andrade (1998) destaca que fundamenta seus trabalhos na perspectiva da Educação Crítica de Paulo Freire e da teoria sociocultural/sóciohistórica de Vygotsky, onde os mesmo embora viverem em contextos totalmente distintos, todavia perceberam que nos estudos sobre ensino a palavra história merece um lugar de destaque. E também se fundamenta em uma perspectiva de educação crítica, onde o mesmo admite que a Matemática é um construto social, portanto falível, aquém de um conhecimento absoluto, Andrade (1998, 2017) adota a visão falibilista de Imre Lakatos. Vale ressaltar que Andrade (1998) não usa os teóricos (Paulo Freire, Vygotsky e Lakatos) como uma aplicação direta, entretanto foram usados pensamentos, estudos e reflexões para explicar a dinâmica de um processo de ação-reflexão, uma possível prática de Educação Crítica em Resolução de Problemas em uma junção de teoria e prática, isto é, práxis concreta da sala de aula.

Nessa perspectiva, onde envolve a Resolução, Exploração e a Proposição de Problemas é concebido por um movimento “[...]aberto, não fechado, embora não solto, [...] denominado de Problema-Trabalho-Reflexões e Sínteses-Resultado”(ANDRADE, 2017, p.365). De início, é dado ou proposto um problema que pode ser dado pelo docente ou pelo próprio discente, onde através desse problema os alunos irão desenvolver um trabalho para encontrar a solução, nesse ínterim professor e alunos iram dialogar sobre esse trabalho que se desenvolve num processo de reflexões e síntese.

Partindo desses pressupostos teóricos estabelecidos por Andrade (1998, 2017) os discentes, possivelmente, chegaram à solução do problema, mas não só a isso como também a novos conceitos, novos problemas gerando assim a realização de novos trabalhos, por conseguinte novas reflexões e sínteses. Por isso esse trabalho é tido como inacabado, pois vai além do problema e refere-se a partir do movimento P-T-RS (Problema – Trabalho – Reflexões e Sínteses) que mais tarde foi aderido pelo autor a palavra resultado, tornando a nomenclatura Problema-Trabalho-Reflexões e Síntese-Resultado, chamada, portanto e uma experiência de Resolução de Problemas.

Movimento este, citado anteriormente, que é baseado em um processo de Codificação e Descodificação, “[...] que são ferramentas essenciais no desenvolvimento do processo como um todo.”(ANDRADE, 2017, p.369). Codificar um problema é “[...] representá-lo em uma outra forma, outro código, outra linguagem, numa forma mais curta, mais simplificada e mais conveniente”(ANDRADE, 2017, p.369), onde essa ação se refere a todo trabalho de síntese em torno de um problema. E descodificação é procurar o significado do problema, decifrando

sua mensagem, fazendo uma análise crítica do mesmo, ou da sua resolução ou de cada trabalho que o envolva.

Ainda sobre a codificação e a decodificação vale ressaltar que ambas ocorrem em vários momentos inclusive quase simultaneamente, quando um aluno busca compreender o problema e procura representá-lo em um código possível de operacionalização. E que estas ferramentas não podem ser ensinadas de maneira explícita em sala de aula. De acordo com Andrade (1998, p.26) “elas são adquiridas no trabalho da unidade Problema-Trabalho-Reflexões e Síntese-Resultado e quanto melhor for desenvolvida essa unidade, melhor será o seu trabalho de codificação e decodificação”.

Assim, nesse processo, a “atividade de exploração de problemas é considerada a ferramenta mais importante e mais ampla de todas, ela compreende tanto a resolução como a proposição” (ANDRADE, 2017, p.371). Portanto esta perspectiva de Andrade (1998, 2017) a Experiência de Resolução_{exploração}, Exploração, Proposição_{exploração} e Codificação – Decodificação de Problemas, que se trata de ferramentas essenciais de trabalho para o ensino-aprendizado de conceitos matemáticos.

Por uma Resolução Exploratória de Problemas

É notório que cada metodologia tem suas peculiaridades, todavia existem conceitos que podem se convergir de uma maneira tal que possa tornar o roteiro apresentado por Allevato e Onuchic (2014) mais rico no que diz respeito ao ensino-aprendizado de matemática. A seguir será apresentado o roteiro com onze etapas – modificado de Allevato e Onuchic (2014) – o qual será denominado por Roteiro de Onuchic-Andrade, onde estão tanto conceitos apresentados por ambas as metodologias onde denominaremos a mesma de metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de matemática através de uma Resolução Exploratória de Problemas onde apresentaremos um roteiro – modificado de Allevato e Onuchic (2014) – o qual será denominado por Roteiro de Onuchic-Andrade. Segue o roteiro: (1) Proposição do problema, (2) leitura individual, (3) leitura em conjunto, (4) resolução do problema, (5) observar e incentivar, (6) registro das resoluções na lousa, (7) plenária, (8) busca do consenso, (9) exploração do problema, (10) formalização do conteúdo, (11) proposição e resolução de novos problemas.

1. Proposição do problema

Esse problema é denominado como problema gerador, pois ele visa a construção de “um novo conteúdo, conceito, princípio ou procedimento” (ALLEVATO; ONUCHIC, 2014, p.45). Este problema pode ser apresentado pelo professor ou mesmo proposto pelo aluno, como disserta Cai et. al.(2015) a proposição de problemas é essencial para um bom desenvolvimento e aprofundamento matemática sendo de grande importância valorizar a proposição de problemas partida pelo discente no início da atividade matemática.

Quando o problema for proposto, é fundamental que o docente tenha consciência da delimitação do problema, e isso deve ser realizado de maneira cautelosa, pois os problemas geradores necessitam permitir que esse processo educativo se inicie a partir do problema e de reflexões ocasionadas pelo mesmo e conduzidas e estimuladas pelo docente ou pelos próprios discentes como Andrade (1998, 2017) discorre.

Nas últimas décadas, vem sendo acrescido o número de trabalhos que versam sobre o propor problemas no ensino de matemática, de acordo com Cai et al.(2015) já há esforços em algumas partes do mundo para vincular a Proposição de Problemas ao currículo de Matemática, devido ao seu alto potencial para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem da matemática, pois a mesma é uma atividade intelectual que é fundamental para a atividade científica, mais fundamental a tal ponto que segundo Cai et al (2015) a atividade de propor problemas é mais importante até que resolver problemas, no que tange ao desenvolvimento cognitivo do aluno, propor problemas é uma ferramenta para fixar mais os conceitos, desenvolver a criatividade e também é uma característica fundamental para desenvolver matemática de alta qualidade, em exemplo temos os problemas de David Hilbert (1862 – 1943).

Propor problemas de alta qualidade dentro do mundo dos matemáticos é considerado “[...] uma das formas mais altas de conhecimento matemático e um caminho seguro para ganhar status no mundo da matemática” (CRESPO, 2015, p. 494) mesmo que essa prática venha ser conhecida muitas vezes como um ato criativo ou uma espécie de arte ela é de suma importância para o desenvolvimento da matemática como um campo e do matemático ao se aprofundar em seus estudos. Essas duas ações (propor e resolver) estão intimamente ligadas no mundo da matemática, podemos notar que na história da matemática ao tentar resolver conjecturas foram propostas novas que geraram novos conhecimentos. No entanto no campo da sala de aula o propor problemas e o resolver problemas não estão tão ligados quanto na matemática acadêmica.

Tendo em vista a importância da Proposição de Problemas para a sala de aula de matemática para a construção e fortalecimento de conceitos matemáticos não se pode ignorar sua importância até mesmo para a formação inicial dos professores de matemática, pois os mesmos para Cai et al. (2015) os futuros professores de matemática podem ser treinados para propor problemas, ainda que esteja em processo de descoberta as melhores estratégias para ensinar a propor bons problemas sabemos que uma das formas é praticando.

2. Leitura Individual

Serão entregues cópias dos problemas a cada participante, assim cada sujeito deverá representar da forma mais conveniente possível. Recebendo o problema impresso, cada aluno faz a leitura individual do problema, nesse momento o discente “tem possibilidade de refletir, de colocar-se em contato com a linguagem matemática e desenvolver sua própria compreensão do problema proposto” (ALLEVATO; ONUCHIC, 2014, p.45).

Vale ressaltar que nesse momento de leitura individual o discente inicia o processo de codificação do problema, como foi redigido anteriormente, está codificação consiste na elaboração, por parte do aluno, de uma representação mais conveniente a ele próprio, de tal forma que o mesmo consiga compreender o problema proposto com mais facilidade. Ou seja, é uma tentativa de reescrever o problema, representá-lo, em outra forma, outro código, outra linguagem que seja mais resumida. “Vale ressaltar que o próprio problema dado já se constitui num código.” (ANDRADE, 2017, p.367).

Um problema que é codificado com sucesso proporciona que o aluno consiga prosseguir no processo de resolução, elaborando insights durante o processo de decodificação do problema. Esse processo permite que o pesquisador valorize a criatividade do discente e demonstra a interpretação que o aluno possui em relação ao problema gerador.

3. Leitura em conjunto

Nesse momento é realizada uma nova leitura do problema por pequenos grupos de alunos, e que posteriormente discutiram o problema entre si compartilhando pontos de vistas, ou até suas codificações do problema que já foram antes por eles escritas, na etapa anterior. Caso haja uma dúvida da parte dos alunos a respeito de problemas referentes à notação matemática, à passagem da linguagem vernácula para linguagem matemática e conceitos relacionados, técnicas operatórias ou outro problema do gênero o professor pode sanar essa

dúvida, entretanto a atividade é realizada, em essência, pelos discentes. De acordo com Allevalo e Onuchic (2014, p. 45) “Nesta fase, exercitam a expressão de ideias para o que necessitarão utilizar e aprimorar a linguagem, a fim de expressar-se com clareza e coerência e fazer-se entender”.

4. Resolução do problema

Nesta etapa, dá-se início a resolução do problema propriamente dita. Os discentes tentam resolver o problema gerador em seus respectivos grupos (ou de maneira individual, dependendo da decisão docente, é importante ressaltar que nem sempre é garantido que os alunos consigam resolver o problema, mesmo que o docente não o julgue complexo, todavia é importante ressaltar que o importante é que a tarefa “[...] possa desencadear um trabalho efetivo.” (ANDRADE, 2017 p. 365) e que através desse trabalho processo de reflexão e síntese (que será realizado nas próximas etapas), possa então se chegar à resolução do problema.

Mesmo aparecendo em outras etapas, nesta mais que em outras observamos o processo de Descodificação, onde os discentes uma vez tendo Codificado o problema os mesmos são estimulados a buscarem uma maneira de descodificar o problema com o intuito de alcançarem a solução do mesmo. No que tange a Descodificação de problemas Andrade (2017) disserta que

Descodificar um problema é procurar o seu significado, é procurar entendê-lo, é decifrar a mensagem que ele expressa e, sobretudo, é também fazer uma análise crítica dessa mensagem.[...] A descodificação refere-se, principalmente, a toda análise crítica que se faz sobre um problema, sua resolução ou sobre cada trabalho feito.(ANDRADE, 201, p. 369).

É de fundamental importância que os discentes realizem um trabalho reflexivo sobre o problema fazendo isto, os mesmos analisaram de maneira crítica os invariantes das situações impostas.

5. Observar e incentivar

Nessa etapa, o docente não tem mais o papel de transmissor do conhecimento, mas mediador do mesmo. Todavia os alunos, em grupos, buscam resolver o problema, o professor observa, analisa o comportamento dos alunos e estimula o trabalho colaborativo. Ainda, o professor, como mediador, leva os alunos a refletir, dando-lhes tempo e incentivando a troca

de ideias entre eles. O professor incentiva os alunos a utilizarem seus conhecimentos prévios e técnicas operatórias, já conhecidas, necessárias à resolução do problema proposto e valorizando seus insights.

No que tange ao mediador, é viável que o mesmo atenda os alunos em suas dificuldades, colocando-se como interventor e questionador. Acompanha suas explorações e os ajuda, quando necessário, a resolver problemas secundários que podem surgir no decurso da resolução: notação; passagem da linguagem vernácula para a linguagem matemática; conceitos relacionados e técnicas operatórias; a fim de possibilitar a continuação do trabalho (FERREIRA, 2017, p.80).

6. Registro das resoluções na lousa

Representantes dos grupos são eleitos e convidados a registrar, na lousa, suas resoluções. Não importa se as mesmas estão corretas, ou se são constituídas por diferentes processos. As resoluções devem ser apresentadas para que todos os alunos as analisem e discutam junto com o professor.

7. Plenária

Nesta etapa é convidado todo o corpo discente a discutir as diferentes resoluções registradas na lousa, onde os mesmos defenderão seus pontos de vista e esclarecerão suas dúvidas. Diante desse painel de soluções, o professor não é passivo, todavia se coloca como guia e mediador das discussões, incentivando a participação ativa e efetiva de todos os alunos, ele “estimula os alunos a compartilhar e justificar suas ideias, defender pontos de vista, comparar e discutir as diferentes soluções”(ALLEVATO, ONUCHIC, 2014, p.46).

8. Busca do consenso

Depois de sanadas as dúvidas e analisadas as resoluções e soluções obtidas para o problema, “[...] o professor tenta chegar a um consenso sobre o resultado correto”(ALLEVATO; ONUCHIC, 2014, p. 46). Na etapa anterior é notada a presença da síntese de ideias, todavia é aqui que ela aparece de maneira mais clara, pois nesta etapa, juntamente com os discentes, o docente a partir do trabalho reflexivo discute “[...] o trabalho

feito num processo de Reflexões e Sínteses, chegando, assim, a um determinado resultado ou conclusão”(ANDRADE, 2017, p.375). Conclusão está que será a resolução do problema.

9. Exploração do problema

Neste momento o professor vai além da exploração do problema propriamente dita, ele traz mais problematizações baseando-se em perguntas geradoras, feitas pelos alunos ou por ele próprio, nesse processo de explorar que leva o aluno se envolver com novos problemas e, portanto, à realização de novos trabalhos, nesse processo de explorar

[...] há um prazer e uma alegria de ir cada vez mais longe, um ir cada vez mais profundo, um ir cada vez mais curioso há um ir que chega e nunca chega, um ir que pode sempre ir, um ir que sempre se limita ao contexto do aluno, do professor, da Matemática, da escola [...]e por isso pode ir outra vez e mais outra vez[...] (ANDRADE, 1998, p. 59).

É nesta fase, onde o professor ou os próprios alunos podem questionar a alteração de variáveis dos problemas, mudança de dados, generalizarem padrões obtidos através do problema proposto, fazer conversões de registros de representação semiótica, interagir com os alunos com o intuito de conseguir construir o conceito matemático e aprofundá-lo.

Diferente da Resolução de Problemas como vem sendo apresentada em alguns trabalhos depois dos discentes, por intermédio do professor, encontram o problemas logo é dado a formalização do conceito matemática fazendo algumas pontes entre o problemas e o conceito matemática e a partir daí já se coloca matemática perante os discentes propriedades, demonstrações exemplos. Não que aqui digamos que esse procedimento esteja equivocado, todavia por meio da exploração o mesmo pode ser ampliado. É aqui na exploração que há reformulações do problema para uma melhor compreensão.

De acordo com Andrade (1998, 2017), no processo da exploração de problemas se pode concluir que o problema se finda com a sua solução. Pode-se pensar além da questão, surgir novos problemas, em um movimento que se encerra quando se termina a exploração, ou seja, quando o discentes não tiverem mais questionamento sobre o problema, e não descartando o fato de que em outra ocasião, novos olhares poderão surgir na apresentação do mesmo problema.

Ao se tratar da interdisciplinaridade e transdisciplinaridade (conceitos tão presentes nos documentos oficiais) a partir da exploração de problemas, certamente há um espaço para que tanto este quanto aquele sejam trabalhados na sala de aula de matemática, podendo assim

trazer para a sala de aula de Matemática os problemas do cotidiano que o discente, cidadão e a sociedade estejam enfrentando. Na exploração de problemas além de não se limitar a solução também se procura resoluções alternativas, além da tradicional.

Portanto, nesta perspectiva são formados exploradores de problemas e não somente solucionadores de problemas, o aluno é ensinado a analisar o problema sob diferentes aspectos tanto do ponto de vista matemático como fora dele (sempre que isso for possível). Por esta razão é que, os problemas geradores propostos, ora a resolução de problemas encerra o processo de investigação matemática e ora o problema pode ser resolvido por vários caminhos e estratégias diversificadas.

10. Formalização do conteúdo

Nesta etapa, o professor formaliza o conteúdo, registrando na lousa uma apresentação formal, isto é, organizada e estruturada na linguagem matemática, fazendo assim uma padronização dos princípios, dos conceitos e dos procedimentos construídos através da resolução e da exploração do problema, “[...] destacando diferentes técnicas operatórias e construindo demonstrações se for o caso”. (ALLEVATO; ONUCHIC, 2017, p.46). Levando em consideração tudo que foi construído através da resolução do problema e da exploração do mesmo.

11. Proposição e resolução de novos problemas

De acordo com Andrade (2017, p. 365) o processo de exploração de problemas é inacabado, logo o mesmo pode gerar novos problemas e dos mesmos, novas resoluções a partir de observações e questionamentos do professor ou mesmo dos alunos. É fundamental frisar que de acordo com Andrade (1998, 2017) não é apenas um problema gerador que construirá o conceito matemático firmemente na mente do discente, mas um conjunto de problemas. Nesse momento é que a Proposição de Problemas é essencial para fixação do conceito matemático.

Quando se propõe um problema, por experiência própria, é revisado cada detalhe do conceito que será trabalhado, dessa forma é fixado com mais intensidade o conceito matemático. Logo, depois de algumas reflexões resultadas de leituras Cai et.al. (2015) e Crespo (2015), Andrade (1998, 2017), e Allevato e Onuchic (2014), consideramos essa etapa essencial para fixação do conteúdo e consideramos viável que após a resolução e exploração

do problema solicitar que os discentes proponham problemas tendo como base o conceito trabalhado e formalizado, de onde podem surgir novos conceitos matemáticos a serem trabalhados pela turma vinculados ou não ao conteúdo anterior.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram analisadas no presente trabalho duas metodologias de ensino-aprendizagem de matemática via Resolução de Problemas, a primeira metodologia, que tem como seu principal expoente de divulgação a Prof.^a Dr.^a Lourdes de la Rosa Onuchic, denominada Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática através da Resolução de Problemas e segunda, criada pelo Prof. Dr. Silvanio de Andrade, denominada Ensino-Aprendizagem de Matemática via Exploração-Resolução-Proposição de Problemas. Dentre os diversos trabalhos publicados, foram analisados os de Andrade (1998, 2017), Allevato e Onuchic (2014) e Onuchic(2014), por se tratarem de publicações mais recentes que tratam as metodologias de maneira mais atual.

Através dessa análise foram percebidos que as mesmas podem se complementar de um modo que torne o ensino-aprendizado de matemática mais eficiente, assim foi proposto um acréscimo de uma etapa e uma reinterpretação de algumas partes do mesmo sob a ótica da exploração de problemas.

Neste novo roteiro que foi denominado de Roteiro de Onuchic-Andrade foi dado ainda mais ênfase a Proposição de Problemas – tanto no início quanto no final - como método de ensino de matemática, haja vista que o propor problema contém um alto potencial para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem da matemática, e que no tocante ao desenvolvimento cognitivo do aluno o propor problemas é mais importante até que resolver problemas, além de auxiliar a fixação dos conceitos e desenvolver a criatividade.

No roteiro apresentado as etapas de leitura individual e leitura coletiva além da parte de resolução passam a ser enxergadas sob a ótica da exploração de problemas, mais especificamente da codificação e decodificação apresentada por Andrade (1998, 2017), passando a enxergar esses processos como uma etapa ainda mais crucial para que o docente incentive os alunos a elaborar uma representação mais conveniente a ele próprio, de tal forma que o mesmo consiga compreender o problema proposto com mais facilidade e também procurar o seu significado, decifrar a mensagem que ele expressa e, sobretudo, é também fazer uma análise crítica dessa mensagem.

Além disso, no novo roteiro foi acrescentada a etapa de exploração de problemas, fazendo com que o processo não se limite a encontrar a solução do problema ou encontrar apenas uma solução. Essa etapa proporciona ao processo de ensino-aprendizagem de matemática que haja um trabalho mais intenso sobre o problema proposto (pelo o docente ou pelo discente) onde podem surgir novas reformulações, novas proposições, novos problemas, novas soluções, interdisciplinaridade ou mesmo transdisciplinaridade, generalizações de padrões, além de sempre quando possível, não apenas construir conceitos matemáticos, mas também se faça uma ponte com problemas do cotidiano do alunado passando a considerar questões políticas, econômicas e sociais, formando não apenas conhecedores de conteúdo matemático para resolver questões, mas também cidadão onde os mesmo saberão aplicar tais conhecimentos no seu cotidiano.

A essa nova maneira de olhar a metodologia de ensino-aprendizagem-avaliação de matemática através da Resolução de Problemas sob a ótica da metodologia de ensino-aprendizagem de matemática via Exploração-Resolução-Proposição de Problemas se dá o nome de Metodologia de Ensino-Aprendizagem-Avaliação de Matemática Através de uma Resolução Exploratória de Problemas e o roteiro denomina-se Roteiro de Onuchic-Andrade.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, S. **Ensino-aprendizagem de Matemática via resolução, exploração, codificação e decodificação de problemas**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1998.

ANDRADE, S. **Um caminhar crítico reflexivo sobre Resolução, Exploração e Proposição de Problemas Matemáticos no Cotidiano da Sala de Aula**. In: Perspectivas para resolução de problemas / Lourdes de la Rosa Onuchic, Luiz Carlos Leal Junior, Marcio Pironel, (organizadores). – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017, p. 355-396.

CAI, J.; HWANG, S.; JIANG, C.; SILBER, S. **Problem-Posing Research in Mathematics Education: Some Answered and Unanswered Questions**. In: SINGER, F. M.; ELLERTON, N.; CAI, J. (Orgs). *Mathematical Problem Posing: From Research to Effective Practice*. New York: Springer Science + Business Media New York, 2015, p. 03-32.

CRESPO, S. **A collection of problem-posing experiences for prospective mathematics teachers that make a difference**. In: SINGER, F. M.; ELLERTON, N.; CAI, J. (Orgs). *Mathematical Problem Posing: From Research to Effective Practice*. New York: Springer Science + Business Media New York, 2015, p. 493- 511.

FREITAS, T. S. **Um olhar para a resolução de problemas nos encontros nacionais de educação matemática (ENEMs): Delineamento de uma tendência**. 2019. 183 f. Tese

(Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2019.

ONUCHIC, L. R. **Ensino-aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas.** In: BICUDO, M. A. V. (Org.) Pesquisa em Educação Matemática: Concepções e Perspectivas. São Paulo: UNESP, 1999, p.199-218.

ONUCHIC, L. R.; NOGUTI, F. C. H. **A Pesquisa Científica e a Pesquisa Pedagógica.** In.: ONUCHIC, L. R. et al. (Orgs.) Resolução de Problemas: teoria e prática. São Paulo: Paco, 2014, p. 53-68.

POLYA, G. A arte de resolver problemas. Um novo aspecto do método matemático. Rio de Janeiro: Interciência, 1985, 196p.

SERRAZINA, L. **Resolução de Problemas e Formação de Professores: um Olhar sobre a situação em Portugal.** In: Perspectivas para resolução de problemas / Lourdes de la Rosa Onuchic, Luiz Carlos Leal Junior, Marcio Pironel, (organizadores). – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017, p. 55-84.

SHROEDER, T. L.; LESTER JR., F. K. **Developing understanding in mathematics via problem solving.** In: TRAFTON, P. R.; SHULTE, A. P. (Ed.). New directions for elementary school mathematics. Reston: NCTM, 1989, p. 31-32.

SILVA, L. **Compreensão de ideias essenciais ao ensino-aprendizagem de funções via resolução, proposição e exploração de problemas.** 307f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2013.

POTENCIAL CITOTÓXICO E GENOTÓXICO DE PLANTAS DA CAATINGA

Marcos Antonio Nobrega de Sousa ¹
Anna Clara Paulino de Queiroz ²
Márcia Simone Araújo da Silva Sousa ³

RESUMO

Cenostigma pyramidale (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis (Fabaceae), conhecida como catingueira, possui grande valor medicinal, para tratar infecções gastrointestinais e respiratórias. Já *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. E gancho. f. ex S. Moore (Bignoniaceae), a craibeira, é útil para tratamento de gripes e resfriados. Essas plantas da Caatinga são bastante consumidas na medicina popular. O efeito tóxico, citotóxico e genotóxico do extrato aquoso obtido da casca do caule dessas duas espécies foi analisado através da germinação de sementes de *Allium cepa* (Amaryllidaceae). As concentrações teste utilizadas para *C. pyramidale* foram (0,6 g/L, 3 g/L e 6 g/L) e para *T. aurea* (0,4 g/L, 0,8 g/L e 4 g/L), água destilada para o controle negativo e solução comercial de paracetamol (0,2 g/L) como controle positivo. Para os testes de antimutagenicidade de cada espécie de planta, uma solução composta de paracetamol (0,2 g/L) mais os extratos aquosos foram utilizados nas concentrações de (6 e 4 g/L), em iguais proporções. O efeito alelopático foi estimado pela taxa de germinação, a genotoxicidade por meio de anomalias radiculares e a citotoxicidade pelo índice mitótico. Concluiu-se que apenas a maior concentração de *T. aurea* apresentou efeito alelopático, e as demais concentrações em ambas as plantas apresentaram citotoxicidade e genotoxicidade. Portanto, não se recomenda o uso de infusões dessas plantas, até que estudos posteriores detalhem outros aspectos da toxicidade, uma vez que popularmente se utiliza concentrações até 10x superiores a este trabalho.

Palavras-chave: Germinação, Citotoxicidade, Genotoxicidade, Plantas Medicinais e Caatinga.

INTRODUÇÃO

A caatinga é o bioma predominante no Nordeste do Brasil e possui uma ampla biodiversidade vegetal, com 175 famílias de plantas angiospermas, distribuídas pelos seus domínios (FLORA DO BRASIL, 2020). As plantas medicinais são aquelas capazes de curar doenças ou aliviar sintomas, e são utilizadas desde o começo da humanidade (LORENZI, 2009).

Geralmente as plantas são consumidas pela população na forma de chás e infusões de suas cascas, folhas e entrecasca (AGRA et al., 2008). No nordeste brasileiro o uso de plantas

¹ Doutor em Ciências Biológicas (Genética) pela Universidade Estadual de São Paulo - USP, Professor Associado da UFCG, marcosandesousa@gmail.com;

² Graduada pelo Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, annclaraqueiroz@gmail.com;

³ Graduada pelo Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, simoneandrin@gmail.com;

medicinais é frequente, principalmente em comunidades de áreas rurais, e isso se explica pela disponibilidade de plantas no bioma da região. No entanto, muitas dessas plantas não possuem informações suficientes sobre toxicidade para um consumo totalmente seguro (FACHINETTO et al., 2007).

Para essa pesquisa foram utilizadas as espécies de plantas medicinais conhecidas popularmente, como caatingueira (*Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis) pertencente à família Fabaceae, e craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore) pertencente à família Bignoniaceae.

O gênero *Cenostigma* pertence à família Fabaceae, é uma árvore endêmica do semiárido brasileiro com grande valor econômico e cultural. É uma planta que além de possuir propriedades medicinais é utilizada, sobretudo, nos tratamentos de infecções respiratórias e gastrointestinais, geralmente consumidas pela população na forma de chás e também infusões de suas folhas, cascas e entrecasca (AGRA et al., 2008).

O gênero *Tabebuia* pertence à família das Bignoniaceae e o estudo sobre as atividades medicinais desta planta ainda são escassos, sendo encontrado apenas um estudo sobre atividade antifúngica, anti-inflamatória, antimetabólicas e anti-hemorragicas (SILVA et al., 2009). Porém, sua casca e folhas são utilizadas na medicina popular, e podem ser utilizadas na forma de xaropes ou infusões. É reconhecido que a toxicidade está relacionada com a detecção, composição química e ação biológica de substâncias tóxicas, portanto há capacidade de causar danos prejudiciais à saúde humana, onde fatores a serem analisados são: a via de administração a duração e frequência de exposição compostos (MENEGUETI, 2012). Esses danos muitas vezes interferem no material genético da célula, causando toxicidade e mutações (ANCIA, 2015). Logo, a citotoxicidade ocorre basicamente pela medida da taxa de crescimento celular, podendo ser observada macroscopicamente dependendo da forma de estudo (FIGUEREDO, 2014). Enquanto que a genotoxicidade e seu potencial são determinados pela presença de anomalias cromossômicas, estruturais ou mesmo numéricas (LEME et al., 2009).

Para análise de citotoxicidade, o teste em *Allium cepa* (Amaryllidaceae) é um dos mais utilizados pelos pesquisadores para diversos testes de toxicidade tanto no nível morfológico quanto citogenético. O teste com uso de *A. cepa* também é eficiente na determinação dos efeitos de extratos e infusões de plantas medicinais (BAGATINI et al., 2007). O seu uso é aceito para estudo de efeitos citotóxicos de plantas medicinais pois as raízes ficam em contato com a substância testada, permitindo a verificação de diferentes concentrações (STURBELLE et al., 2010).

Com esse trabalho objetivou-se avaliar os possíveis efeitos tóxico, citotóxico e genotóxico dos extratos das cascas das plantas *Cenostigma pyramidale* (Fabaceae) e *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae), em células de *Allium cepa*, através do teste germinação e de alterações celulares e nucleares.

METODOLOGIA

Coleta do material biológico e identificação

Para este trabalho, foram utilizadas amostras de cascas do caule de *C. pyramidale* (Fabaceae) e *T. aurea* (Bignoniaceae) coletadas no Sítio Exu, localizado nos domínios da cidade de São Mamede (6°55'37.0"S 37°05'45.0"W), inserida na mesorregião do Seridó ocidental do estado da Paraíba, Brasil.

A coleta do material aconteceu em abril de 2017, e a identificação da espécie foi realizada inicialmente através de guias de identificação botânica e posteriormente, por especialistas do Herbário UFCG –CSTR.

Preparação das substâncias testes

O material permaneceu armazenado sob condições livres do calor e umidade e em setembro de 2017, as cascas secas das plantas foram trituradas em moedor elétrico (Thomas Wiley Laboratory Mill Model 4) até a obtenção de um pó. Em seguida, o pó obtido foi peneirado em uma peneira com tecido de malha de organza para obtenção de um pó mais fino e uniforme, armazenado até o momento de uso.

De acordo com a utilização para uso medicinal pelas comunidades tradicionais, é recomendado usar a proporção de 300g da entrecasca seca de *C. pyramidale* (Fabaceae) para 500 mL de água (SILVA et al., 2015). Esta concentração utilizada na medicina popular foi tomada como ponto de referência para preparar as frações dos extratos aquosos (EA): (0,6 g/L; 3 g/L e 6 g/L). Já para o extrato de *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae) foram realizadas três soluções com diferentes concentrações de extrato diluídas em água destilada; com as soluções de (0,4 g/L, 0,8 g/L e 4 g/L) preparadas de acordo com Colacite (2015).

Estas concentrações foram utilizadas nos experimentos com sementes de *Allium cepa* (Amaryllidaceae) e foram identificados os tratamentos com as concentrações expressas em porcentagem: controle negativo (CN) em que foi utilizado água destilada; controle positivo (CP) utilizado uma solução comercial de paracetamol (0,02%); as concentrações – teste (CP 0,6%, CP 1,2% e CP 6%, TA 0,4%, TA 0,8% e TA 4%), para as concentrações de *C.*

pyramidale (CP) e *T. aurea* (TA), respectivamente. Para o controle antimutagênico (AM) foi utilizada uma mistura da concentração de paracetamol do controle positivo (0,02%) mais o extrato aquoso na concentração de (6 %) para *C. pyramidale* e (4 %) para *T. aurea* em iguais proporções.

Processo de Germinação

A germinação de sementes é regida pelas condições ambientais que dependem de fatores para o crescimento vegetativo das plantas: disponibilidade de água e oxigênio, condições de temperatura adequadas e ausência de substâncias inibidoras (TAIZ; ZEIGUER, 2013).

As sementes de *A. cepa* (Amaryllidaceae) foram adquiridas em um centro comercial especializado em produtos agrícolas, na cidade de Campina Grande, Paraíba. Para este estudo, foram utilizadas sementes de *A. cepa* da variedade Vale Ouro IPA-11, lote com germinabilidade de 92% e pureza de 99%.

Para higienização das sementes foi utilizada uma solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 1%. As sementes foram imersas nessa solução e agitadas cuidadosamente durante cinco minutos. Logo após foram enxaguadas três vezes com água destilada, e secas com papel de filtro esterilizado (BRASIL, 2009).

O teste de germinação foi realizado segundo Sax e Sax (1968). A semeadura foi realizada em placas de Petri estéreis, sobre papel filtro umedecido com os controles negativo, positivo e as referidas concentrações do extrato aquoso de *C. pyramidale* (Fabaceae) e *T. aurea* (Bignoniaceae). Foram colocados cinco ml de cada solução teste, em cada placa, lacrada em seguida com papel filme.

As placas permaneceram sob condições controladas de temperatura e luminosidade em câmara de germinação. A temperatura foi ajustada para $25^{\circ}\text{C} \pm 2$, considerada uma das temperaturas ótimas para o crescimento de sementes de cebola da variedade IPA-11 (PINHEIRO et al., 2014), e o fotoperíodo foi de 12 horas com luz artificial.

O teste de germinação foi realizado no Laboratório de Germinação de Sementes da UFCG-CSTR. O delineamento experimental foi realizado em triplicata, com 25 sementes de *A. cepa* (Amaryllidaceae) em cada placa e três placas de Petri para cada tratamento. Sendo assim foram utilizadas 18 placas para os seis tratamentos analisados durante o período de tempo de seis dias (144 horas).

Os testes realizados com *Allium cepa* podem fornecer informações sobre dois tipos de toxicidade: parâmetros macroscópicos, como formação de tumores, avaliação do crescimento de raízes, morfologia, como raízes retorcidas, índice de germinação, entre outros. E parâmetros microscópicos, como índice mitótico, pela análise da taxa de divisão celular, aberrações cromossômicas como: pontes cromossômicas e retardos cromossômicos, que são comuns à ocorrência em fases de metáfase e anáfase, e formação de micronúcleos, como indicadores de anormalidades no DNA (MONARCA et al., 2000).

Porcentagem de germinação

Para avaliação de toxicidade das espécies de plantas estudadas foi levado em consideração à quantidade de sementes germinadas, a porcentagem foi calculada pelo número de sementes germinadas dividido pelo total de sementes. Foram consideradas germinadas apenas as sementes em que a radícula estava visível.

Anomalias Radiculares

Os aspectos morfológicos foram registrados através do uso de uma câmera fotográfica digital com 12 megapixels. Foi realizada a avaliação da morfologia do crescimento das raízes das sementes germinadas, sendo estas classificadas em quatro tipos de anomalias: raízes retorcidas, protuberâncias, bifurcação, ondulação e radícula curta.

Preparação das Lâminas

Foi utilizada a técnica de esmagamento para observação das células em processo de divisão. Foram coletadas de duas a três raízes por réplica, que foram colocadas em solução fixadora de Carnoy de etanol: ácido acético (3:1) até o momento da preparação (GUERRA; SOUZA, 2002).

As raízes foram retiradas do fixador e passadas por duas lavagens de cinco minutos cada na água destilada e logo depois foram mergulhadas durante mais 10 minutos no ácido clorídrico (HCl). Foram lavadas novamente em água destilada por cinco minutos, e foram submersas em ácido acético a 45% durante 10 minutos.

Em seguida, foi realizada a troca do ácido acético e, com o auxílio de pinça e agulha de seringa foi desprezada a coifa (porção apical da raiz), e a zona de crescimento foi colocada sob uma lâmina de microscopia.

A coloração foi realizada com duas a três raízes por lâmina de microscopia onde foi adicionada uma gota de HCl e uma de corante (orceína acética a 2%).

Com o uso de uma lupa e de seringas foi realizado inicialmente um corte transversal nas raízes, seguido de cortes aleatórios para dilacerar o tecido. A lamínula foi colocada sobre a lâmina e foi realizada o squash (esmagamento) com suave pressão do dedo polegar (GUERRA; SOUZA, 2002).

Observação das células e índice mitótico

Foram avaliadas 1.000 células por réplica, totalizando 3.000 células por tratamento que foram contabilizadas com o uso de um microscópio óptico com aumento de 400x.

Para análise do índice mitótico (IM) foram contabilizadas o número de células em divisão dividido pelo número total de células analisadas.

Anomalias celulares

Através da observação celular foi possível fazer uma análise geral a cada 100 células contadas por replica, sendo feita a classificação de diferentes anomalias como: anáfase de ponte, micronúcleos, cromossomo desalinhado, metáfase com quebra cromossômica, telófase com quebra cromossômica, entre outras. Tendo como referência Leme e Morales (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Germinação de sementes

A análise de germinação demonstrou que os testes realizados para o controle positivo e o antígenotóxico na presença de paracetamol (200 mg/mL), mostraram ausência de germinação das sementes em todas as réplicas. Figura 1.

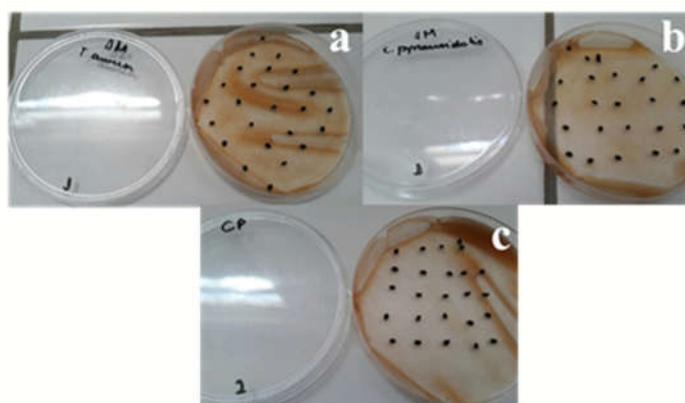


Figura 1. Representação das placas de Petri com teste antígenotóxico para (a) *T. aurea* e (b) *C. pyramidale*, (c) Controle Positivo.

Enquanto que, para o extrato de *Cenostigma pyramidale* (Fabaceae) nas concentrações de 6g/1000 mL (0,6%), 6g/500 mL (1,2%) e 6g/100 mL (6%) não apresentou efeito alelopático sobre a germinação das sementes de *Allium cepa* (Amaryllidaceae), não havendo diferença estatística significativa entre elas, em nenhuma das três concentrações em comparação com o controle negativo. Logo para os extratos de *T. aurea* (Bignoniaceae) nas concentrações de 4 g/1000 mL (0,4%); 4 g/500 mL (0,8%); e 4 g/100 mL (4%), mostraram alterações na germinação das sementes, um efeito alelopático, visto que, com o aumento da concentração a média de germinação decresceu, mas apesar disso, apenas a concentração de 4% apresentou diferença estatística significativa em relação ao controle negativo. Portanto, o extrato mostrou indicativo de toxicidade apenas na concentração de 4%. Figura 2.

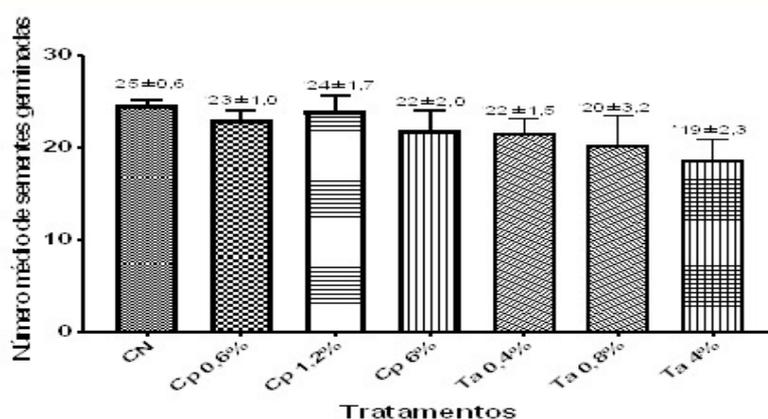


Figura 2. - Gráfico com número médio das sementes germinadas de *Allium cepa* em função da exposição aos extratos de *C. pyramidale* e *T. aurea*; Controle Negativo (CN); (Média por concentração +/- Desvio padrão).

Anomalias radiculares

As análises das anomalias radiculares foram realizadas após serem classificadas morfológicamente em cinco tipos (bifurcação, retorcidas, ondulações, curtas e protuberâncias). Entretanto, não foi encontrada a anomalia do tipo bifurcação nas amostras estudadas e sim apenas os tipos de anomalias presentes na. Figura 3.

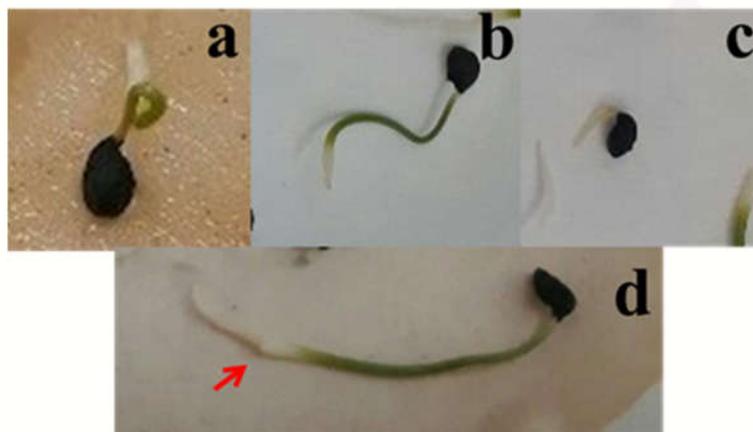


Figura 3. Tipos de anomalias observadas nas radículas de *A. cepa*: (a) retorcidas, (b) ondulações, (c) curtas, (d) protuberância.

Ao observar os tipos de anomalias radiculares separadamente para os extratos de *C. pyramidale* (Fabaceae), foi possível através da média e desvio padrão determinar diferença estatística significativa nas raízes com protuberância nas concentrações de (CP 0,6%), (CP 6%), com uma diferença estatística significativa maior para *C. pyramidale* em relação ao controle negativo. Logo para os extratos de *T. aurea* (Bignoniaceae) foi possível observar diferença estatística significativa apenas nas raízes com protuberância na concentração de 0,4% em relação ao controle negativo. Tabela 1.

Tabela 1. Média e desvio padrão das anomalias radiculares (curtas, protuberância, ondulação, bifurcação) para o Controle Negativo (CN) e as diferentes concentrações de *Cenostigma pyramidale* (CP) e *Tabebuia aurea* (TA). Valores em Média \pm Desvio Padrão.

Tipo/Tratamento	CN	CP (0,6%)	CP (1,2%)	CP (6%)	TA (0,4%)	TA (0,8%)	TA (4%)
Curtas	3,00 \pm 1,7	3,67 \pm 0,6	2,00 \pm 1,0	2,00 \pm 1,7	1,66 \pm 1,5	4,66 \pm 5,7	3,66 \pm 3,0
Protuberância	0,33 \pm 0,6	*4,00 \pm 2,0	3,67 \pm 1,1	***6,33 \pm 0,6	*4,00 \pm 1,7	2,33 \pm 2,1	2,00 \pm 1,7
Ondulação	0,33 \pm 0,6	0,33 \pm 0,6	1,67 \pm 1,5	2,00 \pm 1,7	2,66 \pm 1,1	1,33 \pm 0,6	2,33 \pm 1,1
Bifurcação	0,00 \pm 0,0	0,00 \pm 0,0	0,00 \pm 0,0	0,00 \pm 0,0	0,00 \pm 0,0	0,00 \pm 0,0	0,00 \pm 0,0
TOTAL	3,66 \pm 2,9	8,00 \pm 3,2	7,34 \pm 3,6	10,33 \pm 4,0	8,32 \pm 4,3	8,32 \pm 8,4	8,0 \pm 5,8

No entanto, quando analisado o efeito total de todas as anomalias radiculares, foi observado diferença estatística significativa em todas as concentrações testadas em ambas as plantas em relação ao controle negativo, porém com maior significância estatística na concentração de *C. pyramidale* (6%), Figura 4.

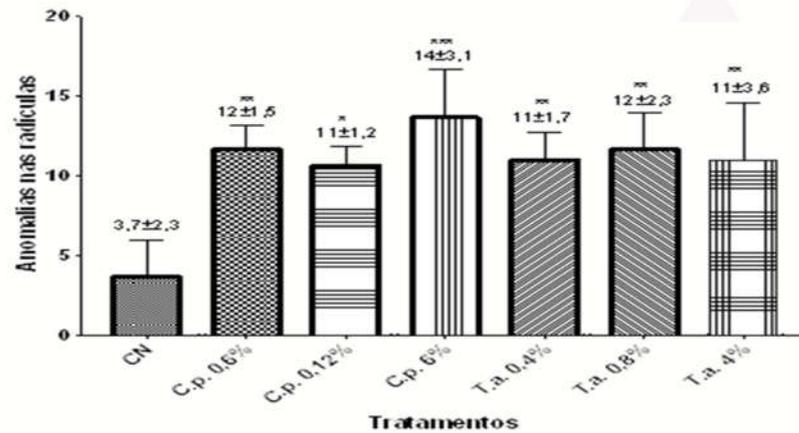


Figura 4 - Gráfico das médias de anomalias radiculares encontradas nas concentrações de (0,6%, 1,2% e 6%) para *C. pyramidale* (C.p) e de (0,4%; 0,8% e 4%) para *T. aurea* (T.a); Controle Negativo (CN). Valores em Média +/- Desvio Padrão. Nível de Significância pelo teste de Tukey.

Análise do índice mitótico

Foram identificadas todas as fases do ciclo celular nas amostras estudadas nos tratamentos das duas plantas. (Figura 5).

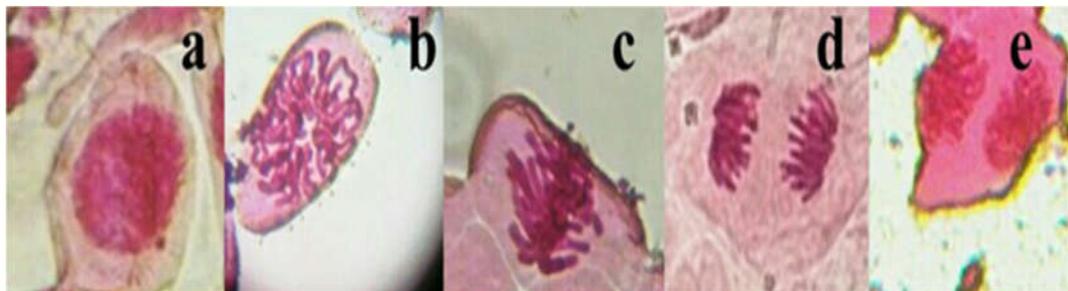


Figura 5. Estágio de mitose em células meristemáticas de *Allium cepa*: Prófase (a) Pró-metáfase (b) Metáfase (c) Anáfase (d) Telófase (e).

A análise das frequências médias em cada fase mitótica para cada teste de concentração realizado para as duas plantas, apresentou diferença significativa quanto ao número de Prófases em relação ao CN, sendo visto um aumento na concentração de 6% para *C. pyramidale* (Fabaceae), Tabela 2.

Tabela 2. Média e desvio padrão das fases mitóticas: prófase (P), Prometáfase (PM), metáfase (M), anáfase (A), telófase (T) para o Controle Negativo (CN) e as concentrações de *Tabebuia aurea* (TA); *Cenostigma pyramidale* (CP). Valores em Média \pm Desvio Padrão.

Fase/Tratamento	CN	TA 0,4%	TA 0,8%	TA 4%	CP 0,6%	CP 1,2%	CP 6%
Prófase	5,77 \pm 1,4	6,77 \pm 2,0	13,87 \pm 1,6	11,77 \pm 0,2	5,48 \pm 0,1	16,23 \pm 1,2	20,6 \pm 1,1
Prometáfase	0,37 \pm 0,1	0,30 \pm 0,4	0,10 \pm 0,1	0,10 \pm 0,2	0,47 \pm 0,1	0,47 \pm 0,1	0,83 \pm 0,4
Metáfase	2,10 \pm 0,5	0,47 \pm 0,7	0,20 \pm 0,1	0,20 \pm 0,1	0,37 \pm 0,1	0,33 \pm 0,3	0,23 \pm 0,2
Anáfase	1,17 \pm 0,2	0,57 \pm 0,9	0,10 \pm 0,1	0,20 \pm 0,3	0,13 \pm 0,1	0,27 \pm 0,4	0,20 \pm 0,2
Telófase	1,07 \pm 0,4	0,37 \pm 0,2	0,10 \pm 0,1	0,30 \pm 0,2	0,33 \pm 0,1	0,20 \pm 0,1	0,17 \pm 0,3
Total	10,48 \pm 2,6	8,48 \pm 4,2	14,37 \pm 2,0	12,57 \pm 1,0	6,78 \pm 0,5	17,5 \pm 2,1	22,03 \pm 2,2

Entretanto, quando foram analisadas todas as fases em conjunto em ambas as plantas, foram observadas diferenças importantes. Para *Cenostigma pyramidale* (Fabaceae) observou-se que o número de células em divisão aumentou de acordo com o aumento da concentração, onde na concentração de (6%) houve maior número de divisão celular, mostrando diferença estatística significativa entre todas as diferentes concentrações, em comparação com o controle negativo. Logo para *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae), todas as concentrações apresentaram diferenças estatísticas significativas em relação ao controle negativo (CN), porém na concentração de 0,4% houve uma diminuição no índice mitótico em relação ao controle negativo, enquanto que para a concentração 0,8% apresentou um maior número de células em divisão. Figura 6.

Também foi observado através de uma anova duas vias que as fases do ciclo celular tiveram um efeito extremamente significativo em comparação com as concentrações-teste analisadas

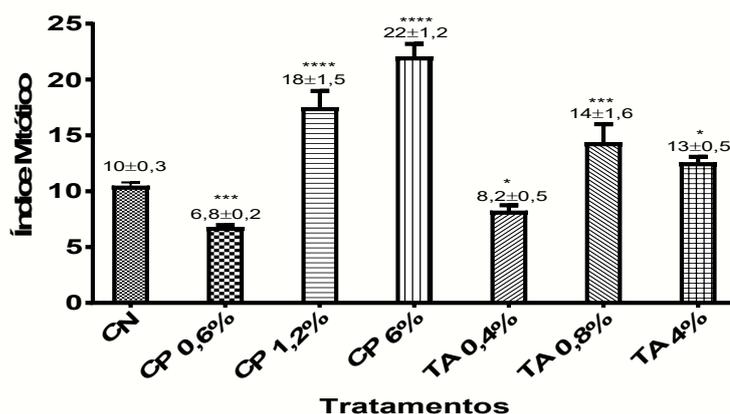


Figura 6- Gráfico referente ao índice mitótico. Controle Negativo (CN); *Tabebuia aurea* (TA); *Cenostigma pyramidale* (CP). Valores em Média \pm Desvio Padrão *Nível de Significância pelo teste de Fisher.

Análise das anomalias celulares

Foram encontradas anomalias celulares, porém não houve diferença estatística significativa. Algumas das anomalias celulares encontradas nas células de *Allium cepa* (Amaryllidaceae) expostos aos tratamentos foram metáfase com quebra de cromossomo, anáfase com ponte, micronúcleo, entre outros. Figura 7.

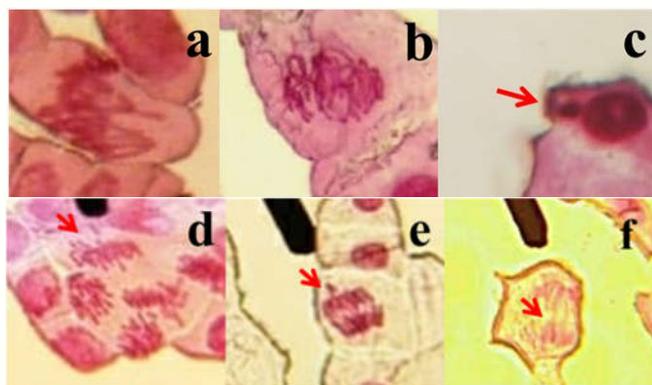


Figura 7- Anomalias celulares encontradas nas radículas sob efeito do EA de *C. pyramidale*: (a) Metáfase com quebra de cromossomo, (b) Metáfase com cromossomos aderidos, (c) Presença de micronúcleo. Sob efeito do EA de *T. aurea*: (d) Metáfases com quebras de cromossomos, (e) Anáfase com quebra cromossômica, (f) Anáfase com ponte.

DISCUSSÃO

As substâncias são citotóxicas quando são capazes de causar danos nas células como um todo, ou reduzir a sua taxa de crescimento. Com isso, a redução no crescimento de raízes são um indicativo de citotoxicidade e as anomalias macroscópicas são indicativas de genotoxicidade (MOREIRA et al., 2014).

É importante ressaltar que as alterações no crescimento vistas macroscopicamente apenas refletem problemas nos processos de divisão celular (IGANCI et al., 2006).

Assim, as anomalias encontradas no crescimento germinativo das sementes de *Allium cepa* (Amaryllidaceae), sob efeito do estrato aquoso de *C. pyramidale* (Fabaceae) e *T. aurea* (Bignoniaceae) sugerem processos genotóxicos.

Quanto ao índice mitótico, a sua diminuição pode ser um indicativo de citotoxicidade. Logo, quando ocorre a redução do IM em relação ao controle negativo pode ser um indicativo de alterações, derivadas da ação tóxica de compostos (REGO, et al., 2015). Estão a exemplo, compostos alopáticos em plantas tóxicas, sobre o crescimento e desenvolvimento do organismo exposto. (LEME e MARIN-MORALES, 2009).

Não foi possível realizar a análise do índice mitótico do controle positivo e dos tratamentos teste para antimutagênico, pois não ocorreu germinação das sementes, provavelmente o uso do paracetamol teve efeito mutagênico letal nas células das sementes de *Allium cepa* (Amaryllidaceae) na concentração utilizada neste trabalho (200mg/ml) que é a concentração comercial. Pois foi observado que o paracetamol possui efeito mutagênico já na concentração de 80 mg/ml, causando anomalia nas sementes e diminuindo o número de células em divisão de *Allium cepa* (STURBELLE et al., 2010).

Segundo descrição da bula do paracetamol a dose diária em adultos que deve ser usada é de no máximo 4000 mg a cada 24 horas. Para as análises realizadas neste trabalho foi usada uma concentração bem inferior 200 mg/mL em sementes vegetais.

O paracetamol é um dos analgésicos mais utilizados pela população mundial, de venda livre, barato, e com um perfil de segurança favorável, apesar do seu potencial hepatotóxico (MARUJO, 2011). Além disso, é muito utilizado para dores de cabeça, combate de sintomas de gripe, e resfriados. Porém, quando administrado com álcool pode causar lesão hepática grave mesmo em doses relativamente baixas (ROOSE et al., 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O efeito do extrato da casca de *Cenostigma pyramidale* (Fabaceae) sobre as sementes vegetais não influenciou na germinação das sementes, mas resultou na presença de anomalias radiculares, que sugere genotoxicidade. Porém, apresentou diferenças significativas no índice mitótico, o que sugere um indicativo de citotoxicidade. Logo as concentrações do extrato da casca de *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae), quando analisadas, influenciaram na germinação e causaram variação considerável no crescimento de radícula e no índice mitótico de *Allium cepa* (Amaryllidaceae), apresentando assim efeito tóxico e citotóxico. Na análise do índice mitótico foi constatado que o extrato nas três concentrações houve indícios genotóxicos. O consumo para uso medicinal da casca dessas plantas deve ser evitado nas concentrações apresentadas nesse trabalho, devido ao seu efeito tóxico, citotóxico e genotóxico.

REFERÊNCIAS

Agra, M. de F. et al. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 18, n. 3, p.472-508, 2008.

Ancia, Jefte Perez; Romão, Natália Faria. Análise da atividade citotóxica e mutagênica do extrato aquoso das partes aéreas de *Uncaria tomentosa* em teste de *Allium cepa*. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 3, n. 2, 2016.

Bagatini, M. D.; Silva, A. C. F. da; Tedesco, S. B. Uso do sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de genotoxicidade de infusões de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 3, p.444-447, 2007.

BRASIL. Regras para análise de sementes/Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. 2009.

Colacite, Jean. Triagem Fitoquímica, Análise Antimicrobiana e Citotóxica e dos Extratos das Plantas: *Schinus terebinthifolia*, *Maytenus ilicifolia* Reissek, *Tabebuia avellanedae*, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Saúde e Pesquisa**, v. 8, n. 3, p. 509-516, 2015.

Do Rego, Stefhânia Coelho et al. Avaliação da toxicidade, citotoxicidade, mutagenicidade e genotoxicidade da dipirona e do paracetamol em células meristemáticas de raízes de *Allium cepa*. **Boletim Informativo Geum**, v. 6, n. 4, p. 7, 2015.

Fachinetto, J. M. et al. Efeito anti-proliferativo das infusões de *Achyrocline satureioides* DC (Asteraceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 1, p.49-54, 2007.

Figueredo, Climério Avelino de; Gurgel, Idê Gomes Dantas; Gurgel Junior, Garibaldi Dantas. A Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos: construção, perspectivas e desafios. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 24, p. 381-400, 2014.

Guerra, M.; Souza, M. J. **Como observar cromossomos**: um guia de técnica em citogenética vegetal, animal e humana. São Paulo: Funpec, 2002. p. 1-131.

Leme, D. M.; Marin-Morales, M. A. *Allium cepa* test in environmental monitoring: A review on its application. **Mutation Research/reviews In Mutation Research**, v.682, n. 1, p.71-81, 2009.

Lorenzi, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Nova Odessa - SP: Instituto Plantarum, 2009. 384 p.

Marques, F. R. F. et al. GerminaQuant: A new tool for germination measurements. **Journal Of Seed Science**, v. 37, n. 3, p.248-255, 2015.

Meneguetti, D. U. et al. Adaptation of the micronucleus technique in *Allium cepa*, for mutagenicity analysis of the Jamari river valley, western Amazon, Brazil. **J Environment Analytic Toxicol**, v. 2, n. 127, p. 2161-0525.1000127, 2012.

Monarca, Silvano et al. The influence of different disinfectants on mutagenicity and toxicity of urban wastewater. **Water Research**, v. 34, n. 17, p. 4261-4269, 2000.

Reflora. Lista de espécies da Flora do Brasil. 2017. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/BemVindoConsultaPublicaConsultar.do?invalidatePageControlCounter=1&idsFilhosAlgas=%5B2%5D&idsFilhosFungos=%5B1%2C10%2C11%5D&lingua=&grupo=5&familia=null&genero=&especie=&autor=&nomeVernaculo=&nomeCompleto=&formaVida=null&substrato=null&ocorreBrasil=QUALQUER&ocorrencia=OCORRE&endemismo=TODOS&origem=TODOS®iao=QUALQUER&estado=QUALQUER&ilhaOceanica=32767&domFitogeograficos=CAATINGA&baicia=QUALQUER&vegetacao=TODOS&mostrarAte=SUBESP_VAR&opcoesBusca=TODO_S_OS_NOMES&loginUsuario=Visitante&senhaUsuario=&contexto=consulta-publica.

Acesso em: 09 jun. 2020.

Sax, K.; Sax, H. J. Possible mutagenic hazards of some food additives, beverages and insecticides. *Japan. J. Genetics*, v. 43, n. 2, p.89-94, 1968. TAM, N. F. Y.; TIQUIA, S. Assessing toxicity of spent pig litter using a seed germination technique. **Resources, Conservation And Recycling**, v. 11, p.261-274, 1994.

Silva, F. D. B. da et al. Potencial citotóxico, genotóxico e citoprotetor de extratos aquosos de *Caesalpinia pyramidalis* Tul., *Caesalpinia ferrea* Mart. e *Caesalpinia pulcherrima* Sw. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 2, p.101-109, 2015.

E Silva, Fernanda Melo; DE PAULA, José Elias; ESPINDOLA, Laila Salmen. Evaluation of the antifungal potential of Brazilian Cerrado medicinal plants. **Mycoses**, v. 52, n. 6, p. 511-517, 2009.

Sturbelle, Régis T. et al. Avaliação da atividade mutagênica e antimutagênica da Aloe vera em teste de *Allium cepa* e teste de micronúcleo em linfócitos humanos binucleados. **Rev. bras. farmacogn**, v. 20, n. 3, p. 409-415, 2010.

Moreira, T. C. et al. Avaliação da toxicidade e da genotoxicidade da ivermectina e da deltametrina através de bioensaio com *Allium cepa*. **Revista Científica da Faminas**, v. 9, n. 1, p.25-40, 2014.

Iganci, J.R.V. et al. Efeito do extrato aquoso de diferentes espécies de boldo sobre a germinação e índice mitótico de *Allium cepa* L. **Arq. Inst. Biol., São Paulo**, v.73, n.1, p.79-82, jan./mar., 2006.

Marujo, Vanda. Uso de paracetamol na enxaqueca. **Revista Portuguesa de Clínica Geral**, v. 27, n. 1, p. 126-127, 2011.

Rosse, W.J.D. Perfil da automedicação em acadêmicos do curso de farmácia da Univiçosa, Viçosa, MG. **Rev. Bras. Farm.**, v. 92, n. 3, 2011.

POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL E BIORREMEDIAÇÃO DAS MICROALGAS *DUNALIELLA* *TERTIOLECTA* E *CHLORELLA VULGARIS*: UMA REVISÃO DO CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS FUTURAS

Djalma Queiroga de Assis Neto¹
Ayrton Natthan Silva Ramos²
Marcelo Henrique Marreiros e Silva³
Weruska Brasileiro Ferreira⁴

RESUMO

O aumento acelerado da população no último século acarretou em diversos problemas ambientais. Entre eles, podem-se citar: a demanda por fontes energéticas menos degradantes ao meio ambiente, que vem aumentando cada vez mais, como também a busca por formas de tratamento mais eficazes para as águas residuárias poluentes lançadas na natureza. Tendo isso em mente, este trabalho trata-se de uma revisão sistemática de literatura dos últimos sete anos (2014-2020), a fim de sintetizar e discutir as inovações nos métodos de cultivo das microalgas *Dunaliella tertiolecta* e *Chlorella vulgaris* e seu potencial para biorremediação de efluentes e produção de biocombustível, analisando o cenário atual das tecnologias que visam aumentar a eficácia neste campo. A revisão teve como fonte de busca as bases de dados *Scopus* e *SciELO*. Foi observado que as espécies em questão apresentam não só uma promissora eficiência na biorremediação de nutrientes e metais pesados, entre outros, como também são uma fonte alternativa vantajosa para a produção de biocombustíveis, ante as que já estão em uso.

Palavras-chave: *Dunaliella tertiolecta*, *Chlorella vulgaris*, biorremediação, biocombustível.

INTRODUÇÃO

No último século, o crescimento exponencial da população, juntamente com a globalização e consequente desenvolvimento de novas tecnologias, acarretou numa alta demanda energética. No entanto, as energias não renováveis ainda são as mais utilizadas na atualidade, todavia, apresentam problemas tanto por serem recursos esgotáveis, não podendo desta maneira, suprir a demanda que será requisitada nos anos subsequentes, como também, em sua maioria, possuem um alto potencial poluidor (TEIXEIRA; TAOUIL, 2010).

¹ Mestrando do Curso de Engenharia e Gestão de Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, djalmaqueiroganeto@gmail.com;

² Graduando pelo Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, ayrtonatthan17@gmail.com;

³ Graduando pelo Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, marcelohmes@gmail.com;

⁴ Professora Doutora do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, weruska_brasileiro@yahoo.com.br;

A título de exemplo, a demanda por petróleo está pressionando enormemente a oferta finita de energia e produtos químicos derivados de combustíveis fósseis. Por esse e outros motivos, é necessário o desenvolvimento de cadeias alternativas de produção nos setores de energia e química, a fim de reduzir a dependência de petróleo e outros recursos finitos (SIALVE et al., 2014).

Outro problema decorrente desse aumento populacional é a poluição proveniente do despejo inadequado de esgoto não tratado ou tratado de forma inadequada, que podem ocasionar a degradação da qualidade da água do corpo receptor desses efluentes, gerando riscos à saúde da população e aumentando os custos associados ao tratamento de água (PAIVA; SOUZA, 2018).

Sendo assim, um dos maiores desafios aliados à urbanização acelerada é como lidar de forma adequada com as águas residuárias municipais, pois o despejo inadequado desses efluentes em corpos hídricos ocasiona um excesso de nutrientes e outros poluentes que aceleram o processo de eutrofização e, conseqüentemente, a deterioração de sua qualidade (CHAUDHARY et al., 2020).

Neste contexto, surgem as microalgas, que além de terem sido amplamente investigadas como fontes de produtos químicos, cosméticos, produtos de saúde e suplementos alimentares para animais e humanos, apresentam valor energético se configuram como uma fonte de energia renovável. De fato, organismos fotossintéticos como plantas, algas e cianobactérias superiores, são capazes de usar a luz solar e o dióxido de carbono (CO_2) para produzir valiosas moléculas orgânicas, como carboidratos, lipídios, pigmentos e fibras. Nos últimos anos, as pesquisas se voltaram a essa biomassa, principalmente a aquelas que visam aos processos de produção de biocombustíveis e produtos bioquímicos (SIALVE et al., 2014).

Quando comparado com outras fontes de biocombustíveis, como milho ou soja, as microalgas apresentam quantidade superior de óleo produzido em sua biomassa. Além disso, demandam uma área bem inferior por litro de óleo produzido, representando assim uma produtividade por hectare bastante eficiente (MATA et al., 2010).

Por conseguinte, é necessário otimizar a multiplicação das microalgas e sua remoção de nutrientes quando cultivadas com águas residuárias. Assim, muitas estratégias foram propostas, como a diluição e ajuste das propriedades físico-químicas das mesmas, além da otimização dos parâmetros operacionais para que sua utilização se torne viável e eficiente (CHANG et al., 2020).

Outro ponto de elevado interesse é que as microalgas têm a capacidade de absorver nitrogênio e fósforo, nas águas residuárias, como fonte de nutrientes e fixar o CO_2 como fonte

de carbono para a fotossíntese e gerar biolipídios, carboidratos e proteínas (ZHU et al., 2018), denotando que o cultivo de microalgas com águas residuárias pode reduzir simultaneamente o custo relacionado ao seu descarte, mitigação de carbono e produção de bioenergia baseada em sua biomassa (FU et al., 2019).

Da mesma forma, é possível remover outros nutrientes das águas residuárias ao empregar microalgas como elemento chave nos tratamentos biológicos. Essa biorremediação é um método ecológico benéfico que oferece a vantagem de ser um meio de baixo custo para a remoção de nutrientes, ademais, a biomassa produzida através da biorremediação pode ter usos polivalentes, incluindo combustíveis, fertilizantes, produção de produtos químicos finos e alimentos para a aquicultura (ANDREOTTI et al., 2017).

As microalgas são fontes de energia renováveis com densidade de energia suficientemente alta para substituir o carvão usado sem diminuir a eficiência térmica das caldeiras, por exemplo. De fato, uma avaliação do ciclo de vida (ACV) mostrou que as emissões de CO₂ podem ser reduzidas na usina convencional de queima de carvão quando até 1% do consumo de carvão é substituído por microalgas secas (GIOSTRI et al., 2016).

Outra informação adicional é que o estresse nutricional como privação de nitrogênio, fósforo e suplementação de ferro podem potencializar o conteúdo lipídico em muitas espécies de microalgas, aumentando, portanto, a sua viabilidade como meio de produção de biocombustível (BENHIMA et al., 2018).

Dentre várias espécies, a *Dunaliella Tertiolecta* é uma microalga verde marinha do gênero *Dunaliella* que destaca por possuir a capacidade de ser cultivada nas mais variadas condições de salinidade e nutrientes, podendo ser usada para remediação de águas residuárias, além de produzir lipídios úteis para geração de biocombustíveis (CHOI et al., 2019). A *Chlorella vulgaris* também é uma das espécies mais promissoras no sequestro de carbono e na produção desse tipo de combustível (CANCELA et al., 2019).

Tendo em vista que ambas as microalgas se demonstram bastante auspiciosas como fontes de energia renováveis e que conseguem realizar processos de biorremediação de nutrientes presentes em águas residuárias e outros tipos de resíduos, este trabalho tem como objetivo realizar uma síntese dos recentes avanços no campo da biorremediação e biocombustíveis através das microalgas *Dunaliella tertiolecta* e *Chlorella vulgaris*, bem como as perspectivas futuras para a área.

Este trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica sistemática e descritiva, com caráter exploratório e quantitativo. A pesquisa foi realizada a partir de uma amostragem de artigos publicados na base de dados *Scopus* e *SciELO* (*Scientific Electronic Library Online*), entre os anos de 2014 a 2020. Os descritores booleanos utilizados na busca foram: *Chlorella vulgaris*, *Dunaliella tertiolecta*, *bioremediation* e *biofuel*.

O presente estudo foi realizado a partir de leitura, análise e comparação de artigos científicos relacionados à biologia e engenharia no âmbito de microalgas e suas aplicações em processos de biorremediação e produção de biocombustível, tendo como ênfase as microalgas *Chlorella vulgaris* e *Dunaliella tertiolecta*.

Como critérios de inclusão foram levados em conta: o ano de publicação dos artigos, entre 2014 a 2020, manter ligação com o tema da sustentabilidade e possuir correlação entre dois ou mais dos descritores. E os critérios de exclusão foram: artigos que não se relacionavam com biorremediação e/ou biocombustível, apesar de apresentarem pelo menos uma das microalgas, e trabalhos de contexto revisional.

A busca pelos descritores e suas combinações resultaram em um total de 726 respostas. A partir dos critérios de inclusão e exclusão, foi chegado a um total de 18 artigos, os quais foram usados como base para a revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os trabalhos utilizados no presente trabalho podem ser observados sumariamente nas Tabelas 1 e 2. Estes foram de elevada contribuição para o entendimento do cenário atual da utilização das microalgas *Chlorella vulgaris* e *Dunaliella tertiolecta* nos campos da produção de biocombustível e tratamento de águas residuárias.

Tabela 1: Descrição dos artigos relacionados à produção de biocombustível através de microalgas.

Biocombustível					
Fonte	Microalga	Diferença no Cultivo	Biomassa (g/L)	Teor Lipídico (%)	Produtividade Lipídica (g/L)
El Aroussi et al. (2017)	Gênero <i>Dunaliella</i>	Incorporação de silicato	0,23 - 0,82	50	-
El Aroussi et al. (2015)	<i>D. tertiolecta</i>	Incorporação de fertilizante (2,4-D) e estresse salino	-	69,6	-
KUMAR et al.	<i>D. tertiolecta</i>	Incorporação de	1,89	-	0,52

(2018)		fertilizante (NPK)			
Rizwan et al. (2017)	<i>D. tertiolecta</i>	Incrementação de Ferro	-	35	-
Chang et al. (2020)	<i>C. vulgaris</i>	Cultivo em concentrado salino e utilização de eletro oxidação	1,27	38,7	0.49
Choi et al. (2019)	<i>C. vulgaris</i>	Meio trifosfato (TP)	> 3,0	41	-
Sánchez-Saavedra et al. (2020)	<i>C. vulgaris</i>	Uso de diferentes tipos de frequências de luz	0,27	18,74	-

Tabela 2: Descrição dos artigos relacionados à biorremediação através de microalgas.

Biorremediação			
Fonte	Microalga	Compostos em Destaque	Taxa de Redução
Andreotti et al. (2017)	<i>D. tertiolecta</i>	Fósforo e Nitrogênio	~91,96-95,44%
Akbarzadeh e Shariati (2014)	Gênero <i>Dunaliella</i>	Alumínio	~100% (decantado, até concentração de 8 mil)
Wu et al. (2017)	<i>D. tertiolecta</i>	Orto-fosfato, nitrato e amônia	83,7%-98,4%
Shirazi et al. (2018)	<i>D. tertiolecta</i>	Fosfato, flúor e Nitrogênio	~93-100%
Subashini e Rajiv (2018)	<i>C. vulgaris</i>	DQO, DBO, sólidos totais em suspensão, fosfato, nitrogênio amoniacal e cloro	39,14-75%
El-Kassas e Mohamed (2014)	<i>C. vulgaris</i>	DQO e corantes	69,9-75,68%
Chaudhary et al. (2020)	<i>C. vulgaris</i>	DQO, ortofosfato e amônia	84,6-92,8%
Zhou et al. (2014)	<i>C. vulgaris</i>	Fósforo e nitrogênio	82,2-92,3%
Ajala e Alexander (2019)	<i>C. vulgaris</i>	Nitrato e fosfato	87,3-93,1%
Chang et al. (2020)	<i>C. vulgaris</i>	DBO, NH ₄ , NO ₃ e PO ₄ ³⁻	66,3-100%

Das e Deka (2019)	<i>C. vulgaris</i>	Hidrocarbonetos de Petróleo	~98,63%
-------------------	--------------------	-----------------------------	---------

Dunaliella tertiolecta

O gênero *Dunaliella* e a espécie *Dunaliella tertiolecta* vem ganhando espaço na área de biorremediação de efluentes, em particular os com alto teor de salinidade. Essa preferência se dá ante a capacidade dessas microalgas de tolerar altos níveis de sais, além do fato de sua biomassa possuir alto teor lipídico, que é de grande importância na produção de biocombustíveis (PHONG VO et al., 2019).

Nesse contexto e devido à capacidade do gênero *Dunaliella* de aglutinação e sedimentação de células na presença de alumínio, Akbarzadeh e Shariati (2014), em sua pesquisa, utilizaram duas espécies do gênero *Dunaliella* para remediação de alumínio. As espécies foram a *Dunaliella salina* e a *Dunaliella bardawil*. O cultivo foi realizado em meio Johnson Modificado (SHARIATI; LILLEY, 1994), com pH 7,5, agitação a 1200 rpm, temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e intensidade de luz de $100 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ com 16 horas de exposição diária. No meio foram adicionadas diferentes concentrações de AlCl_3 para verificação da capacidade de remediação do mesmo.

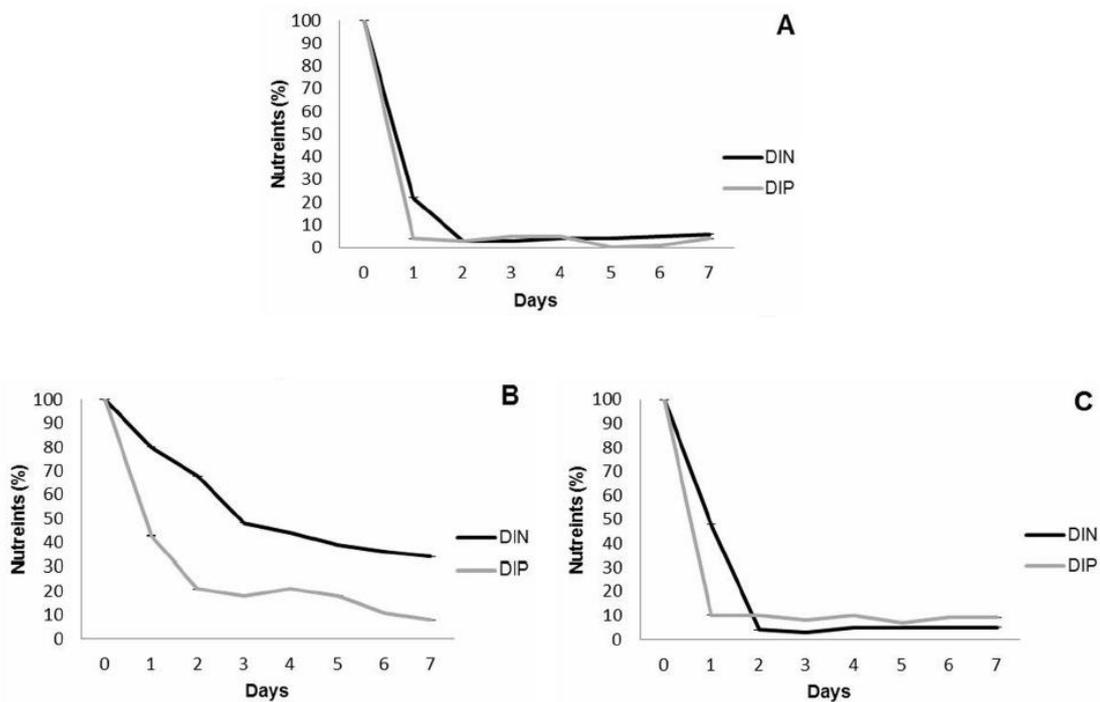
As microalgas do gênero *Dunaliella* se mostraram como propícias à remediação de alumínio, confirmando a capacidade das espécies estudadas de sedimentação e consequente remoção do mesmo. Salientando assim, a capacidade dessas espécies de serem utilizadas no tratamento de águas residuárias com presença de alumínio. A escassez de estudos nessa área utilizando o gênero mostra um campo pouco explorado e promissor para futuras pesquisas.

Da mesma forma, o estudo de biorremediação de nutrientes através de microalgas é de grande importância, visto que a presença em excesso dos mesmos pode contaminar os corpos hídricos. Em estudo, Andreotti et al. (2017) avaliaram a capacidade de biorremediação de nutrientes (fósforo e nitrogênio) através das espécies *Tetraselmis suecica*, *Isochrysis galbana* e *Dunaliella tertiolecta* em água residuária de aquacultura. A pesquisa se desenvolveu em fotobiorreatores de coluna em cultivos de 7 dias, com iluminação constante e intensidade de luz de $155 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, aeração contínua e temperatura de 23°C . Em seus resultados, fica explícito na Figura 1, o grande potencial da *Dunaliella tertiolecta* (C) em relação à *Isochrysis galbana* (B), já que em poucos dias a *Dunaliella* removeu uma grande porcentagem tanto de Fósforo Inorgânico Dissolvido (DIP) como de Nitrogênio Inorgânico Dissolvido (DIN),

(83) 3322.3222 enquanto a *I. galbana* precisou de muito mais tempo para alcançar esse feito, o que demonstra

sua eficácia. A outra microalga estudada, *Tetraselmis suecica* apresentou resultados semelhantes a *D. Tertiolecta*, tendo também grande capacidade promissora na biorremediação, ambas mostrando praticidade e velocidade na remoção desses nutrientes. A eficiência de remoção foi mensurada através da diferença entre a quantidade inicial e final de nutrientes.

Figura 1: Remoção de nutrientes pelas microalgas *T. suecica* (A), *I. galbana* (B) e *D. tertiolecta* (C)



Fonte: Andreotti et al. (2017)

Percebe-se uma elevada eficiência de remoção de Fósforo Inorgânico Dissolvido (DIP) e Nitrogênio Inorgânico Dissolvido (DIN) pelas espécies em estudo, com taxas de remoção superiores a 90% para as espécies *T. suecica* e *D. tertiolecta* (ANDREOTTI et al., 2017).

Vale ressaltar a necessidade de analisar a capacidade de cultivo da microalga nas mais variadas condições, como em um meio salino de água residuária, por exemplo, e a partir desses cultivos analisar suas aplicações. O estudo de WU et al. (2017) mostra a aplicação da *D. tertiolecta* em condições salinas de cultivo. A microalga foi cultivada com efluente salino de tratamento de esgoto local diluído em meio L1 de Guillard (GUILLARD; HARGRAVES, 1993) com 12 horas de exposição de luz e intensidade de $125 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ em uma temperatura de 24°C . Inicialmente, foi avaliado o efeito da aeração do cultivo com CO_2 , onde

foi percebido que a aeração com 5% de CO₂ e ar ambiente trouxe uma maior eficiência, tanto na taxa de crescimento das microalgas, como na remoção de nutrientes.

A partir dessa aeração, foram testados cultivos com diferentes teores de salinidade analisando qual deles apresentou melhor remoção de nutrientes e maior produção lipídica. O cultivo que teve resultados mais favoráveis foi o com teor de salinidade de 15 PSU, o qual conseguiu uma remoção de nitrogênio total, amônia e nitrato de 83,7, 79,07 e 98,4%, respectivamente. além disso, foi obtido uma produção de 0,463 g.L⁻¹.dia⁻¹ de biomassa e uma porcentagem lipídica de 41,6% (WU et al., 2017), o que demonstra que essa espécie se apresenta viável para biorremediação e produção de biocombustível.

De forma semelhante, Shirazi et al. (2018) estudou o cultivo da microalga *D. tertiolecta* em um meio concentrado de tratamento de dessalinização. As condições de cultivo foram: 16 horas de luminosidade diária, com uma temperatura de 30±2°C por 10 dias e aeração constante. Foram comparados meios com 100% de concentrado, um com proporção de 50:50 para o concentrado e o F/2 (GUILLARD, 1975) e um com 100% de F/2. O meio com 100% de concentrado foi o que obteve maior taxa de crescimento específico, 0,19d⁻¹, além de se apresentar eficiente na mitigação de nitrogênio, obtendo 93% de remoção, e quase que em totalidade os íons de flúor e fosfato, somado com a redução de outros íons presentes no meio (SHIRAZI et al., 2018).

Enfatiza-se que o meio concentrado possuía uma eletrocondutividade muito maior que o meio padrão F/2, evidenciando uma salinidade muito superior. Apesar disso, mostrou-se um meio eficiente para o cultivo da *D. tertiolecta*, o que é evidenciado pelos resultados superiores para os fatores avaliados.

Outra importante característica de utilização de microalgas é sua aplicação em biocombustíveis, sendo um campo vantajoso, visto que se trata de uma fonte renovável de grande potencial econômico e produtivo, desde que os métodos de cultivo sejam otimizados para que a viabilidade seja alcançada. Nesse contexto, a *Dunaliella* se mostra promissora na produção desses biocombustíveis.

El Aroussi et al. (2017) realizaram estudos com 57 cepas de microalgas marinhas, todas cultivadas em água do mar esterilizada com adição do meio F/2 e silicato, a 25°C e iluminação constante com intensidade de 150 μmol m⁻²s⁻¹ de luz durante um tempo de 14 dias.

As microalgas estudadas apresentaram entre 0,23 e 0,82 g/L de biomassa acumulada ao final do período de cultivo. Tendo como critério de escolha, o crescimento e o teor lipídico, elencaram a *Dunaliella* como uma das quatro mais promissoras, apresentando um teor de

lipídios de aproximadamente 50%, além de ser rica em TAG (triacylglycerol), composto utilizado para a produção de biocombustíveis (EL AROUSSI et al., 2017).

Em uma pesquisa prévia, EL AROUSSI et al. (2015) investigaram aumentar a produtividade de biomassa da *Dunaliella tertiolecta* com fertilizante, o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D). Neste estudo foi empregado o meio de cultivo F/2, 25°C e iluminação constante e intensidade de $150 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ de luz, o tempo de cultivo foi de 14 dias. Também foi investigado o aumento do estresse salino do meio através da adição de até 2 M de NaCl após o décimo dia de cultivo (considerando que o teor salino do meio F/2 é em torno de 0,5 M de NaCl).

Foi constatado que a utilização somente de estresse salino aumentou o conteúdo lipídico para 50%, o uso do 2,4-D sozinho resultou em 38 a 43% e a combinação do estresse salino com o uso do fertilizante 2,4-D obteve um conteúdo lipídico de 69,6%. Para comparação, o conteúdo lipídico do cultivo sem nenhum tratamento adicional apresentou um valor de 24% (EL AROUSSI et al., 2015). Dando margem assim, para a ideia já estudada por diversos autores, de que o aumento da salinidade do meio aumenta a produção de lipídios, aprimorando as possibilidades de uso da *D. tertiolecta* para produção de biocombustíveis.

Outro estudo envolvendo a utilização de fertilizantes para aumento na produtividade microalgal foi conduzido por KUMAR et al. (2018), que cultivou a *Dunaliella tertiolecta* com água do mar esterilizada juntamente com o meio F/2, a 23°C expostas a 18 horas diárias de luz diária com intensidade de $50 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ durante 9 dias. Empregado como fertilizante o composto NPK, a base de nitrogênio, fósforo e potássio, na proporção 10:26:26. Também foi utilizado uma alimentação contínua de 100% de CO₂, a fim de maximizar o sequestro de carbono.

Resultados obtidos mostraram que a combinação do fertilizante com a adição de CO₂ continuamente apresentou um aumento no sequestro de CO₂, na produção de biomassa e na acumulação lipídica, em valores de 25,36, 22,36 e 20,92%, respectivamente (KUMAR et al., 2018). Isso apresenta o fertilizante NPK como uma boa alternativa para aumentar a viabilidade de produção de biocombustíveis a partir da *D. tertiolecta*.

Seguindo este raciocínio da utilização de aditivos para potencializar a viabilidade do cultivo em larga escala da *D. tertiolecta*, Rizwan et al. (2017), se propuseram a observar os efeitos do uso de fontes de ferro de diferentes tipos no crescimento e na produção de lipídios e carboidratos. Foi utilizado o meio F/2, com iluminação contínua e intensidade de luz de 80 a $100 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ à 25°C, com 2% (v/v) de CO₂ durante 4 dias.

Foi relatado em seus resultados que, ao aumentar a concentração de ferro para 1.95 mg.L^{-1} (três vezes maior que a do meio), a taxa de crescimento e o conteúdo lipídico das microalgas também cresceu. A melhor concentração encontrada, apresentando valores de $0,275 \text{ g.L}^{-1}\text{dia}^{-1}$ (taxa de crescimento utilizando sulfato de amônia ferroso) e 35% (conteúdo lipídico máximo utilizando EDTA Férrico) (RIZWAN et al., 2017).

Corroborando com todas as pesquisas citadas, fica evidente que a *Dunaliella Tertiolecta* tem capacidade de um crescimento mais eficaz em meios alternativos, já que após a modificação ou adição de componentes no meio comumente usados para seu desenvolvimento (meio F/2 de Guillard), houve um aumento significativo tanto na quantidade de células, como no percentual de teor lipídico, somado a uma melhora no seu potencial biorremediador.

Chlorella vulgaris

Outra microalga que foi extensamente estudada e (vem apresentando) ou apresenta potenciais interessantes é a *Chlorella vulgaris*, como relata a pesquisa realizada por Subashini e Rajiv (2018), onde a *Chlorella vulgaris* foi cultivada em diferentes proporções do meio *Bold's Basal Medium* (BBM) e águas residuárias da indústria têxtil, com temperatura de $20\text{-}23^{\circ}\text{C}$, tendo iluminação diária de 12 horas.

A melhor proporção avaliada se mostrou sendo a com 15% de águas residuárias e 85% de BBM, onde ocorreu uma redução significativa em todos os parâmetros analisados, em destaque a demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e sólidos totais em suspensão que foram mitigados em mais de 75% no 28º dia de cultivo. Ademais, apresentou reduções relevantes de compostos AZO, que são compostos poluentes bastante presentes nos efluentes de indústria têxtil e em parâmetros como condutividade elétrica (46,19%), dureza (64,20%), cloro (60,00%), nitrogênio amoniacal (40,20%) e fosfato (39,14%) (SUBASHINI; RAJIV, 2018).

O trabalho denota a utilização dessa microalga como uma importante ferramenta no tratamento de efluentes industriais, ao passo que muitos desses efluentes possuem alta carga poluente. Podendo ser viável sua implementação, tendo em vista que, uma vez tratado é capaz de ser utilizado para outros usos menos exigentes.

El-Kassas e Mohamed (2014), também estudou a biorremediação de águas residuárias de indústria têxtil através da *C. vulgaris*. O cultivo foi conduzido usando diferentes proporções de efluente têxtil, suplementados com o meio sintético BBM (NICHOLS, 1973), à

temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas por dia, conduzido por 15 dias. As concentrações de efluente variaram entre 5 e 30%. Também foi verificado se a adição de bicarbonato de sódio em diferentes concentrações aumentava o potencial remediativo do cultivo.

Os resultados apresentaram reduções representativas de DQO (69,90%) e corantes (75,68%) em concentrações medianas de efluentes (17,5%), além disso, observou-se uma boa produção de biomassa (El-KASSAS; MOHAMED, 2014). Corroborando com os resultados obtidos por Subashini e Rajiv (2018), apresentando uma elevada potencialidade na remediação de poluentes de indústrias têxteis, configurando como uma alternativa viável e eficiente no tratamento dessas águas residuárias.

No estudo de Chaudhary et al. (2020), o cultivo da *Chlorella vulgaris* foi realizado usando águas residuárias municipais como meio, à temperatura de 25°C, luminosidade diária de 14 horas e $80 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ de intensidade de luz, durante um período de 7 dias, com um cultivo aerado com ar ambiente e outro com concentrado de 5% de CO₂.

As condições mais favoráveis para a biorremediação dos compostos presentes nas águas residuárias foram com a concentração de CO₂ em 5%, atingindo remoções de 84,6% de DQO, 92,8% de ortofosfato e 88% de amônia (CHAUDHARY et al., 2020).

Assim como é percebido nessa pesquisa que muitas águas residuárias não seguem a proporção de cultivo ideal proposta por Redfield (1934) de 106:16:1 para carbono, nitrogênio e fósforo, respectivamente, o que apresenta muitas vezes, valores inferiores de carbono, acarretando numa ineficácia no cultivo. Uma das soluções para corrigir essa escassez de carbono é a adição de CO₂ em sua aeração, o que leva também a uma remediação do carbono no ambiente.

De forma semelhante, Zhou et al. (2014), buscaram ver a eficácia de quatro espécies microalgas, dentre elas a *C. vulgaris*, na biorremediação não só de componentes inorgânicos como também de nutrientes orgânicos, usando como meio de cultivo água residuária municipal, As condições de cultivo foram: temperatura de 25°C, período de iluminação diária de 12 horas com intensidade de $60 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, com duração de 7 dias.

Os resultados obtidos mostraram uma boa eficiência de remoção de fósforo e nitrogênio, com taxas de remoção de 82.2 e 92.3%, respectivamente. Além disso, dentre os 50 compostos presentes, mais de 50% (31) dos compostos foram removidos eficientemente, como também foi obtido uma redução significativa na atividade do hormônio estrogênio, um contaminante de difícil remoção em efluentes (ZHOU et al., 2014). Pode-se observar então, a

alta gama de possibilidades biorremediativas da *C. Vulgaris*, representando possibilidades de utilização nas mais variadas águas residuárias, com presença de diversos componentes.

Dada a importância da presença de nutrientes para o cultivo de microalgas, Ajala e Alexander (2019) avaliaram o potencial de biorremediação da *C. vulgaris* em águas residuárias, suplementadas de diferentes concentrações de sulfato, nitrato e fosfato. Os cultivos foram feitos em 14 dias, com aeração contínua a 2% de CO₂, temperatura ambiente local e ciclo de luz de 12 horas de iluminação. Os cultivos foram divididos em quatro casos com diferentes razões de nitrogênio e fósforo (N:P): Caso 1 (9:1), caso 2 (7:1), caso 3 (4:1) e caso 4 (3:1)

Analisando os resultados obtidos, percebe-se que o caso mais propício para remoção dos nutrientes em geral foi o caso 1, que se destaca por remover 93,1% de nitrato e 87,3% de fosfato (AJALA; ALEXANDER, 2019). O que demonstra que não obstante a proporção indicada por Redfield (1934) de 16:1 para nitrogênio e fósforo, respectivamente, outras proporções podem ser eficientes para melhorar a capacidade de biorremediação da microalga.

Outro tipo de água residuária que merece atenção no emprego de tecnologias sustentáveis para mitigação de seu potencial poluente é o rejeito de tratamento de águas residuárias por osmose reversa, também chamado de concentrado de osmose reversa (COR), o qual possui alta carga poluente.

Dessa forma, Chang et al. (2020) estudou a remediação de concentrado de osmose reversa (COR) associando tratamento por eletro oxidação com posterior biorremediação através da microalga *C. vulgaris*. O meio foi tratado inicialmente por eletro oxidação variando entre 0 a 48,75 mA.cm⁻². Após isso, as microalgas foram cultivadas neste meio nas condições de luminosidade diária constante a 25°C, com aeração contínua durante um período de 10 dias.

Os resultados mostraram que a associação dos tratamentos foi positiva na remoção dos nutrientes testados, sendo o valor mais eficaz de eletro oxidação de 48,75 mA.cm⁻², com redução significativa de DBO (66,3%), NH₄⁺ (100%), NO₃⁻ (96,4%) e PO₄³⁻ (100%), porém, tratando-se de custos associados o valor da eletro oxidação, o mais eficiente foi o de 3,25 mA.cm⁻², com valores de remoção de DBO (33,7%), NH₄⁺ (88,4%), NO₃⁻ (90,4%) e PO₄³⁻ (100%) (CHANG et al., 2020). Esses valores mostram que o uso associado de eletro oxidação e biorremediação através de microalgas é satisfatório, podendo ser uma importante ferramenta no tratamento de águas residuárias.

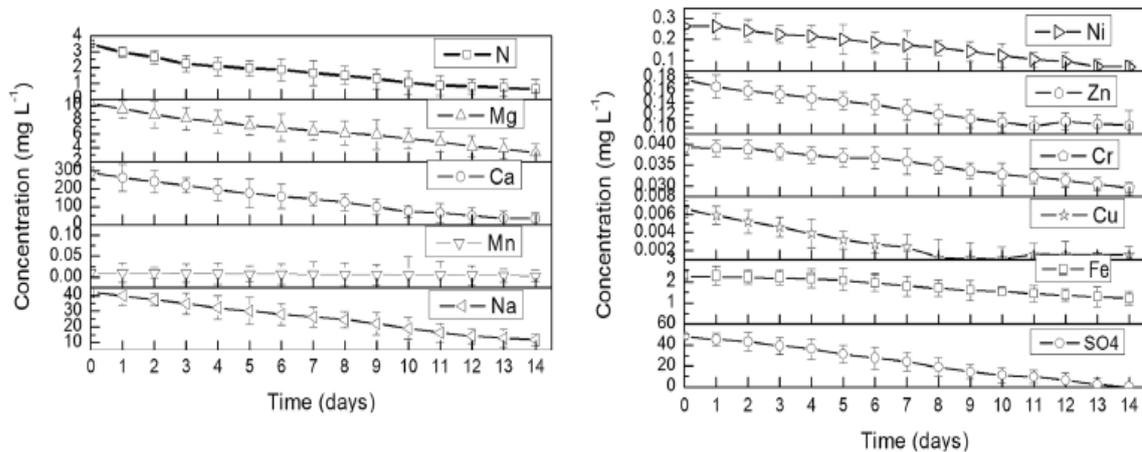
Uma distinta aplicação de microalgas na biorremediação foi estudada por Das e Deka (2019), que estudaram a capacidade remediativa das microalgas cultivadas em água de

formação de campos de petróleo (AFCP), que são águas contidas nos poros de rochas sedimentares presentes nesses campos. Tal água é rica em nutrientes propícios ao desenvolvimento microalgal, porém de alto teor poluente para descarte em sua forma inalterada.

Nesse estudo, a *Chlorella vulgaris* foi cultivada a uma temperatura de 25°C com iluminação diária de 14 horas, rotação de 110 rpm durante um período de 14 dias. Após as análises, foi visto que em comparação aos cultivos da microalga nas condições padrões, essa microalga teve a taxa de crescimento específico e produtividade de biomassa superior quando suplementada com a AFCP, ademais, não teve custos com a compra de nutrientes (DAS; DEKA, 2019). Esse dado mostra uma possibilidade de diminuição de despesas relacionadas a esse tipo de projeto, o tornando mais viável economicamente.

Ao decorrer do período de cultivo, as microalgas apresentaram uma redução expressiva em suas concentrações de nutrientes (N, Mg, Ca, Mn, Na, Ni, Zn, Cr, Cu, Fe e SO₄), o que é apresentado na Figura 2. Além disso, exprimiram uma taxa de degradação de hidrocarbonetos totais de petróleo de até 98,63% (DAS; DEKA, 2019). Um resultado bastante promissor para mitigação dos efeitos nocivos da exploração petrolífera.

Figura 2: Concentração de nutrientes ao decorrer do tempo



Fonte: Das e Deka (2019)

Da mesma forma que a *D. tertiolecta*, a microalga *C. vulgaris* vem ganhando espaço para produção de biocombustíveis. Pesquisas procuram melhorar a produtividade lipídica, visto que a *C. vulgaris* é uma microalga cosmopolita de água doce de fácil crescimento e adaptação nos mais variados ambientes. Contudo, é necessário criar formas onde esse cultivo seja viável para produção de biocombustível em larga escala.

Na pesquisa já citada anteriormente de Chang et al. (2020), ao utilizar $3,25 \text{ mA.cm}^{-2}$ como densidade de corrente, a *C. vulgaris* obteve um teor lipídico de 38,7%, com uma produção lipídica de $491,5 \text{ mg.L}^{-1}$ e uma concentração de biomassa de $1,27 \text{ g.L}^{-1}$. Nessas condições, o rendimento de energia lipídica das microalgas alcançou $17,9 \text{ kJ.L}^{-1}$, quase cobrindo o total de energia consumida apesar do processo de esterilização da autoclave ($22,2 \text{ kJ.L}^{-1}$).

Em estudo realizado por Choi et al. (2019), foram realizados experimentos com várias microalgas a fim de avaliar seus potenciais lipídicos. A *C. vulgaris* foi cultivada usando o meio trifosfato (TP) com o pH de 7,3 e temperatura de 23°C , condições propícias para a criação de espécies de água doce (CHOI et al., 2016).

Neste trabalho, a *C. vulgaris* apresentou um crescimento de biomassa superior a 3g.L^{-1} em 8 dias de cultivo, apresentando uma produtividade superior à maioria das dez microalgas estudadas, e dessas ela teve o segundo melhor teor lipídico, cerca de 41%, perdendo apenas para *H. pluvialis*, por uma diferença pequena. Além disso, apresentou um alto poder calorífico, com valor de $8,529 \text{ kJ.L}^{-1}.\text{d}^{-1}$, sendo o segundo melhor resultado entre as microalgas estudadas (CHOI et al., 2019).

As análises fornecem evidências quantitativas para justificar como a utilização de combustível sólido microalgal supera duplamente o sistema convencional de combustível direcionado a lipídios e a extensa biomassa lenhosa explorada (CHOI et al., 2019). Isso mostra que nessas condições a *C. vulgaris* consegue ter um teor de lipídeos oportuno para fins de produção de combustível.

Outros fatores podem ser considerados para aperfeiçoamento da produção lipídica, visando à produção de biocombustíveis. Sánchez-Saavedra et al. (2020) em seu estudo avaliou a influência de diferentes tipos de luz na produção de lipídios pela *C. vulgaris*. A microalga foi cultivada sob condições de iluminação constante, intensidade de luz igual a $50 \mu\text{mol m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, sem controle de pH e com temperatura de aproximadamente 21°C .

Neste estudo foram testadas as luzes azul, verde, amarela e branca. Após a apuração dos resultados, foi visto que a luz mais eficaz para o aumento do teor lipídico da microalga foi a azul, sendo capaz de atingir um teor de 18,74%, enquanto que a luz branca, que era a referência para a luz do dia, atingiu 14,79% (SÁNCHEZ-SAAVEDRA et al., 2020). Os resultados evidenciaram um acréscimo de aproximados 21,08% de teor lipídico, algo aprazível em relação à produção de biocombustível, tendo em vista que a junção a outras condições poderiam crescer esse teor. Vale realçar que no cultivo não foram acrescentados

fluxos de ar e recursos de carbono, que poderiam aumentar ainda mais ainda o rendimento da microalga.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude do que foi explanado neste trabalho, é válido afirmar que as microalgas *D. tertiolecta* e *C. vulgaris* apresentaram resultados satisfatoriamente expressivos, haja vista a quantidade de teor lipídico que pode ser acrescido com diversificados modos de cultivo, aos quais podem ser feitas pesquisas para unir alguns desses métodos e analisar até quanto esse teor poderia ser acrescentado, ampliando as suas potencialidades para produção de biocombustíveis e assim verificando se o processo ainda continuaria tendo um baixo custo.

Notou-se que a *Dunaliella tertiolecta* se deu muito bem em meios cultivados com altos teores de sal, consoante ao fato da microalga ser do tipo marinha. Também ficou evidente que a *Chlorella vulgaris* apresenta boa adaptabilidade a diversos meios, conseguindo um teor lipídico satisfatório em praticamente todos citados, os quais são dignos de futuras investigações.

Conclui-se então, que a *D. tertiolecta* e a *C. vulgaris* têm aprimorado a capacidade de serem usadas com os objetivos simultâneos de biorremediar e produzir biocombustíveis de forma sustentável e que posteriores pesquisas utilizando as referências citadas podem aperfeiçoar os resultados.

REFERÊNCIAS

AJALA, S. O.; ALEXANDER, M. L. Assessment of *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus obliquus*, and *Oocystis minuta* for removal of sulfate, nitrate, and phosphate in wastewater. **International Journal of Energy and Environmental Engineering**, 2020. DOI: 10.1007/s40095-019-00333-0

AKBARZADEH, N.; SHARIATI, M. Aluminum remediation from medium by *Dunaliella*. **Ecological Engineering** v. 67, p. 76-79, 2014. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2014.03.014

ANDREOTTI V. et al. Bioremediation of aquaculture wastewater from *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) with different microalgae species, **Chemistry and Ecology** v.37, p.750-761, 2017. DOI:10.1080/02757540.2017.1378351

BENHIMA, R. et al. Nitrate Reductase Inhibition Induces Lipid Enhancement of *Dunaliella Tertiolecta* for Biodiesel Production. **The Scientific World Journal**, 2018. DOI: 10.1155/2018/6834725

CANCELA, A. et al. Microalgae cultivation and harvesting for bioenergy production. **Bioresource Technology Reports** v. 08, 2019. DOI: 10.1016/j.biteb.2019.100333

CHANG, H. et al. Highly efficient reverse osmosis concentrate remediation by microalgae for biolipid production assisted with electrooxidation. **Water Research** v.174, 2020. DOI: 10.1016/j.watres.2020.115642

CHAUDHARY, R. et al. Kinetic study of nutrients removal from municipal wastewater by *Chlorella vulgaris* in photobioreactor supplied with CO₂-enriched air. **Environmental Technology** v.41, n.05, p.617-626, 2020. DOI: 10.1080/09593330.2018.1508250

CHOI, H.I. et al. Performance and potential appraisal of various microalgae as direct combustion fuel. **Bioresource Technology** v.273, p.341-349, 2019. DOI: 10.1016/j.biortech.2018.11.030

CHOI, H.I. et al.. Quantitative analysis of the chemotaxis of a green alga, *Chlamydomonas reinhardtii*, to bicarbonate using diffusion-based microfluidic device. **Biomicrofluidics** v.10, 2016. DOI: 10.1063/1.4942756

DAS, B. e DEKA, S. A cost-effective and environmentally sustainable process for phycoremediation of oil field formation water for its safe disposal and reuse. **Scientific Reports** v.9, 2019. DOI: 10.1038/s41598-019-51806-5

EL ARROUSSI, H. et al. Improvement of the potential of *Dunaliella tertiolecta* as a source of biodiesel by auxin treatment coupled to salt stress. **Renewable Energy** v.77, p.15-19, 2015. DOI: 10.1016/j.renene.2014.12.010

EL ARROUSSI, H. et al. Screening of marine microalgae strains from Moroccan coasts for biodiesel production. **Renewable Energy** v. 113, p.1515-1522, 2017. DOI: 10.1016/j.renene.2017.07.035

EL-KASSAS, H. Y., MOHAMED, L. A. Bioremediation of the textile waste effluent by *Chlorella vulgaris*. **Egyptian Journal of Aquatic Research** v. 40, p.301-308, 2014. DOI: 10.1016/j.ejar.2014.08.003

FU, J. et al. Photo-bioreactor design for microalgae: a review from the aspect of CO₂ transfer and conversion. **Bioresource Technology** v.292, 2019. DOI: 10.1016/j.biortech.2019.121947

GIOSTRI, A. et al. Microalgae cofiring in coal power plants: innovative system layout and energy analysis. **Renewable Energy**. v.95, p. 449-464, 2016 DOI: 10.1016/j.renene.2016.04.033

GUILLARD, R. R. L. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In: SMITH, W. L.; CHANLEY, M. H. (Eds.). **Culture of marine invertebrate animals**. New York: Plenum p. 29-60, 1975.

GUILLARD, R.R.L.; HARGRAVES, P.E. *Stichochrysis immobilis* is a diatom, not a chrysophyte. **Phycologia** v.32, p.234-236, 1993.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2008. Rio de Janeiro: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**; 2011.

KUMAR, A. et al. Optimal cultivation towards enhanced algae-biomass and lipid production using *Dunaliella tertiolecta* for biofuel application and potential CO₂ biofixation: Effect of nitrogen deficient fertilizer, light intensity, salinity and carbon supply strategy. **Energy** v.148, p.1069-1086, 2018. DOI: 10.1016/j.energy.2018.01.042

MATA, T. M. et al. Microalgae for biodiesel production and other applications: **A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews** v.14, p.217-232, 2010. DOI: 10.1016/j.rser.2009.07.020

NICHOLS, H.W. Growth media freshwater. In: Stein, J. (Ed.), Handbook of Phycological Methods: Culture Methods and Growth Measurements. **Cambridge University Press**, p. 7–24, 1973.

PAIVA, R. F. DA P. DE S.; DE SOUZA, M. F. DA P. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública** v. 34, n. 1, 2018. Fundação Oswaldo Cruz. DOI: 10.1590/0102-311x00017316

PHONG VO, H. N. et al. Microalgae for saline wastewater treatment: a critical review. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, 2019. DOI: 10.1080/10643389.2019.1656510

REDFIELD AC. 1934. On the proportions of organic derivatives in sea water and their relation to the composition of plankton. **James Johnstone Memorial Volume** p. 176–92, 1934

RIZWAN M. et al. Effects of Iron Sources on the Growth and Lipid/Carbohydrate Production of Marine Microalga *Dunaliella tertiolecta*. **Biotechnology and Bioprocess Engineering** v.22, p.68-75, 2017. DOI: 10.1007/s12257-016-0628-0

SÁNCHEZ-SAAVEDRA, M. D. P. et al. The Use of Light Spectra to Improve the Growth and Lipid Content of *Chlorella vulgaris* for Biofuels Production. **BioEnergy Research**, 2020. DOI: 10.1007/s12155-019-10070-1

SHARIATI, M.; LILLEY, R.McC. Loss of intracellular glycerol from *Dunaliella* by electroporation at constant osmotic pressure: subsequent restoration of glycerol content and associated volume changes. **Plant Cell Environmental** v.17, p.1295–1304, 1994. DOI:10.1111/j.1365-3040.1994.tb00531.x

SHIRAZI, S. A. et al. Simultaneous biomass production and water desalination concentrate treatment by using microalgae. **Desalination and water treatment** v.135, p.101-107, 2018. DOI: 10.5004/dwt.2018.23163

SIALVE, B. et al. Integrating microalgae production with anaerobic digestion: a biorefinery approach. **Biofpr** v.08, p.516-529, 2014. DOI: 10.1002/bbb.1469

SUBASHINI, P.S. e RAJIV, P. An Investigation of Textile Wastewater Treatment using *Chlorella vulgaris*. **Oriental Journal Of Chemistry** v.34, n.05, p.2517-2524, 2018. DOI: 10.13005/ojc/340538

WU, K-C. et al. Capability of microalgae for local saline sewage treatment towards biodiesel production. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science** v.82, 2017. DOI:10.1088/1755-1315/82/1/012008

ZHOU, G. et al. Simultaneous removal of inorganic and organic compounds in wastewater by freshwater green microalgae. **Environmental Science: Processes and Impacts** v. 16, 2014. DOI: 10.1039/c4em00094c

ZHU, C. et al. A recycling culture of *Neochloris oleoabundans* in a bicarbonate-based integrated carbon capture and algae production system with harvesting by auto-flocculation. **Biotechnology for Biofuels** v. 11, n.204, 2018. DOI: 10.1186/s13068-018-1197-6

PROPOSTA DO APROVEITAMENTO DO POTENCIAL DA MICROGERAÇÃO EÓLICA NA ZONA RURAL, URBANA E LITORANEA BRASILEIRA

Luis Reyes Rosales Montero ¹
Vanessa Rosales Bezerra ²
Keila Machado de Medeiros ³
Carlos Antônio Pereira de Lima ⁴

RESUMO

O homem precisa de energia para manter e tornar mais confortável sua sobrevivência. Buscam-se alternativas para suprir essa demanda energética sem causar grandes danos ambientais. E nessa perspectiva surgem as fontes de energias renováveis. Deste modo, este trabalho tem como objetivo compreender o potencial brasileiro para a microgeração eólica. Para tanto, foi realizada uma pequena revisão de literatura, que deu suporte ao conteúdo apresentado. Concluiu-se, a energia eólica é limpa e não causa grandes impactos ambientais, sendo uma alternativa viável e complementar às outras fontes de energia já utilizadas e, além disso, o Brasil apresenta grande potencial para a exploração da energia eólica, bem como para a microgeração, porém, ainda há a necessidade de que a tecnologia envolvida em tal processo se torne mais acessível.

Palavras-chave: energia eólica, energia elétrica, litoral, renovável.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes tormentos do mundo de hoje é a questão relativa à energia: o homem precisa de energia para manter e tornar mais confortável sua própria sobrevivência. Porém, sabe-se que o aproveitamento desta ainda não atingiu um nível satisfatório, tendo em vista que a maior parte da energia utilizada no planeta é de origem não renovável. Por essa razão, tem-se buscado novas alternativas que visam a maior distribuição possível junto com uma maior economia envolvida, além da preocupação com o meio-ambiente. Nessa perspectiva surgem as energias renováveis.

As energias renováveis, quando utilizadas, são repostas rapidamente, enquanto que as fontes de energia consideradas não renováveis – como por exemplo, a energia obtida do carvão, do petróleo, do gás natural, de onde vem boa parte da energia utilizada –, uma vez que são

¹ Doutor. Em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, rosales@dee.ufcg.edu.br;

² Doutoranda pelo Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, rosalesuepb@gmail.com;

³ Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, keilamedeiros@ufpb.edu.br;

⁴ Doutor em Engenharia Mecânica Universidade Federal da Paraíba - UEPB, caplima@uepb.edu.br;

retiradas do solo e utilizadas não são repostas de imediato. Essas não podem ser repostas em escala de tempo humanas e podem vir a se esgotarem.

No Brasil, a maior parte da energia consumida vem das hidroelétricas, que apesar de ser uma fonte renovável não é livre de causar impactos ambientais e sociais negativos, além de não ser suficiente para atender as necessidades de todo o país. Dessa maneira, a utilização de outras fontes de energia renovável vem se tornando necessária, não com o intuito de substituir, mas sim colaborar com as hidroelétricas.

O uso da energia eólica é uma tendência mundial por ser caracterizada como uma forma de energia com poucos impactos, que contribui para a preservação do meio ambiente. Não requer água para a sua produção e nem gera gases de efeito estufa, por isso tem sido vista como a fonte de energia renovável mais promissora para a produção de energia elétrica, em curto prazo, sendo no Brasil uma fonte de energia de custo menor que o gás natural e a biomassa.

Neste sentido, o objetivo desta pesquisa é compreender o potencial brasileiro para a geração de energia eólica, bem como apresentar capacidade da microgeração usando microgeradores do tipo vertical.

1. METODOLOGIA

Devido à escassez de água na região do Nordeste, a população sentiu necessidade de buscar águas por outras fontes, dessa forma vários poços foram cavados. No entanto, a utilização de águas subterrâneas não deve ocorrer sem tratamento prévio.

Além disso, atualmente com a transposição do rio São Francisco, muitos dos poços que eram utilizados para fins de subsistência, hoje estão parados sem uso. Portanto alguns dos destinos para essas águas subterrâneas que contém grande quantidade de sais dissolvidos é a utilização na agricultura, bem como na piscicultura. Além disso uma tecnologia bastante inovadora no momento é a utilização de sistemas de membranas para a dessalinização e purificação de águas com destino ao consumo humano.

A metodologia de pesquisa utilizada, dessa forma, para elaborar este artigo foi o estudo de caso. O presente estudo foi realizado com base nos dados acerca dos poços cadastrados em algumas cidades da Paraíba, e algumas metodologias de uso dessas águas.

Segundo Barcelos (2014), os tipos de energia utilizados atualmente, são basicamente divididos em dois tipos de acordo com suas fontes, podendo ser:

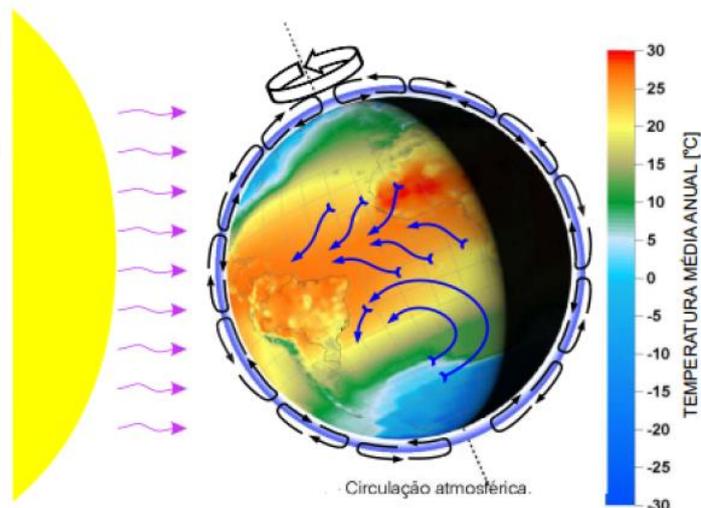
- Energia não renovável: são fontes encontradas na natureza em quantidade limitada e podem se extinguir com sua utilização como é o exemplo dos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) e o urânio, utilizado para obter energia pelo processo de fusão nuclear; e
- Energia renovável: não é possível medir um fim temporal para a fonte utilizada. São exemplos desse tipo de energia o calor e a radiação emitida pelo sol, a existência de vento, as marés ou cursos de água. Assim, elas são consideradas fontes inesgotáveis, somente sendo limitada em relação à quantidade disponível para extração em cada momento.

1. O VENTO

Ocorre devido à ação contínua da energia radiante solar sobre a Terra, que aquece de forma desigual a superfície terrestre, resultando na circulação contínua das camadas de ar da atmosfera. Na região entre os trópicos, a incidência solar é quase perpendicular em toda área, quanto mais distante da linha imaginária do Equador, mais inclinada é a incidência dos raios solares na superfície do planeta, sendo a região mais fria a região dos polos (AMARANTE, 2002).

O sol aquece a Terra com maior intensidade entre os trópicos, fazendo com que as massas de ar quente subam na atmosfera, criando zonas de baixa pressão perto à superfície, com isso as massas de ar frio vindas dos polos preenchem essas zonas, e esse deslocamento constante forma os ventos (Figura 1) (AMARANTE, 2002).

Figura 1: Circulação atmosférica



Fonte: BARCELOS (2014)

Enquanto as latitudes principalmente somadas às estações do ano e o ciclo dia-noite são os mecanismos atuantes em escala global, os encontros montanhas-vale e terra-mar influenciam

a formação dos ventos em escala local. Outros fatores que afetam a qualidade do vento são as condições de relevo e a rugosidade aerodinâmica do terreno. O vento é afetado de forma acentuada pela forma de relevo apresentada, sendo totalmente diferente em ambientes de floresta, cidade, praia, pradaria e etc. (MARANTE, 2002).

1.1 A energia Eólica

A energia eólica é a fonte de energia proveniente da força dos ventos. Energia essa abundante, limpa e renovável. Hoje quando se fala em energia eólica, associa-se diretamente ao processo de aproveitamento eólico para geração de energia elétrica. Esse processo se dá através da captação da energia cinética eólica, a qual movimenta pás de hélices de turbinas, que com seus rotores ligados a um gerador convertem a energia mecânica em elétrica (ANEEL, 2003).

Uma grande vantagem do uso de eólicas é a possibilidade de um usuário comum gerar sua própria energia (microgeração de energia), e então diminuir a dependência em relação a energia elétrica fornecida pelas concessionárias, nem ficar à mercê da variação do preço da energia do mercado (ANEEL, 2003).

Mas também se devem levar em consideração as desvantagens como o barulho gerado e a necessidade de escolha criteriosa do local onde será instalada a eólica. Além disso, esta tecnologia ainda não está totalmente desenvolvida e seu custo ainda é bem elevado, o que torna difícil uma população ter seu próprio fornecimento de energia elétrica (BARCELLOS, 2014).

1.2 História da Energia Eólica

Há milhares de anos a energia eólica, bem como a hidráulica, vem sendo utilizada para auxiliar nas diversas etapas do trabalho na agricultura que envolve energia mecânica. Tarefas como o bombeamento de água e a moagem dos grãos exigiam cada vez mais esforço braçal e animal. Levando então ao desenvolvimento de ferramentas que facilitassem esse trabalho (SHEPHERD, 1994).

Com o passar do tempo, surgiu uma forma primitiva do que viria a ser o moinho de vento, utilizado no beneficiamento dos produtos agrícolas e bombeamento de água. Este era composto por um eixo vertical acionado por uma longa haste presa a ela, movida por homens ou animais caminhando numa gaiola circular. Esse sistema foi sendo aperfeiçoado e a força motriz humana e animal foi substituída primeiramente pela utilização de cursos d'água, surgindo as rodas d'água. Historicamente, essa substituição aconteceu antes do surgimento dos moinhos de vento graças a sua concepção mais simples. Porém, como não existiam rios em

todos os lugares, percebeu-se o potencial do vento como uma fonte natural e abundante de energia e assim surgiram os moinhos de vento (CHESF, 1998).

O primeiro registro histórico da utilização da energia eólica através de cata-ventos é proveniente da Pérsia, por volta de 200 a.C. Esse tipo de moinho de eixo vertical se espalhou pelo mundo islâmico sendo utilizado por vários séculos para bombeamento de água e moagem de grãos. (CHESF, 1998).

No século XI, após as cruzadas, foi grande a utilização de moinhos para moagem e bombeamento de água (Figura 2) e moagem de grãos e seu desenvolvimento foi bem documentado. No século XIX, com a Revolução industrial e o advento da Máquina a Vapor houve um declínio em sua utilização, mas eles são utilizados até hoje em várias partes do mundo para bombeamento de água (CRESESB, 2014).

Figura 2: Estrutura típica de moinho



Fonte: www.pinterest.pt/pin/89720217548641450/?nic_v2=1a1B8FZbD

No final do século XIX, começou a adaptação dos cata-ventos para geração de energia elétrica. Em 1888, Charles F. Brush, um industrial voltado para eletrificação em campo, ergueu o primeiro cata-vento destinado à geração de energia elétrica na cidade de Cleveland, Ohio. Esse aerogerador fornecia 12kW em corrente contínua para carregamento de baterias, as quais eram destinadas, sobretudo, para o fornecimento de energia para 350 lâmpadas incandescentes (ASTRASOLAR, 2017)

A Segunda Guerra Mundial contribuiu para o desenvolvimento dos aerogeradores de médio e grande porte, pela diminuição da disponibilidade de combustíveis fósseis os países em geral empenhavam-se para economizar essa fonte de energia. Todavia, após o fim da guerra, os

combustíveis fósseis voltaram a abundar no cenário mundial e assim os aerogeradores deixaram de ser competitivos. Então, eles continuaram a ser construídos, mas somente para fins de pesquisa, utilizando e aprimorando técnicas aeronáuticas na operação e desenvolvimento de pás, além de aperfeiçoamentos no sistema de geração, (FUENTES, 2017).

Atualmente, muitos países estão conseguindo uma maior independência de fontes não renováveis de energia graças ao investimento e ao desenvolvimento de tecnologia no setor da energia eólica.

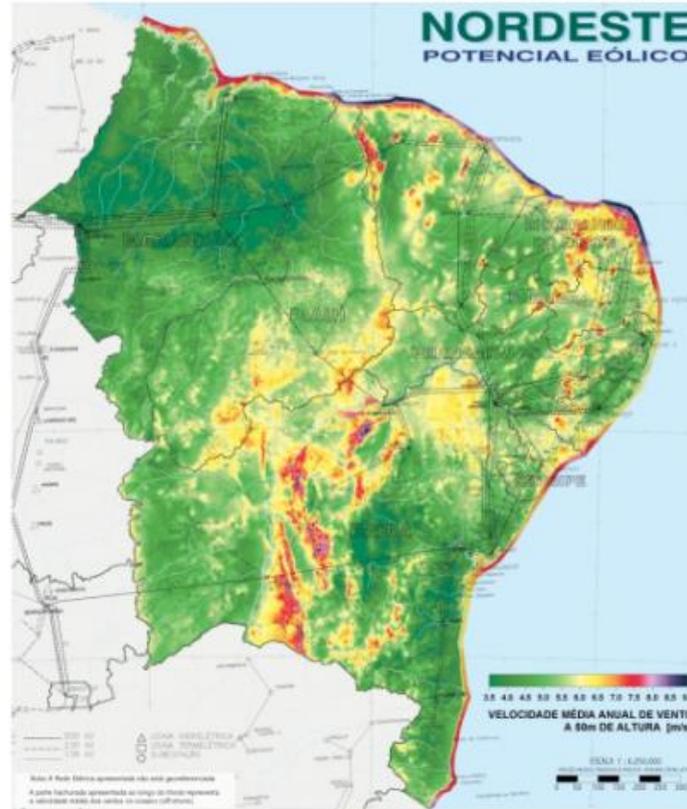
2. POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO

O Brasil atingiu em fevereiro de 2018, a marca de 13 GW de capacidade instalada de energia eólica. Em 2017 obteve um crescimento de 26,5%, que em potência significa mais de 2 GW. Essa capacidade é gerada com 534 parques eólicos e mais de seis mil aerogeradores em operação, segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica. A capacidade instalada no país suporta o consumo médio ao equivalente a 24 milhões de residências por mês. O Brasil já apresenta um potencial contratado e em construção que soma mais 4,8GW, divididos em 213 parques eólicos, com previsão de entrega até o ano de 2023 (ABEEÓLICA, 2018).

O regime de ventos no Brasil é controlado principalmente pelos aspectos dos sistemas de alta pressão do Atlântico Sul e a faixa de baixa pressão da Depressão Equatorial, que coincide com a localização da Bacia Amazônica, zona de pequenos gradientes de pressão e ventos fracos. Entretanto, ao norte e ao sul da Depressão Equatorial, há duas zonas de ventos constantes, de leste a nordeste ao norte, e de leste a sudeste ao sul (AMARANTE, 2001).

Ao Norte os ventos alísios atingem o litoral do nordeste brasileiro assim como a Bacia Amazônica. No litoral do nordeste há o encontro com as brisas diurnas. Os efeitos são acentuados com essa combinação gerando ventos médios anuais entre 5m/s e 7,5m/s ao norte do Cabo de São Roque (área mais oriental do Brasil), e entre 6m/s e 9m/s ao sul. Os alísios se tornam mais fortes à medida que se afastam da Depressão Equatorial, somado a menores índices de vegetação e umidade do solo ao sul, que acentuam as brisas marinhas, justificam essa diferença entre ambos (AMARANTE, 2001).

Figura 3: Potencial eólico do Nordeste

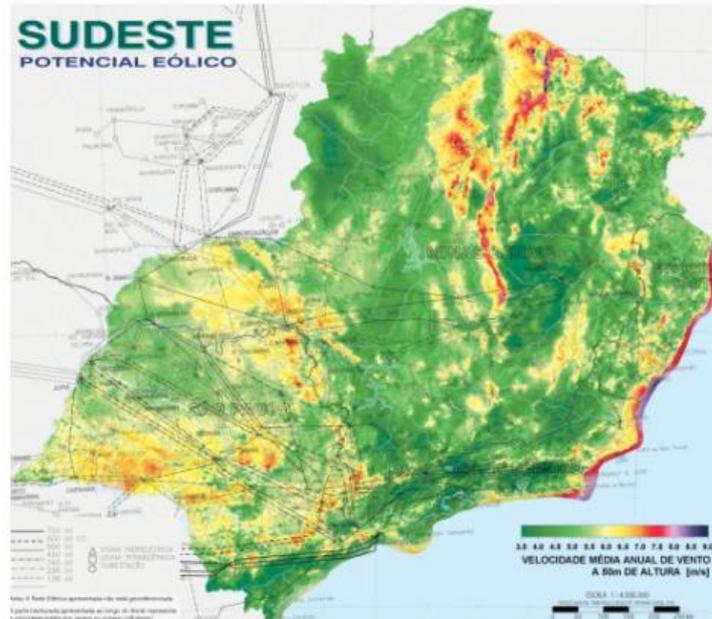


Fonte: Amarante (2001)

As montanhas imediatamente a oeste da costa nordestina criam uma espécie de aceleração por obstáculo, acelerando os ventos ao sul, ao longo da costa baiana que vão aliviando conforme se aproximam da região sudeste. Nas elevações da Chapada Diamantina no Nordeste e Serra do Espinhaço no Sudeste, também ocorrem áreas de grandes velocidades, devido a um efeito de compressão vertical quando os ventos ultrapassam a barreira montanhosa próxima ao litoral. Essas características fazem do Nordeste a maior região do Brasil em potencial eólico, onde se concentra a maior quantidade de parques eólicos do país (412 parques), detendo mais de 80% de toda capacidade nacional (AMARANTE, 2001).

A região litorânea sudeste sofre os mesmos efeitos do litoral sul nordestino, que afeta todo litoral do Espírito Santo até a Região dos Lagos no Rio de Janeiro, onde apresentam ótimo potencial eólico. Após Arraial do Cabo o litoral fluminense desvia-se a oeste onde os ventos se tornam muito mais fracos, devido a forte presença de morros e montanhas, enfraquecendo os ventos ao sul dali (AMARANTE, 2001).

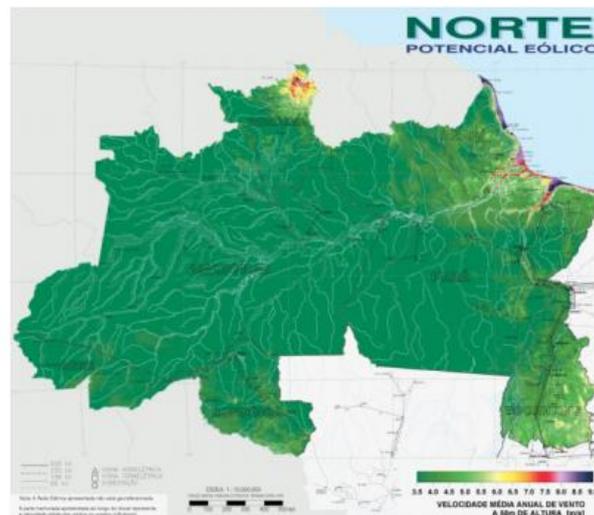
Figura 4: Potencial eólico do Sudeste



Fonte: Amarante (2001)

Na Região Norte, os alísios seguem o mesmo efeito do norte nordestino apenas na área litorânea próxima a foz do rio Amazonas. Entretanto, tem o efeito bem reduzido devido ao atrito de superfície com as densas florestas e a aproximação das zonas de baixa pressão. Apesar disso, há uma faixa entre 1000m e 2000m acima da superfície que atingem as áreas mais elevadas da região norte, com ventos médios anuais de 8m/s a 10m/s. Podemos perceber sua atuação na região da Serra Pacaraima, em Roraima (AMARANTE, 2001).

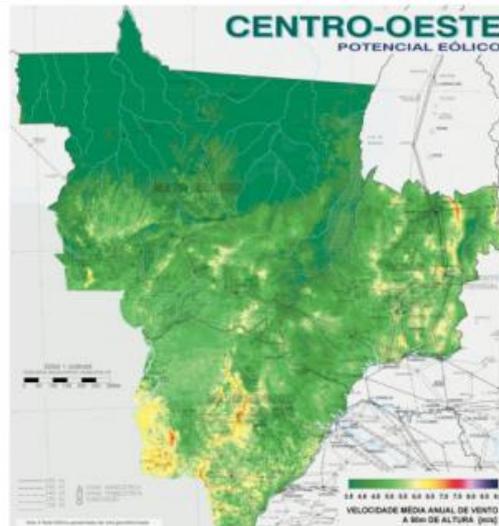
Figura 5: Potencial eólico do Norte



Fonte: Amarante (2001)

A região do Planalto Central, localizada ao sul da Bacia Amazônica apresenta uma grande área de poucos ventos que afeta toda a região centro-oeste. Apenas áreas mais elevadas próximas à fronteira com o Paraguai, devido ao efeito de compressão vertical apresentam médias próximas de 7m/s (AMARANTE, 2001).

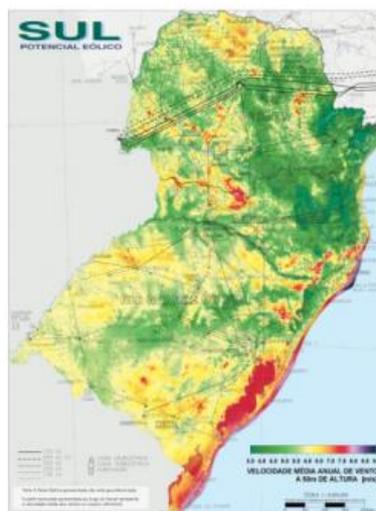
Figura 6: Potencial elétrico do Centro - Oeste



Fonte: Amarante (2001)

Na Região Sul, o escoamento atmosférico é controlado pela Depressão do Nordeste da Argentina, área de baixa pressão a leste dos Andes, e pelo Anticiclone Subtropical Atlântico. O gradiente entre eles induz altas velocidades médias anuais, tanto nas áreas de maiores elevações montanhosas, atingindo 8m/s, quanto nos planaltos de baixa rugosidade, os pampas (AMARANTE, 2001).

Figura 7: Potencial elétrico do Sul



Fonte: Amarante (2001)

A região sul é a segunda maior geradora de energia elétrica eólica do país, possuindo 95 parques eólicos, e mais de 2 GW de potência instalada, atrás apenas do Nordeste, atualmente maior gerador isolado. Essa análise nos permite ver que há ainda muito que ser explorado no setor eólico brasileiro. O sudeste, principalmente, e o norte de Roraima têm grande potencial a ser explorado (AMARANTE, 2001).

2.1 Geradores eólicos

Visando a ampliação da produção de energia eólica no Brasil, o desenvolvimento de tecnologias e produção mais eficientes de rotores, hélices e outros componentes presentes em suínas eólicas se torna imprescindível.

Os tipos mais comuns de rotores são os de eixo horizontal. Eles normalmente são os mais comuns a serem produzidos e grande parte da experiência mundial está voltada para a sua utilização. São movidos por forças aerodinâmicas chamadas de forças de sustentação (*lift*) e forças de arrasto (*drag*). Um corpo que obstrui o movimento do vento sofre a ação de forças que atuam perpendicularmente ao escoamento (forças de sustentação) e de forças que atuam na direção do escoamento (forças de arrasto). (TERCIOTE, 2002).

Os rotores que giram predominantemente sob o efeito de forças de sustentação permitem liberar muito mais potência do que aqueles que giram sob efeito de forças de arrasto, para uma mesma velocidade de vento. Os rotores de eixo horizontal ao longo do vento (aerogeradores convencionais) são predominantemente movidos por forças de sustentação e devem possuir mecanismos capazes de permitir que o disco varrido pelas pás esteja sempre em posição perpendicular ao vento. Tais rotores podem ser constituídos de uma pá e contrapeso, duas pás, três pás ou múltiplas pás (*multivane fans*) (TERCIOTE, 2002).

2.1.1 Turbina de Eixo Vertical (TEEV)

O rotor de eixo vertical foi o primeiro tipo de rotor inventado, mas com o passar do tempo foi posto de lado, devido à turbina de eixo horizontal. Apesar disso foi escolhido como tema principal do trabalho, e apresenta algumas vantagens. A TEEV não necessita de ajuste para a direção do vento, não tendo a necessidade de acompanhamento minucioso para variações direcionais do vento, além de apresentar melhor comportamento sob turbulências, o que reduz a complexidade do projeto (DUTRA, 2011).

Para projetos em áreas urbanas possui características interessantes. É muito mais silenciosa que as turbinas de eixo horizontal, o sistema de geração fica mais perto do solo, o que facilita a instalação e manutenção e possui torres mais baixas, ocupando no geral uma área

menor que os rotores de eixo horizontal. Como o projeto visa a área urbanizada, uma das possibilidades em estudo é a instalação em telhados de casas, locais em que o vento sofre mais alteração. Nestes aerogeradores, as correntes de ar batem lateralmente nas lâminas, garantindo uma velocidade de arranque mais baixa, vantajoso em condições de pouco vento, o que é muito interessante para o projeto (DUTRA, 2012).

Em geral, as turbinas de eixo vertical são bem mais silenciosas que as turbinas de eixo horizontal e apresentam bom desempenho sob ventos turbulentos. Entretanto, apresenta alta inércia de partida, exigindo, muitas vezes, um esforço de arranque do rotor. Devido à característica de baixa poluição sonora, é preferível a instalação desta em um local como uma Universidade, que exige silêncio e há alta quantidade de pessoas próximas.

Existem inúmeros projetos de Turbina Vertical, o que torna complexo catalogá-las em grupos quanto ao seu design. No entanto, existem dois tipos básicos de TEEV, as turbinas *Darrieus* e as turbinas *Savonius*. As principais características das turbinas TEEV são (DVORAK, 2014; MERECICKY, 2014):

- Menor Número de Componentes: se justifica por possuir um eixo simplificado, cuja captação de tração não depende da direção do vento, ou seja, não necessita de um direcionador para acompanhar o fluxo de vento;
- Segurança: Os trabalhadores não necessitam escalar torres estruturais para realizarem manutenção no aerogerador;
- Pequenos Dimensionamentos: Viável para diversas áreas Urbanas.
- Eficiência: Não são tão eficientes quanto as HAWT, de modo que seu desenvolvimento está estagnado em diversas indústrias;
- Grandes Dimensionamentos: Não são muito viáveis em grandes proporções de geração, pois além de apresentarem menor eficiência, ocupariam maiores áreas se instaladas para grandes potências;
- Maiores custos com Manutenção: A força do vento age com maior turbulência nesse tipo de design.

2.1.1.1 Turbina Darrieus

As turbinas *Darrieus* possuem poucas pás e pequena área de contato com o ar, de modo a maximizar a geração de energia. Geralmente apresentam 2 ou 3 pás, atuando sob o princípio de diferença de pressão (Figura 8 a e b) (NETTO, 2017).

Figura 8: Aerogerador com turbina vertical



Fonte: Netto (2017)

2.1.1.2 Turbina Savinius

As turbinas TEEV *Savonius* (Figura 9) apresentam design que busca conduzir a energia dos ventos de modo a maximizar a geração de energia, como se pode observar na Figura 13. Possuem grande área de contato e são bem mais pesadas que as do tipo *Darrieus*. Seu funcionamento se dá através da força de arrasto do ar, necessitando de maior área de contato e, portanto, dissipando maior potência através de sua estrutura física, o que exige maior força da estrutura da torre (NETTO, 2017).

Figura 9: Aerogerador com turbina vertical



Fonte: Netto (2017)

3. IMPACTOS

Os impactos ambientais decorrentes da implantação e operação de uma usina eólica não podem ser negligenciados. Ficando explícita a necessidade da localização da usina e a distribuição dos aerogeradores que a compõem serem definidas com base em apurado estudo ambiental (FILHO, 2013).

A simples observação do ambiente ao redor já nos mostra que o regime de ventos muda de acordo com a estação e o local em que se observa. Quando um parque eólico é planejado, deve-se levar em consideração esta inconstância, até mesmo as empresas que pretendem investir na construção de novos parques procuram analisar, antes de qualquer coisa, o regime eólico do local. A velocidade dos ventos também precisa ser considerada, pois a mudança desta induz a uma variação de potência no eixo impossibilitando a geração de energia eólica” (ROMANELLI, 2013).

3.1 Impactos Ambientais

Conforme Filho (2013), são vários os impactos que podem ser causados pela implantação e atividade de um parque de produção de energia eólica:

- **Supressão da Vegetação:** A construção de usinas eólicas pode provocar impactos na fauna e na flora local durante a fase de construção e durante a permanência do empreendimento ou sua exploração, os impactos recorrentes são supressão da vegetação remoção de terra e compactação do terreno por maquinas;
- **Fauna:** Entre os impactos na fauna, a implantação de uma usina eólica pode gerar de forma direta e indireta danos sobre as aves como risco de colisão com os aerogeradores (rotores, pás e torres de suporte); colisão com as linhas de transporte de energia; alteração do sucesso reprodutor; perturbação na migração (mudanças nos padrões de migração); perda de habitat de reprodução e alimentação; alteração dos padrões de movimentação e utilização do habitat devido à perturbação associada à presença das turbinas;
- **Degradação da área Afetada:** As usinas eólicas quando em operação ou em processo de instalação podem degradar consideravelmente a área ocupada, devido ao processo de desmatamento, de topografia, e de terraplenagem, pois é necessária a criação e manutenção de uma rede de vias de acesso para os aerogeradores. Outro impacto é o da introdução de material sedimentar para impermeabilização e compactação do solo, quando da etapa do processo de implantação visando proporcionar o tráfego de veículos sobre a rede de vias de acesso aos aerogeradores, ao canteiro de obras, ao depósito de materiais, do escritório e do almoxarifado.

3.2 Impactos Socioeconômicos

Conforme Filho (2013), os impactos socioeconômicos gerados pela implantação de uma usina de geração de energia eólica podem ser:

- Impacto Visual: Os modernos aerogeradores, com alturas das torres superiores a 100 m e comprimento das pás de acima de 30 m, constituem obviamente uma alteração visual da paisagem;
- Emissão de ruído: Os ruídos mecânicos têm sido praticamente eliminados através de materiais de isolamento. O ruído aerodinâmico é produzido pela rotação das pás gerando um som sibilante que é uma função da velocidade de ponta. Os projetos modernos de usinas eólicas estão sendo otimizados com escopo de reduzir o ruído aerodinâmico. A agência ambiental francesa, *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie* – ADEME, sugere um afastamento mínimo de 250 m entre a torre de eólica e uma residência humana, sendo entretanto, essa distância definida em audiência pública;
- Corona Visual ou Ofuscamento: Corona visual ou ofuscamento é a quantidade de radiação eletromagnética deixando ou chegando a um ponto sobre uma superfície. Pode ser minimizado utilizando pinturas opacas nas torres e pás;
- Interferências Eletromagnéticas: Os aerogeradores, em alguns casos podem refletir as ondas eletromagnéticas. Isso implica que podem interferir e perturbar sistemas de telecomunicações. Os campos eletromagnéticos de turbinas de vento podem afetar a qualidade de rádio e telecomunicações, bem como comunicações de micro-ondas, celular, internet e transmissão via satélite;
- Interferências Locais: “Para a população situada no entorno da área de influência direta, os impactos mais significativos gerados pela execução das obras de construção da usina eólica se relacionam com as interferências locais e as expectativas geradas em razão da efetivação do empreendimento. A implantação causa alguns desconfortos temporários à população residente próxima as obras, bem como pode interferir no cotidiano da comunidade local.

4. SISTEMA DE MICROGERAÇÃO EÓLICA E SUA IMPLANTAÇÃO

Microgeradores eólicos são sistemas de geração elétrica a partir da força dos ventos com potência suficiente para produzir eletricidade para o abastecimento de pequenos consumidores, como casas, comércios ou, até mesmo, um galpão de uma indústria. Microgeradores são

sistemas com potência igual ou de até 75 kW, segundo a Resolução Normativa REN 482/2012 da ANEEL, que foi recentemente alterada pela REN 687-2015.

Sistemas eólicos de pequeno porte estão mais próximos do solo do que grandes aerogeradores. Por isso, o terreno e o entorno da edificação deverão ser analisados antes de definir-se o local exato da instalação. Desse modo, será possível identificar obstáculos que possam influenciar o comportamento dos ventos.

De modo geral, a velocidade do vento aumenta com a altura e depende do que está construído nos arredores. Nas alturas mais baixas, ela é afetada pela fricção do vento com a superfície terrestre. Bosques ou áreas urbanas densas, por exemplo, podem abrandar muito o vento, enquanto áreas abertas, como lagoas, têm influência quase nula. Por isso aerogeradores são normalmente instalados em torres elevadas ou no topo de edificações, mantendo-se distantes de outros edifícios, árvores e eventuais obstáculos.

4.1 Aspectos gerais da implantação do microgerador eólico

O projeto de instalação e de conexão à rede de um micro ou minigerador eólico deve ser realizado por uma empresa com experiência comprovada nessa área e por profissionais devidamente habilitados. É importante informar-se antes sobre a empresa, solicitando referências de outros trabalhos na área de geração elétrica.

O custo da eletricidade tem aumentado ao longo do tempo, enquanto o valor para instalar sistemas eólicos de pequeno porte faz o caminho inverso, diminuindo anualmente. Com a nova regulação da ANEEL, que permite a injeção de energia na rede em troca de créditos em kWh na conta de luz, a geração descentralizada de energia - 37 - tornou-se viável economicamente para consumidores residenciais de quase todo o Brasil.

Esse tem-se tornado um investimento cada vez mais atrativo, porque, após recuperar o investimento inicial, onde o consumidor poderá ter economias significativas no longo prazo. Salientando que um sistema eólico gera energia por pelo menos 20 anos, e a conta de luz poderá ser reduzida para o valor mínimo (custo de disponibilidade).

Além disso, o consumidor contribuirá para reduzir o impacto ambiental de sua residência, empresa ou indústria. Ao consumir a energia que é gerada, o consumidor elimina as perdas ocorridas na transmissão e distribuição. Quando não está consumindo, a energia gerada e injetada passa pela rede da distribuidora. Outra vantagem é a valorização do imóvel, pois essa é uma tecnologia bastante inovadora no Brasil.

Para participar do Sistema de Compensação de Energia o consumidor deve escolher um microgerador eólico que atenda à necessidade energética da edificação na medida certa,

gerando no máximo a energia que é consumida ao longo de um ano ou considerando o uso de créditos para compensação em outras unidades consumidoras que estão em seu nome.

Inicialmente, o instalador verificará o quanto de eletricidade a residência, escritório ou indústria consome em determinado período, para calcular qual deve ser a capacidade do sistema eólico. No entanto, consumidores atendidos em baixa tensão (grupo B) terão de pagar o custo de disponibilidade nos meses em que a geração for igual ou maior que o consumo da rede. Depois, o instalador conhecerá o local onde será instalado o gerador, para avaliar as condições físicas e definir como será o microgerador. Isso inclui a medição de ventos e a escolha do posicionamento que proporcione melhor eficiência. O desempenho de um gerador eólico de pequeno porte deve levar em conta tanto a intensidade e a regularidade dos ventos quanto a continuidade da direção.

4.2 Recomendações e manutenção

Importante sempre verificar a confiabilidade dos fabricantes dos equipamentos a serem utilizados, principalmente os aerogeradores e os inversores. Sugere-se que o instalador utilize somente equipamentos com certificação nacional ou internacional. No Brasil, o principal organismo de certificação nessa área é o INMETRO. Além da qualidade dos equipamentos, o processo de instalação também deve ser observado. E quanto à manutenção, recomenda-se:

- a) Monitorar a produção de energia (via inversor), para verificar e corrigir eventuais falhas de forma rápida;
- b) Verificar periodicamente o sistema, para avaliar se o gerador ou a torre estão com alguma vibração visível;
- c) Monitorar o aparecimento de algum ruído no sistema, para verificar se não houve alguma alteração no padrão;
- d) Em momentos de ausência de vento observar o estado das pás do aerogerador.

5. Considerações finais

- A energia eólica é limpa e não causa grandes impactos ambientais, sendo uma alternativa viável e complementar às outras fontes de energia já utilizadas.
- O Brasil, com um vasto litoral e com uma localização geográfica favorável ao aproveitamento do vento, tem grande potencial para a exploração da energia produzida por meio do vento.
- A tecnologia para a microgeração de energia eólica ainda não é acessível para a maioria dos brasileiros, mas se mostra com uma perspectiva promissora para ser utilizada na zona rural e urbana.

ABEEÓLICA, Brasil chega a 13 gw de capacidade instalada de energia eólica, Mar. 2018.

ANEEL, **Atlas**, 2003.

ASTRASOLAR, “**Geração distribuída no Brasil**,” July 2017.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO - CRESESB (Rio de Janeiro). Ministério de Minas e Energia (Org.). **Energia Eólica - Princípios e Tecnologia**. Rio de Janeiro: Ricardo Dutra, 2010.

CHESF-BRASCEP, 1987. Fontes Energéticas Brasileiras, Inventário/Tecnologia. **Energia Eólica**. V.1 De cata-ventos a aerogeradores: o uso do vento, Rio de Janeiro.

D. CARMO, “Projeto de uma turbina eólica de eixo vertical para aplicação em meio urbano,” Master’s thesis, Dissertação de mestrado (Grau de Mestre em Engenharia Mecânica). **Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa**, 2012.

F. F. L. AMARANTE, O.A.C.; SILVA, **Atlas Eólico do Rio de Janeiro**, 2002.

FILHO, W. P. B. Impactos Ambientais em Usinas Eólicas. 2013, Artigo, **Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais** (Feam), Minas Gerais.

<http://www.energiapura.com/aerogerador-skystream-37-land>. **Aerogerador Skystream Land**. Acesso em: 13 de outubro de 2020.

<http://www.energiapura.com/aerogerador-skystream-37-land>. **Manual Original**. Acesso em: 13 de outubro de 2020.

L. B. M. S. A. L. AMARANTE, O.A.C.; ZACK, **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**, 2001.

NETTO, Altieres Schincariol. Estudo de Viabilidade de Microgeração de Energia Eólica no Campus da UTFPR de Guarapuava. 2017. 92 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Elétrica. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Curitiba, 2017.

O. T.R., “**Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites**,” 2004.

R. DUTRA, B. Montezano, and J. C. E. Ferreira, “**Energia eólica: Princípios e tecnologia** [2008],” CRESESB/Cepel.[Online], 2011.

ROMANELLI, P. Recursos Energéticos e Ambiente – Energia Eólica. 2013, **Escola Superior de Agricultura** “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São

SHEPHERD, D.G.,1994, “Historical Development of the Windmill”. In Wind Turbine Technology – **Fundamental Concepts of Wind Turbine Engineering**, SPERA, S.A, (ed), 1 ed. New York, ASME Press, pp 1-46.

TOCIETE, R. **Análise da eficiência de um sistema eólico isolado**. Campinas, SP. 2002.

PROPOSTA METODOLÓGICA DE COMBATE À POLUIÇÃO HÍDRICA NA BACIA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU

Henrique Antônio Oliveira Araújo¹
Alexandre de Souza Júnior²

RESUMO

A poluição hídrica constitui um problema socioambiental de elevada gravidade, pois, embora a água seja um recurso natural renovável, ela pode tornar-se cada vez mais escassa, haja vista que apenas a água potável é própria para o consumo. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo definir um direcionamento de ações que permitam o combate à poluição hídrica da bacia do rio Piancó-Piranhas-Açu. Assim, utilizou-se da Análise de Cadeia Causal e do Sistema Socioecológico elaborado por McGinnis e Ostrom (2011) como metodologias de análise do problema, sendo possível indicar as reais causas que comprometem a qualidade da água na bacia. Como resultado identificou-se os principais motivos associados ao problema da poluição, como a falta de investimentos em setores estratégicos como saneamento, a falta de conscientização do papel da população na preservação dos recursos hídricos, deficiências de suporte institucional de entidades governamentais e a falta de integração de políticas públicas.

Palavras-chave: poluição hídrica, Análise de Cadeia Casual, Sistema Socioecológico, preservação.

INTRODUÇÃO

A poluição decorre de uma mudança na qualidade física, química, radiológica ou biológica da água causada por atividades antropogênicas, que podem ser prejudiciais ao uso presente e futuro do respectivo recurso hídrico (BILLICH, 2007). Diversos são os fatores que podem levar a degradação da água, sendo classificados em fontes pontuais e difusas. As fontes pontuais são essencialmente afluentes domésticos e industriais, enquanto as fontes difusas são provindas da agricultura, como fertilizantes, fungicidas, herbicidas entre outros (PRADO; NOVO, 2005).

Nesse contexto, Sperling (2005) e Machado (2002), concordam que a poluição pontual decorre de fontes de poluição concentrada no espaço, enquanto a fonte de poluição difusa se dá por caminhos diversos. Também com esse intuito Lima (2001) e Tucci (2000) retratam que o meio urbano está ligado diretamente com as poluições hídricas. Libos et al, (2003) assegura que

¹ Mestrando do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, henrique.zamoura@gmail.com;

² Mestrando do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, alexandrejr5@hotmail.com;

a agricultura contribui para a contaminação dos recursos hídricos, decorrente da lixiviação dos agrotóxicos presentes nas plantações até os mananciais.

Não apenas as atividades agrícolas, industriais e de ocupação urbana provocam alterações na qualidade da água. Hernani et al., (1999) retrata que a erosão contribui para o aumento de nutrientes no corpo d'água, provocando assim a eutrofização do mesmo. Merten et al., (2002) explica que a contaminação hídrica pode também ser provocada por dejetos de animais. Em seus trabalhos, Queiros (2001) retrata que a fonte difusa de mineração pode gerar grandes quantidades de sedimentos que são carregados pelo escoamento superficiais para os recursos hídricos.

Diante disto, existe a necessidade de implementação de instrumentos eficientes de gestão, que busquem um cuidado mais apropriado com as fontes de poluição e promovam uma competente e célere governança na gestão dos recursos.

No contexto da poluição dos recursos hídricos, a Resolução CONAMA N° 357/2005 apresenta-se como um norteador para tratar a problemática em questão, já que a mesma “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”. A resolução considera os corpos d'água conforme o seu nível de qualidade, e garante, assim, que esse recurso estará apto para ser consumido e estará dentro do padrão para consumo humano bem como manterá seu equilíbrio ecológico, ou seja, o controle da poluição tem tudo a ver com a melhoria da qualidade de vida e um meio ambiente sustentável e saudável.

Quando utilizamos o termo "qualidade de água", é necessário compreender que esse termo não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente às características químicas, físicas e biológicas, e que, conforme essas características, são estipuladas diferentes finalidades para a água. Assim, a política normativa nacional de uso da água, como consta na resolução número 20 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), procurou estabelecer parâmetros que definem limites aceitáveis de elementos estranhos, considerando os diferentes usos.

Os corpos de água foram classificados em nove categorias, sendo cinco classes de água doce (salinidade < 0,5%), duas classes salinas (salinidade superior a 30%) e duas salobras (salinidade entre 0,5 e 30%). A classe "especial" é apta para uso doméstico sem tratamento prévio, enquanto o uso doméstico da classe IV é restrito, mesmo após tratamento, devido à presença de substâncias que oferecem risco à saúde humana. A classificação padronizada dos corpos de água possibilita que se fixe metas para atingir níveis de indicadores consistentes com a classificação desejada.

Entre os instrumentos de gestão previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecida pela Lei nº 9.433/1997 no Brasil, os Planos de Recursos Hídricos são documentos que definem a agenda dos recursos hídricos de uma região, incluindo informações sobre ações de gestão, projetos, obras e investimentos prioritários. Além disso, fornecem dados atualizados que contribuem para o enriquecimento das bases de dados da Agência Nacional de Águas (ANA). Outro instrumento da Política utilizada pela ANA, no âmbito do planejamento, é o enquadramento dos corpos d'água, que estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo. Por fim, tem-se também o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), que nada mais é do que amplo sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos, bem como fatores intervenientes para sua gestão.

A bacia do rio Piancó-Piranhas-Açu é a maior da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, com área total de 43.681,50 km², sendo 26.183,00 km², correspondendo a 60% da área no Estado da Paraíba, e 17.498,50 km², correspondendo a 40% da área no estado do Rio Grande do Norte, beneficiando diretamente 147 municípios. A gestão nessa bacia deve ser compartilhada entre a União (ANA) e os Estados da Paraíba (SEMARHCT – Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia e AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba) e Rio Grande do Norte (SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos e IGARN – Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte). Por banhar parte dos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, o rio Piancó-Piranhas-Açu tem grande importância social, econômica e ambiental para significativas áreas dos dois estados.

Cabe à Agência Nacional de Águas (ANA), conforme a Lei 9.984/2000, “definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas”. A responsabilidade de “planejar e promover ações destinadas a prevenir e minimizar os efeitos de secas e inundações, no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos Estados e Municípios”, também é atribuída à ANA por essa lei.

A Resolução ANA nº 687/2004, dispôs sobre o Marco Regulatório para a gestão do denominado Sistema Curema-Açu e estabeleceu parâmetros e condições para a emissão de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos. O Sistema Curema-Açu, para efeito da referida Resolução, foi dividido em seis trechos (Figura 1). De acordo com Lima et al.

(2000), neste sistema encontra-se a única usina hidroelétrica do Estado da Paraíba, a usina hidrelétrica do reservatório de Curema, responsável pela geração de 3,52 MW de energia. As águas, após passarem pelas turbinas de Curema, deságuam no rio Piancó perenizando o rio Piranhas-Açu atingindo o Estado do Rio Grande do Norte. Parte dessa água é utilizada para atendimento às demandas de jusante do sistema: adutora Coremas/Sabugi, irrigação a jusante, inclusive a vazão requerida por Rio Grande do Norte, estabelecida no Marco Regulatório, além das adutoras de São Bento do Brejo do Cruz e adutora de Catolé do Rocha. No reservatório Mãe D'água, têm início o Canal da Redenção, com extensão de 37 km, que têm como objetivo suprir a demanda hídrica do projeto de irrigação Várzeas de Sousa (5.000 ha), na bacia do Rio do Peixe.

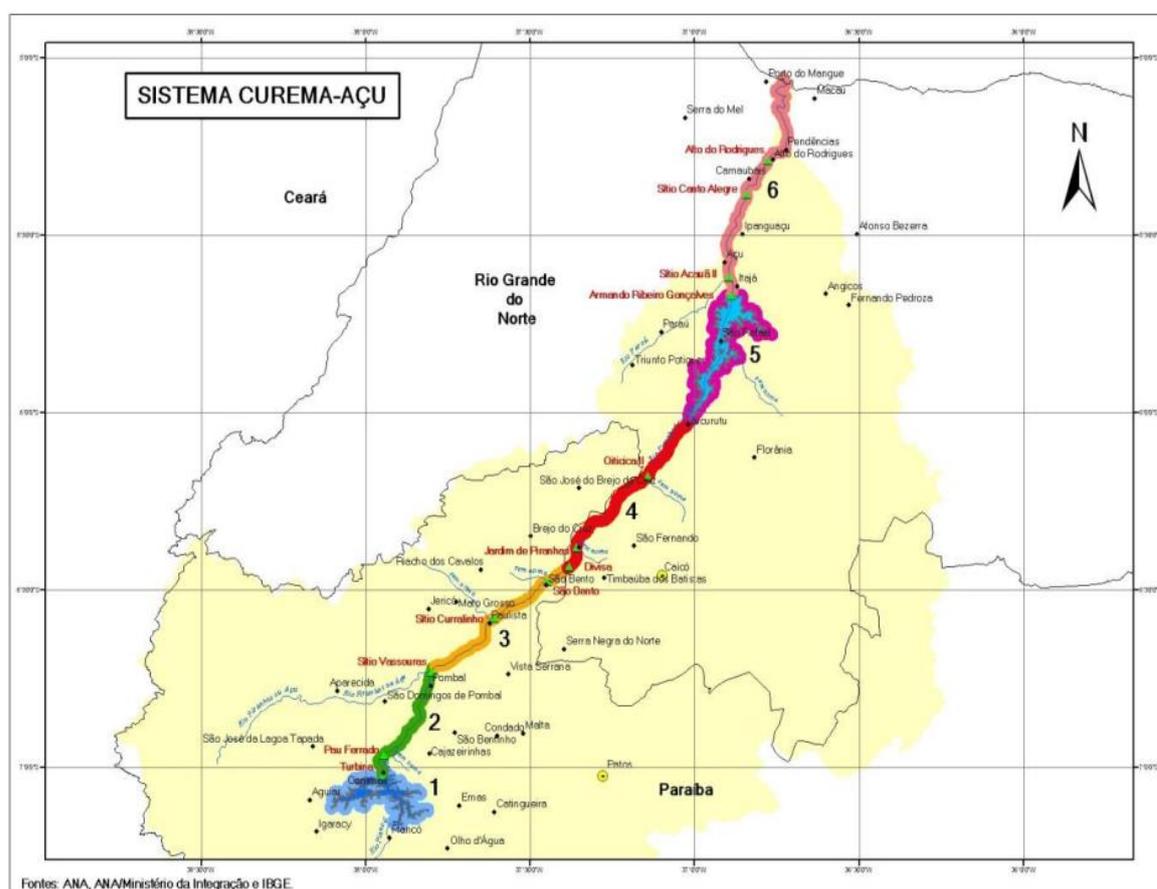


Figura 1 – Bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu (ANA, 2016)

Consoante o PRH Piranhas-Açu (2016), vale destacar que, no contexto do clima semiárido, os rios que formam a bacia hidrográfica são intermitentes. O armazenamento de água para atendimento dos diversos usos é assegurado por diversos reservatórios, de caráter

estratégico (capacidade de acumulação próxima ou superior a 10 hm³), que conjuntamente alcançam mais de 5.000 hm³.

Os reservatórios Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves (com 541,94 hm³, representando 22,6% da capacidade máxima, em 31.05.2016), no Rio Grande do Norte, o Curema (com 48,51 hm³, representando 8,2% da capacidade máxima, em 31.05.2016), o Mãe D'Água (com 76,42 hm³, representando 13,5% da capacidade máxima, em 31.05.2016) e Engenheiro Ávidos (com 20,03, representando 7,9% da capacidade, em 31.05.2016), na Paraíba, correspondem a cerca de 70% da capacidade de armazenamento da bacia. Esses reservatórios são responsáveis pela perenização de trechos de rio a jusante nos quais se desenvolvem diversos usos da água (FREITAS, 2016).

A oferta hídrica é representada não só por esses reservatórios superficiais, mas também por uma grande quantidade de poços e sistemas de captação de água de chuva (cisternas) existentes na bacia. O domínio dos rios e reservatórios da bacia forma uma mescla de corpos de responsabilidade tanto dos Estados, quanto da União, o que demonstra a importância da gestão integrada entre os órgãos gestores de recursos hídricos com atuação na bacia. Pelo lado da demanda, o desenvolvimento do setor agrícola, impulsionado em grande parte pela crescente busca por alimentos, gera demanda de XIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste 5 água para suprir as necessidades naturais das culturas. Com isso, esse setor se configura como um importante usuário de recursos hídricos, cujo comportamento deve ser quantificado para que sejam efetivas as ações de planejamento e gerenciamento (FREITAS & LOPES, 2003).

De acordo com o PRH Piranhas-Açu, a demanda de água (vazão de retirada) para atendimento dos diversos usos na bacia foi da ordem de 41,4 m³/s, enquanto que a vazão de consumo totalizou 23,8 m³/s. Setorialmente, a atividade de irrigação representa demanda de 27,3 m³/s, representando 65,7% da demanda total de consumo da bacia. Observa-se na bacia, dois modelos de irrigação: a irrigação concentrada em perímetros patrocinados pelos governos Federal ou Estadual, e a irrigação difusa, representada por pequenas áreas privadas, em pequenas e médias propriedades, especialmente ao longo dos trechos perenizados e no entorno da bacia hidráulica dos reservatórios.

Em um contexto de baixa disponibilidade hídrica e a ocorrência de rios intermitentes, associados à elevada demanda de água, principalmente para abastecimento humano e irrigação, e à poluição decorrente da precária infraestrutura de saneamento das cidades, tornam a gestão da água na bacia ainda mais desafiadora.

Com relação à contaminação da bacia, entre as principais causas está a falta de saneamento adequado nas cidades ribeirinhas (cujo esgoto é lançado no rio) e a atuação de

empresas agrícolas que, criminosamente, lançam produtos químicos nas águas. Além disso, o rio se encontra num avançado processo de assoreamento, em virtude de práticas agrícolas irresponsáveis e da retirada de areia para a construção civil o que provoca também alterações do traçado do leito do rio Piancó-Piranhas-Açu e prejuízos para as captações de água existentes a jusante. Soma-se a essas questões o desmatamento, impossibilitando o crescimento da mata ciliar, uma vez que os donos de terras que vivem nas margens do rio se utilizam deste impacto para o cultivo desordenado de plantações para alimentação de rebanhos de animais (SALES, 2012; SILVA, 2013).

A ocupação e uso do solo pelas atividades agropecuárias alteram sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais. Estas alterações ocorridas em uma bacia hidrográfica podem ser avaliadas através do monitoramento da qualidade da água. Por meio do ciclo hidrológico, as chuvas precipitadas sobre as vertentes irão formar o deflúvio (escoamento) superficial que irá carrear sedimentos e poluentes para a rede de drenagem. Desta forma, o rio é um integralizador dos fenômenos ocorrentes nas vertentes da bacia, que pode ser avaliado pelos parâmetros de qualidade da água.

O presente trabalho apresenta os aspectos, causas e suas inter-relações de modo a gerar um panorama dos principais problemas e suas soluções, relacionados à poluição hídrica, encontrados na Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu atualmente. Para tanto, foram utilizadas duas metodologias de análise. A primeira, desenvolvida no âmbito do programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - Global International Waters Assessment (GIWA) - UNEP/GEF, é a chamada Análise da Cadeia Causal – ACC (MARQUES, 2002). A segunda, por sua vez, trata de um modelo de análise formado a partir de um sistema socioecológico (SSE) (OSTROM, 2009).

Com as duas propostas de análise, será possível apontar uma série de problemas e soluções acerca do problema da poluição hídrica na bacia do rio Piancó-Piranhas-Açu, sendo possível, desta forma, desenvolver um panorama de atividades que auxiliarão no combate à poluição, que é o objetivo deste trabalho.

Análise da Cadeia Causal

A Análise da Cadeia Causal, proposta por Marques (2002), é construída a partir da identificação das diversas causas (de natureza física, socioeconômica e política) responsáveis por um determinado problema ambiental e o conhecimento de suas inter-relações. Tal modelo foi adotado pelo projeto das Nações Unidas Global International Water Assessment - GIWA,

PNUMA/ GEF, sendo aplicado na Bacia Hidrográfica para o Pantanal, Bacia do Alto Paraguai e Bacia do São Francisco (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003a, b).

O método da ACC pode oferecer subsídios para melhor identificar e compreender os problemas que afetam os ambientes aquáticos, a fim de apoiar os tomadores de decisão na formulação de opções políticas socialmente justas e ambientalmente equilibradas (BELAUSTEGUIGOITIA, 2004). É fundamental que os planejadores envolvidos na gestão dos recursos hídricos procurem entender a complexidade dos processos de mudança em seu sistema (objeto de estudo), incluindo a forma como estes são influenciados por medidas políticas ou fatores externos autônomos (TUJCHNEIDER et al., 2013).

A cadeia causal é constituída de uma série de afirmativas que ligam as diferentes causas de um dado problema ambiental aos seus efeitos (MARQUES & HOGLAND, 2000; MARQUES, 2002). A análise da cadeia causal tem sido utilizada de forma sistemática em anos recentes, para diagnóstico das causas responsáveis pela perda da biodiversidade (STEDMAN-EDWARDS, 1998; WOO et al., 2000). A cadeia causal é basicamente construída através de sucessivas respostas à questão "Por que?" ou "Qual é a Causa?". A investigação sistemática das causas da degradação dos recursos naturais tem sido conduzida com o propósito de identificar e propor medidas mitigadoras da perda de biodiversidade (WOO et al., 2000; STEDMAN-EDWARDS, 1998).

A Análise da Cadeia Causal como instrumento analítico auxilia na identificação: (a) da natureza do problema ambiental; (b) dos efeitos e consequências transfronteiriças decorrentes do problema ambiental, no caso do projeto GIWA; (c) das ligações entre o problema ambiental e suas causas raízes; (d) das barreiras a serem removidas para solução/mitigação do problema e seus impactos. A metodologia da Análise da Cadeia Causal como instrumento de gerenciamento: (a) ajuda no estudo das implicações de diferentes opções políticas sobre o agravamento ou mitigação dos problemas ambientais e; (b) fornece as bases para modelagem, numa fase subsequente de construção de cenários quando problemas ambientais emergentes são detectados (abordagem antecipatória) (MARQUES, 2000).

Sistema Socioecológico (SES)

Ostrom (2009) desenvolveu um modelo de análise de sistemas sócio ecológicos (SES) que permite compreender o processo de formação institucional da política ambiental focado nos recursos de propriedade comum, tentando identificar os elementos universais que qualquer

teoria relevante, para o mesmo tipo de fenômeno, precisaria incluir (PEREIRA, 2013; MCGINNIS; OSTROM, 2014).

No modelo atualizado, os “sistemas de governança” estabelecem condições para as situações de ação focais e apontam as regras e as normas para os “atores”. Estes, por sua vez, participam, “interagem” e propiciam ou geram “resultados” com base também nas condições geradas pelos “sistemas de recursos” às situações de ação do qual os “recursos unitários” são os insumos, estando todos associados a um determinado “sistema social, econômico e político” e a um “ecossistema” (PEREIRA, 2013).

Para Ostrom, não se pode atribuir uma causa única para os problemas de uso indevido dos recursos naturais, e é preciso que se construa sobre os trabalhos empreendidos anteriormente, que cuidadosamente abordaram acerca dos sistemas socioecológicos (SES), das interações entre esses sistemas, e entre SES e sistemas socioeconômicos (OSTROM, 2007).

O SES é constituído por dois níveis de categorias. O primeiro nível apresenta 8 categorias (SCHLÜTER; MADRIGAL, 2012; MCGINNIS; OSTROM, 2014): a) Sistemas de recursos (RS); b) Unidades de recursos, (RU); c) Sistemas de governança (GS); d) Atores (A); e) Interações e resultados (situação de ação); f) Variáveis políticas, econômicas e sociais (S), e g) Variáveis relacionadas aos ecossistemas (ECO). Cada fator ou elemento é apresentado em múltiplas camadas conceituais, que representam seus subcomponentes, e explicitam os processos dinâmicos que ocorrem entre elas dentro de um fluxo de tempo (MCGINNIS; OSTROM, 2010).

A questão essencial é identificar quais variáveis desses múltiplos níveis exercem influência sobre o comportamento dos atores e os resultados sócio ecológicos que são gerados no decorrer do tempo, em domínios ecológicos e sociais específicos (OSTROM, 2007).

METODOLOGIA

Para aplicar a Análise da Cadeia Causal na Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu definiu-se como ponto-chave a poluição hídrica da bacia. Assim, procurou-se relacionar aspectos ambientais que estão associados com a origem do problema. Cada aspecto ambiental é então, relacionado às causas primárias, aqui consideradas como causas técnicas. Estas dizem respeito a processos físicos, químicos ou biológicos que atuam diretamente na geração do problema. Cada causa primária, por sua vez, é conectada com suas causas secundárias, aqui consideradas como causas sociais e econômicas. Estas englobam os contextos demográfico, cultural, social, urbanístico, econômico e educativo.

As causas secundárias, por sua vez, são conectadas às causas raízes, as quais, conforme modelo conceitual apresentado em Marques (2002) abrange causas diversas, de natureza econômica, demográfica/social, tecnológica, política, de conhecimento, fatores de governança e cultural.

Na segunda proposta metodológica, o SES foi utilizado para reunir o conhecimento multidisciplinar da poluição hídrica da bacia, a fim de facilitar a avaliação e identificar combinações de variáveis que afetam as interações e os resultados do sistema. A primeira etapa é a decomposição conceitual das variáveis em classes e subclasses. A segunda é a identificação de subsistemas relativamente independentes, mas que afetam o desempenho uns dos outros. Os subsistemas podem ser divididos em quatro:

1. Sistema do Recurso (RS): um determinado território contendo o recurso comum;
2. Unidade do Recurso (RU): unidade de recurso comum mais utilizado;
3. Usuários (U): conjunto de indivíduos que usam o território (RS) para diferentes propósitos;
4. Sistema de governança (GS): agências governamentais e outras organizações envolvidas na gestão do sistema (RS), suas normas e regras específicas, e como elas são construídas.

Os subsistemas do SES são conectados por um conjunto de interações produzindo um conjunto de resultados que, por sua vez, fornecem feedback aos subsistemas, ecossistemas associados e configurações sociais, econômicas e políticas.

Para identificação e listagem dos problemas, tomou-se como referência o “Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu (2016)” responsável pela articulação dos diversos atores sociais, na perspectiva de construir propostas que promovam o desenvolvimento sustentável e o acesso à água pela população da bacia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, apresenta-se os resultados parciais para a Análise de Cadeia Causal associada à poluição hídrica da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu.

Segundo o Plano de Recursos Hídricos (PRH) da bacia em estudo, foi possível listar alguns fatores que possuem relação direta com a contaminação das águas superficiais e subterrâneas da bacia, como: resíduos sólidos, concentração de população urbana, produção agrícola, mineração e atividades industriais.

De acordo com os dados de monitoramento da bacia, todos os açudes avaliados no Rio Grande do Norte entre setembro de 2008 e agosto de 2011 apresentam valores médios de cobre dissolvido e chumbo total superiores aos limites da classe 2 do CONAMA. Há também estudos na região que registram a preocupação com o risco de contaminação das águas por metais pesados associado a atividades minerárias e industriais na bacia (PEREIRA, 2003; LIMA, 2010).

Para as atividades agrícolas, as estratégias para redução da poluição devem ter como meta a redução do deflúvio superficial, a redução do uso de agroquímicos e o manejo adequado dos efluentes produzidos pelos sistemas de criação de animais em confinamento. As práticas relacionadas com a redução do deflúvio superficial são baseadas na melhoria da qualidade da estrutura do solo e, conseqüentemente, na qualidade do sistema poroso. Isso possibilita que as taxas de infiltração se mantenham elevadas e, com isso, o volume escoado é reduzido. Uma vez formado o deflúvio superficial, é possível reduzir a sua potência hidráulica através da construção de barreiras físicas que cortam a direção de fluxo do deflúvio através da implantação de terraços ou cordões vegetados.

A situação da bacia em relação ao esgotamento sanitário é bastante crítica, uma vez que 58% da sua população urbana tem atendimento por rede exclusiva para a coleta de esgoto, mas apenas 29% possui cobertura de tratamento dos efluentes produzidos. A ausência de tratamento dos esgotos coletados implica despejo dos efluentes sanitários nos sistemas hídricos da bacia.

Também de acordo com o PRH, a eutrofização é um dos principais problemas na bacia. Entre o conjunto de 50 reservatórios com dados de monitoramento do parâmetro fósforo, a distribuição de resultados das análises mostrou que apenas 2 (Beldroega e Passagem das Traíras) apresentaram valor para a mediana igual ou inferior ao padrão de 0,03 mg/L, que é o padrão aplicável às águas de classe 2 em ambientes lênticos. Na bacia, a origem do fósforo está relacionada principalmente ao lançamento de esgotos sem tratamento e às atividades agrícolas. Há a ocorrência de práticas agrícolas nas áreas no entorno dos reservatórios e nas faixas marginais dos cursos d'água, legalmente destinadas a Áreas de Preservação Permanente.

Assim, conforme o que foi abordado, a cadeia causal de poluição foi iniciada com os seguintes aspectos ambientais: esgoto doméstico, efluentes industriais, resíduos sólidos, agricultura e mineração (Figura 2).

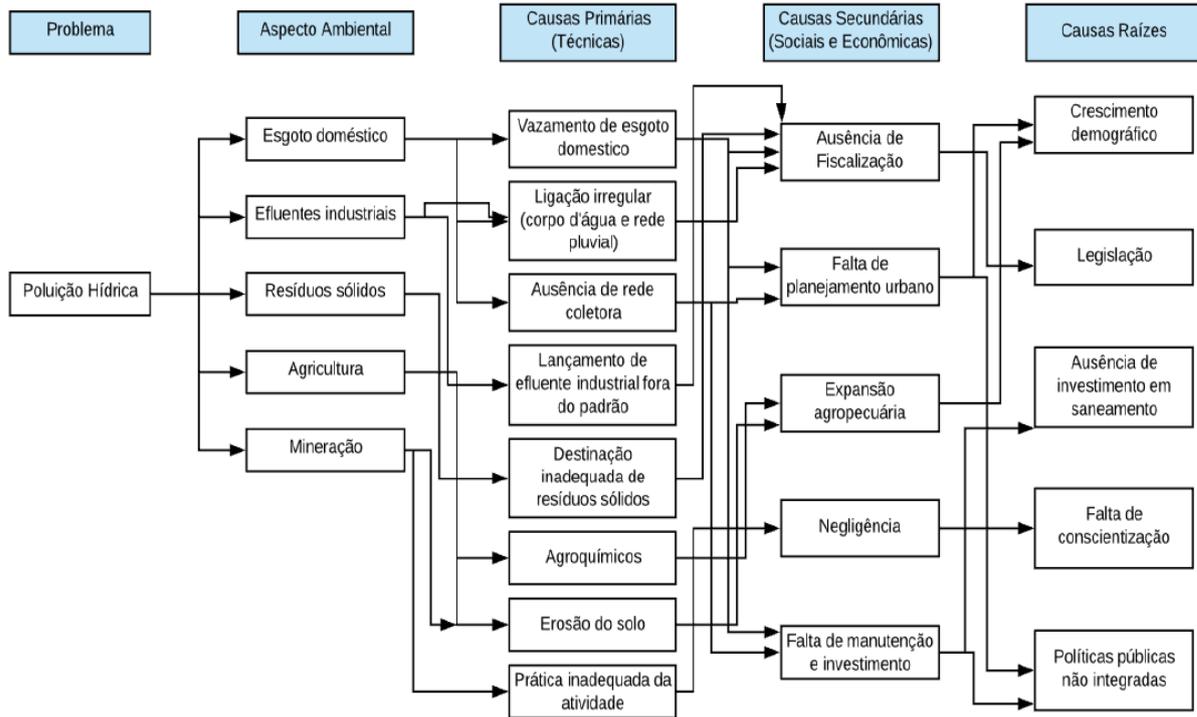


Figura 2 – Cadeia causal de poluição hídrica da bacia do rio Piancó-Piranhas-Açu

Percebe-se pela Figura 2, a existência de 5 causas raízes. A primeira é o crescimento demográfico, que, segundo o PRH, a taxa média de crescimento populacional da bacia no período 2000-2010 foi de 0,61% a.a. Em 2016, quando o Plano foi elaborado, estima-se que a população da bacia tenha atingido cerca de 1.450.000 habitantes.

A segunda causa raiz trata da legislação, pois tanto o Brasil quanto os Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte possuem uma rica legislação ambiental, entretanto observa-se deficiência na implementação e fiscalização da mesma. Isso acaba reduzindo a efetividade da aplicação das leis e atos normativos, implicando diretamente na qualidade ambiental do recurso natural.

A terceira causa refere-se à falta de investimento em saneamento. Como já dito, apenas 29% da população possui cobertura de tratamento dos efluentes produzidos. Na quarta causa tem-se a falta de conscientização por parte da população, já que a ação antrópica é a principal responsável pela poluição da bacia.

Por fim, a quinta causa traz a importância de se ter uma integração nas políticas adotadas para assegurar o desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos. É importante que essa gestão seja descentralizada e conte com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

Quanto ao sistema socioecológico (SES) (Quadro 1), proposta elaborada por McGinnis e Ostrom (2011), pôde-se refletir, de forma geral, sobre a gestão dos recursos na área estudada.

Quadro 1 – Análise do SES da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu

Sistemas Sociais, Econômicos e Políticos Associados (S)	
Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA	
Sistema de Recursos (RS)	Sistemas de Governança (GS)
Abrange uma área de 43.000 km ²	Lei nº 9.433 - Política Nacional de Recursos Hídricos
Localizada no semiárido do nordeste brasileiro	Comitê da Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu
Recursos hídricos	Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)
No Rio Grande do Norte, drena 32,8% do território e representa 67,1% do volume total das águas superficiais	Agência Nacional de Águas (ANA)
Na Paraíba, drena 46,15% do território e corresponde a 40,5% do volume total das águas superficiais	Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte
Precipitações médias variando entre 400 e 800 mm anuais	Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Ciência e Tecnologia da Paraíba e do Rio Grande do Norte (SEMARH/PB e SEMARH/RN)
Cobertura vegetal predominante é a caatinga hiperxerófila herbáceo-arbustiva	Agência Executiva de Gestão da Água do Estado da Paraíba (AESA)
	Instituto de Gestão da Água do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN)
	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS)
Recursos Unitários (RU)	Atores (A)
Os principais usos da água na bacia são para irrigação (65,7%), aquicultura (23,6%), abastecimento humano (7,6%), industrial (1,6%) e pecuária (1,5%) (ANA, 2014)	População de aproximadamente 1.552.000 habitantes
96% da população tem acesso a água potável na Paraíba e 92% no Rio Grande do Norte	147 municípios: 100 no Estado da Paraíba e 47 no Estado do Rio Grande do Norte
A barragem Armando Ribeiro Gonçalves, maior reservatório de água do Estado do Rio Grande do Norte	Poder público, a sociedade civil e os usuários de água
O sistema de reservatórios Curema-Mãe D'água, no Estado da Paraíba	

Situações de ações focais: Interações (I) ↔ Resultados (O)	
Promover eficiência do uso da água	Uso, conservação e padrões de cultivo do solo;
Definir mecanismos de solidariedade ou transferência orçamentária do nível federal ou de outros estados	Proteção da água de contaminação por esgoto
Investir em monitoramento e modelagem	Investimentos e desenvolvimento sustentável
Investimento em pessoal que viabilize a fiscalização	Maior monitoramento e aplicação de sanções
Educar e conscientizar os municípios, agricultores, cidadãos e outros atores	
Compartilhamento de informações	
Ecossistemas Associados (ECO)	
Padrões de Poluição	

A configuração do SES no qual está inserido a bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu mostra que a bacia possui, ao menos na teoria, meios para promover articulação e governança eficientes, porém, na execução e aplicação, existem falhas que podem causar consequências e impactos tanto no presente como nas gerações futuras. Entretanto, foi notado também que tais lacunas, com um maior incentivo e participação, podem ser preenchidas de forma eficiente e transparente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo o direcionamento de ações de combate à poluição hídrica que devem ser empregadas na bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu, de modo a torná-las mais eficientes e eficazes, buscando o envolvimento do poder público e da sociedade civil proporcionando ganhos perceptíveis à população e à qualidade ambiental. Por sofrer com a alta degradação, a bacia necessita impreterivelmente de ações de recuperação e conservação, visando sua revitalização. É inegável a existência de um potencial de incremento do uso da água e a ampliação das cargas poluidoras, condições nas quais os conflitos se multiplicam e a qualidade da água é mais comprometida. Além disso, a bacia pode continuar altamente vulnerável aos eventos climáticos, secas e enchentes, que periodicamente assolam a região.

Sendo assim, duas metodologias foram propostas no intuito de avaliar e apresentar possíveis causas e soluções que envolvem a situação crítica de poluição da bacia: a Análise da

Cadeia Causal e o Sistema Socioecológico. O uso das duas metodologias permitiu o conhecimento aprofundado dos problemas da bacia. Como resultado, foram identificadas as causas raízes recorrentes para os problemas da bacia, podendo-se citar a falta de investimentos em setores estratégicos como saneamento, a falta de conscientização do papel da população na preservação dos recursos hídricos, deficiências de suporte institucional de entidades governamentais e a falta de integração de políticas públicas.

REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional de Águas. Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos. Caderno de capacitação em recursos hídricos, vol. 7. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2014/CadernosdeCapacitacaoemRecursosHidricosVol7.pdf>, último acesso em: 01 de maio de 2020.

ANA/GEF/PNUMA/OEA. (2003) Implementação de práticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e Bacia do Alto Paraguai. Resumo Executivo. Brasília: ANA, 2003^a.

BELAUSTEGUIGOITIA, J.C. (2004). Causal chain analysis and root causes: the GIWA approach. *Ambio*, v. 33, p. 1-2.

BILICH, M. R. (2007) Ocupação das terras e a qualidade da água na microbacia do ribeirão Mestre D'Armas, Distrito Federal. Brasília, 134p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária), Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília-DF, 2007.

FREITAS, M. A. S., LOPES, A. V. (2003). “A Avaliação da Demanda de Água para Irrigação: Aplicação à Bacia do Rio São Francisco” in *Anais do XIII CONIRD*, Juazeiro, 2003.

FREITAS, M. A. S. (2016). “A bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu face à seca de 2012-16” in *Anais do XIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*, Aracaju, 2016.

GIWA. Global International Waters Assessment Methodology. <http://www.giwa.net>. 2002.

LIBOS et al. (2003) Modelagem da Poluição não Pontual na Bacia do Rio Cuiabá Baseada em Geoprocessamento – RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos - Volume 8 n.4 Out/Dez 2003, 115-135.

LIMA, E. B. N. R. (2001) Modelagem Integrada para Gestão da Qualidade da Água na Bacia do Rio Cuiabá. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ.

MACHADO, R. E. (2002) Simulação de Escoamento e de Produção de Sedimentos em uma Microbacia Hidrográfica Utilizando Técnicas de Modelagem e Geoprocessamento - Piracicaba–SP. 154 p. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura Luis de Queiros.

MARQUES, M. (2002) Causal Chain Analysis Methodology for the Global International Waters Assessment Project GIWA UNEP/GEF. March 2002. 30 p.

MARQUES, M., HOGLAND, W. GIWA (2000) Methodology Testing in the Baltic Region: Causal Chain Analysis. Report (www.giwa.net). December 2000. 180 p.

MCGINNIS, M. D.; OSTROM, E. (2014) Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. Ecology And Society, v. 19, n. 2, p.1-12. Resilience Alliance, Inc.

MCGINNIS, M. D.; OSTROM, E. (2011) SES Framework: Initial Changes and Continuing Challenges. Workshop in Political Theory and Policy Analysis, Indiana: Indiana University.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. (2002) Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent. Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002.

OSTROM, E. Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

PEREIRA, M. A. (2013). Gestão de recursos comuns no entorno de áreas protegidas: ação coletiva e desenvolvimento rural no sistema socioecológico do Parque Nacional da Serra da Bodoquena – MS. Tese de Doutorado; Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-

Graduação em Desenvolvimento Rural, Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2016.

PRADO, R. B., NOVO, E. M. L. M. (2005) Aplicação de geotecnologias na modelagem do potencial poluidor das sub-bacias de contribuição para o reservatório de Barra Bonita – SP relacionado à qualidade da água. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, Goiânia, Brasil, Anais ..., INPE, p. 3253-3260.

QUEIROS, J. E. N. (2001) Técnicas de geoprocessamento aplicadas ao estudo de bacias hidrográficas – O caso da bacia do rio Piracicaba, Belo Horizonte, n. p.24 – Monografia (especialização), Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Cartografia.

Resolução ANA nº 687/2004.

SALES, M. L. S. (2012) (Re)Conhecendo a Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu: Aspectos Naturais e Antrópicos. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural de Semiárido.

SCHLÜTER, A.; THEESFELD. (2010) Insa. The grammar of institutions: The challenge of distinguishing between strategies, norms, and rules. *Rationality and Society*, v.22, n.4, p. 445–475.

SILVA, G. G. S. (2013) Ocorrência de poluição do Rio Piranha-Açu na região do Sertão Paraibano. Trabalho de Conclusão de Curso; Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Paraíba.

SPERLING, E. V. (2005) Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 3 ed. v.1 Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 452p.

STEDMAN-EDWARDS, P. (1998) Root Causes of Biodiversity Loss – An Analytical Approach. World Wide Fund for Nature WWF. 1998. 86 p.

TUCCI, C. E. M.; et al. (2000) Cenários da Gestão da Água no Brasil: Uma Contribuição para a Visão Mundial da Água. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 5, n. 3, Jul/Set 2000, 31-43.

TUJCHNEIDER, O.; CHRISTELISB, G.; VAN DER GUN, J. (2013). Towards scientific and methodological innovation in transboundary aquifer resource management. Environmental Development, v. 7, p. 6-16.

WOOD, A., STEDMAN-EDWARDS, P., MANG, J. (Ed). (2000) The Root Causes of Biodiversity Loss. Earthscan Publications Ltd, London, ISBN 1 85383 6990. 2000. 399 p.



RELATO DE EXPERIÊNCIA SOBRE UM CURSO DE EXTENSÃO EAD PARA FORMAÇÃO CONTINUADA EM EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

Roberta Chiesa Bartelmebs ¹
Maria Milena Tegon Figueira ²

RESUMO

Este artigo trata de um relato de experiência referente a oferta de um curso de extensão para Formação em Ensino de Astronomia na modalidade à distância (EaD). O curso teve duração de 20h, tendo iniciado em julho e finalizado em agosto de 2020, sendo ofertado à professores da Educação Básica e aos alunos da Universidade como atividade formativa. Neste artigo apresentamos a estrutura do curso e os principais resultados construídos a partir da Análise Textual Discursiva (ATD) sobre os relatos dos participantes acerca de suas vivências na Educação em Astronomia, bem como sua avaliação sobre o curso. Com base nos resultados, foi possível perceber que mesmo num momento desafiador como este, causado pela pandemia do Covid-19, professores e alunos se engajaram para aproveitarem a oportunidade e aprimorarem seus conhecimentos científicos e didáticos sobre o ensino de Astronomia na Educação Básica.

Palavras-chave: Educação em Astronomia; Educação a Distância; Ensino Fundamental I.

INTRODUÇÃO

No ano de 2020, durante as restrições sociais impostas pela COVID-19, foi ofertado o curso de extensão Formação para o Ensino de Astronomia³ na modalidade de Educação à Distância (EaD). Este curso foi resultado da conexão entre as ações de um projeto de pesquisa, um projeto de ensino e ações extensionistas desenvolvidos na Universidade Federal do Paraná (UFPR).

O objetivo do curso foi o de promover formação continuada, na modalidade de curso de curta duração, para os professores do Ensino Fundamental e alunos de Licenciaturas interessados.

No início do ano de 2020, a Secretaria de Educação de um município do Oeste do Paraná, procurou a UFPR para a oferta de cursos de formação continuada aos docentes de

¹ Professora na Universidade Federal do Paraná – UFPR – Setor Palotinaroberta.bartelmebs@ufpr.br;

² Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas na Universidade Federal do Paraná – UFPR – Setor Palotina, milenategon@gmail.com;

³ Este artigo é resultado de um projeto de Licenciar (Ensino) e de um projeto de Pesquisa.



Ciências. A princípio, este curso estava previsto para ser ofertado na modalidade presencial. No entanto, diante do cenário imposto pela pandemia, optamos pela oferta na modalidade EaD de um curso de curta duração que contemplasse um dos temas solicitados pelos docentes: Formação em Astronomia.

Este artigo visa apresentar e discutir os resultados desse curso de extensão. Para tanto, o artigo foi estruturado da seguinte forma: O primeiro tópico aborda argumentos teóricos da área de Ensino sobre a Educação em Astronomia e a formação docente. Já no segundo tópico apresentamos a estrutura metodológica e didática do curso. No tópico seguinte exibimos alguns resultados decorrentes da participação das professoras e dos professores em nosso curso com base em seus relatos utilizando a metodologia de Análise Textual Discursiva (ATD).

Por último, trataremos nas considerações finais, de algumas ideias que foram proporcionadas a partir da reflexão sobre os dados que o Curso nos permitiu visualizar tanto sobre a formação dos nossos professores de Ciências quanto da nossa própria prática metodológica na ação extensionista.

METODOLOGIA

O Curso de Extensão Formação em Ensino de Astronomia, foi ofertado na modalidade EaD como um Curso Online Aberto e Massivo (MOOC). Utilizamos a plataforma gratuita do *Google Class Room*. As vídeo-aulas foram gravadas e editadas, sendo disponibilizadas via *Youtube*. Os materiais do curso foram criados sob a licença *Creative Commons* de Atribuição-Não Comercial CC By-NC. Por se tratar de um MOOC, o ambiente ainda está disponível para quem desejar continuar no curso e também para novos participantes.

O curso teve duração de 20h, tendo iniciado em julho e finalizado em agosto de 2020. O curso foi bastante flexível, pois os participantes podiam criar seu próprio itinerário de estudos, com o dever de apenas cumprir todas as atividades avaliativas para ter direito ao respectivo certificado.

Logo abaixo, no Quadro 1, apresentamos uma síntese dos 14 tópicos do curso e o devido detalhamento das atividades em cada etapa.



Quadro 1 - Estrutura do Curso

Tópico	Atividade
História da Astronomia	Videoaula Material de leitura complementar
As ideias dos alunos e o Ensino de Astronomia	Videoaula Material de leitura complementar Atividade avaliativa
História dos calendários	Videoaula Calendário cósmico (vídeo) Material de leitura complementar
Sistema Solar	Valentina Visita o Sistema Solar (Youtube) Videoaula Sistema Solar ao vivo (solarsystem.nasa.gov) Material de leitura complementar
Estações do ano	Videoaula Material de leitura complementar Atividade avaliativa
Fases da Lua e Eclipses	Videoaula Material de leitura complementar Atividade Avaliativa
Movimento aparente do Sol	Videoaula Material de leitura complementar Questões OBA com resoluções
Atmosfera	Materiais do Youtube devidamente referenciados com explicações sobre as camadas da atmosfera
Pontos Cardeais	Materiais do Youtube, devidamente referenciados, com ideias para trabalhar em sala de aula o tema pontos cardeais
Constelações	Apostila produzida pela UFRGS Apostila produzida pela UFMG Tutorial Stellarium (vídeo Youtube) Questões resolvidas da OBA Vídeo sobre evolução estelar (produção de aluna UFPR) Roteiro de jogos sobre as Constelações (produção aluna UFPR)
BNCC	Breve apresentação dos conteúdos de Astronomia presentes na BNCC para o Ensino Fundamental I
Questões OBA	Material com questões, resoluções e explicações com base nos conteúdos da BNCC que estiveram presentes na OBA (2018-2019)
Atividades práticas	Videoaula sobre montagem de telescópio equatorial Videoaula de minifoguetes Apostila mini foguetes (produção aluno UFPR) Atividade avaliativa

Fonte: Dados dos autores, 2020



A princípio, o foco das atividades didáticas do Curso teve como objetivo abordar a história da Astronomia, com a pretensão de estabelecer pontes entre a área da história da Ciência e a sala de aula. Foram incluídos temas recorrentes no Ensino Fundamental: Estações do ano, sistema solar, fases da Lua e eclipses. Além disso, incluímos também temas como atmosfera, pontos cardeais e constelações por se tratar de temas que os professores de Ciências que nos procuraram inicialmente, solicitaram em nossa conversa inicial. Ademais, com base nas informações coletadas nas inscrições, verificamos a necessidade de abordar também alguns pontos para preparar os participantes à aplicação das provas da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA).

Por fim, o último tópico do curso teve o propósito de sugerir atividades práticas nas suas aulas de Ciências. Essa etapa contou com participação de dois professores extensionistas da UFPR, os quais colaboraram com as aulas sobre construção de minifoguetes e montagem de telescópios.

REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Langhi e Nardi (2012), a Astronomia foi inserida no currículo da Educação Básica após a reforma educacional de 1996, quando entra em vigor a Lei de Diretrizes e Bases (LDB 9394/96). Os autores ainda ressaltam que para que o professor possa trabalhar com conteúdo de Astronomia em suas aulas, existem necessidades inerentes de formação específica para a área.

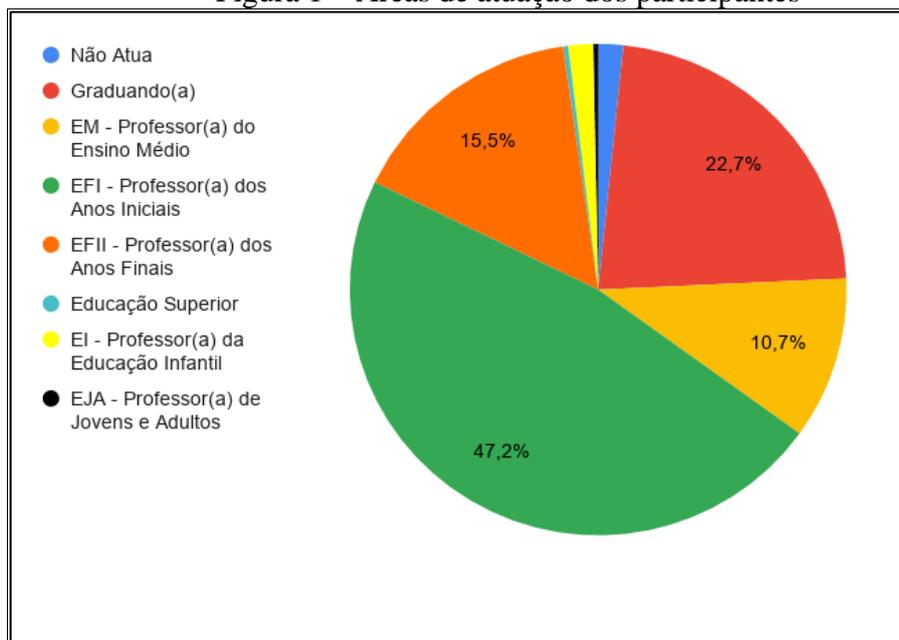
As pesquisas na área da Educação em Astronomia têm demonstrado que ainda existem muitas defasagens, principalmente, a respeito da formação inicial e continuada de professores (LANGHI, 2009, LEITE, 2002, HOSUME E LEITE, 2009). Essas pesquisas de forma geral denunciam o atual cenário da educação em ciências, por um lado conteúdos curriculares estão construídos historicamente dentro de uma ideia de ciência cumulativa e neutra, que precisa apenas ser transmitida ao aluno. Somado isso, os professores licenciados e pedagogos não tiveram, de modo geral, sua formação inicial voltada para a construção de diferentes habilidades para o trabalho com as ciências que constituem o currículo. A associação desses dois fatores afeta o ensino de Astronomia de forma significativa, sendo esse tema trabalhado nas escolas, em geral, de forma superficial, descontextualizado e dissociado do processo histórico evolutivo dos conceitos Astronômicos.

Por isso a importância da formação inicial e continuada de professores. Conforme apontam pesquisas de Langhi (2009), muitas vezes, o que os professores sabem sobre os conteúdos das séries nas quais trabalham, provêm de sua própria formação escolar. Nesse sentido, a formação continuada precisa identificar esse conhecimento prévio dos professores e a partir deles possibilitar reconstrução e ressignificação dos conteúdos aprendidos e ensinados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O curso teve um total de mais de 300 pessoas inscritas. No entanto, neste artigo vamos apresentar especificamente o material dos participantes que cumpriram todos os requisitos para receberem seu certificado, que totalizou 86 participantes, até final de agosto de 2020. Na figura a seguir, apresentamos o perfil dos participantes do curso.

Figura 1 – Áreas de atuação dos participantes



Fonte: Dados dos autores (2020).

Durante todo o Curso, as professoras e os professores participantes puderam interagir com a professora e tutores via mensagens na plataforma de ensino escolhida. No término do Curso, disponibilizamos um formulário de avaliação no qual os participantes deveriam avaliar tanto os conteúdos quanto a metodologia utilizada no Curso. Esses serão os dados que vamos apresentar a partir da nossa análise realizada com a ATD (MORAES, GALIAZZI, 2006).

De modo geral, a ATD é uma metodologia muito rica, que possibilita ao pesquisador impregnar-se de seus dados, para então, a partir da desconstrução do *corpus* de análise, iniciar uma reconstrução discursiva. O *corpus* de análise, neste caso, foram as respostas dos



participantes ao questionário final. Basicamente, na ATD, seguimos alguns passos que serão descritos a seguir: Unitarização e categorização.

No primeiro processo, o de unitarização do *corpus* de análise, foram elaboradas 315 unidades de significados. O segundo movimento, que é o da criação das categorias iniciais, nos levou a 38 categorias. Na tabela 1 apresentamos apenas as categorias intermediárias e finais do estudo por serem em menor número e de melhor visualização em uma tabela.

Tabela 1 - Categorias Intermediárias e Finais

Categorias Intermediárias	Categorias Finais
Int. 01 - Impacto do Ensino de Astronomia nos alunos Int. 02 - Apontamentos dos participantes sobre o Curso de Extensão Int. 03 - Estratégias metodológicas que os professores utilizam para ensinar Astronomia Int. 04 - Apontamentos acerca da formação dos professores para Educação em Astronomia Int. 05 - Experiências Curriculares relativas à OBA e outras atividades Int. 06 - Conteúdos e currículo Int. 07 - Apontamentos sobre as dificuldades dos professores com Ensino de Astronomia	CF 1 - Avaliação dos participantes do Curso de Extensão e suas principais dificuldades no Ensino de Astronomia CF 2 - As estratégias metodológicas dos professores e seu impacto entre os alunos da Educação Básica CF 3 - A formação dos professores, o currículo e as experiências extra-classe

Fonte: Dados dos autores (2020).

Na categorização intermediária, criamos metatextos para cada categoria. Os metatextos permitem uma leitura mais profunda de todas as respostas dos participantes do curso em busca de novas compreensões sobre a Educação em Astronomia. Ao elencarmos o grupo de sete categorias intermediárias, estabelecemos uma maior aproximação entre os temas apontados pelos participantes. Após realizarmos a categorização final, num movimento de maior aproximação das categorias anteriores, novamente estruturamos metatextos, porém mais abrangentes que os anteriores. As três categorias finais que emergiram da análise são demonstradas a seguir.

AVALIAÇÃO DOS PARTICIPANTES DO CURSO DE EXTENSÃO E SUAS PRINCIPAIS DIFICULDADES NO ENSINO DE ASTRONOMIA

Com relação ao Curso, todos os apontamentos foram positivos, se referindo a qualidade do material apresentado nas aulas, e a facilidade em inserir algumas práticas em suas aulas. Destacamos os trechos a seguir da planilha de avaliação do curso que se referem a esses apontamentos:



“Aprendi muito nesse curso, compreendi vários conceitos e como trabalhar e ensinar esses conhecimentos científicos”.

“Participar do curso foi uma experiência enriquecedora, se mostrou acessível e com um cuidado em abordar o tema de forma que todos possam compreender, além de sugerir atividades que são fáceis de serem replicadas pensando na realidade de muitas escolas”.

Muitos professores sentiram-se motivados a inserirem temas de Astronomia em suas aulas, e alguns relatam uma mudança de compreensão sobre como ensinar Astronomia em suas aulas da mesma forma como ocorreu com Langhi e Silva (2018), que relatam mudanças das práticas de docentes da Educação Infantil e Ensino Fundamental, a partir da participação em cursos de formação continuada de Educação em Astronomia. o relato de uma professora a seguir foi selecionados para ilustrar este ponto:

“Esse curso foi muito significativo para mim, mudou minha relação com a astronomia, eu abordava os temas relacionados por obrigação porque não entendia direito e achei que não gostava do tema. Mas, aprendi o tanto que não aprendi em 40 anos de vida. E não tenho mais medo de não saber e de dar aulas rasas no senso comum sem fundamentação e conceito. Vou aplicar tudo que aprendi e adaptar para minhas turmas e me empolguei para fazer jogos e tudo mais... Antes eu dava qualquer texto para leitura sem contexto, figuras estereotipadas...”.

Uma das possibilidades mais significativas de um curso de formação continuada, mesmo que de curta duração, é a de permitir ao professor revisitar suas próprias concepções. De acordo com estudos anteriores (BARTELMES, 2016), percebemos que, quando o docente questiona sua forma de ver a ciência, ele paulatinamente também altera sua forma de ensiná-la. Há uma estreita relação entre as concepções epistemológicas e as concepções didáticas e metodológicas dos professores (HARRES et al, 2008).

Assim como apontam as pesquisas de Langhi (2009), os docentes possuem diversas dificuldades para ensinarem conteúdos de Astronomia em suas aulas. Uma das principais dificuldades apresentadas pelos professores participantes do curso refere-se a insegurança de trabalhar com temas de Astronomia. Como não há uma formação específica para esta área, mesmo entre os docentes formados nas áreas de Ciências ou Física, muitos conteúdos lhes causam ansiedade.

“Muitos professores têm grandes dificuldades nesse conteúdo, em alguns momentos também tenho, é muitas vezes preciso ir mais a fundo para ter mais segurança e garantir uma aula mais significativa e o curso possibilitou ampliar e compreender melhor os aspectos envolvidos no tema”.

“Infelizmente, por insegurança, não trabalho astronomia com meus alunos. Sou professora do município, mas não me sentia segura para trabalhar com o ensino de ciências”.

“No primeiro ano que ministrei aulas de astronomia no ensino fundamental foi bastante difícil, pois não tinha conhecimento suficiente para buscar a atenção dos alunos, levar curiosidades importantes para a sala de aula”.

“Em minhas aulas sempre trabalhei o conteúdo do livro didático de uma forma bem superficial, porém depois deste curso com certeza as minhas de astronomia serão totalmente diferentes e vou conseguir preparar melhor meus alunos para as futuras provas da OBA”.

O pouco tempo curricular destinado a Astronomia também foi outro fator relatado pelos docentes. E, os docentes relataram sua dificuldade em encontrar materiais confiáveis e de boa qualidade para trabalharem com seus alunos.

“Agora com a base que tive nesse curso, ficou mais fácil de entender e quando eu precisar, já sei onde procurar material e ajuda”.

“Aprendi muito com este curso e agora tenho materiais riquíssimos para desenvolver atividades em sala de aula”.

AS ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS DOS PROFESSORES E SEU IMPACTO ENTRE OS ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Grande parte dos participantes já havia desenvolvido algum dos temas com os alunos e relataram que não se sentiam seguros para trabalhar de forma prática certos temas de Astronomia. No entanto, com as crianças pequenas, os professores em geral elaboram atividades que permitem a criação de brinquedos, como foguetes e planetas, conforme explicitado no extrato a seguir:

“Já desenvolvi um mini planetário em minha escola, pois é um tema que os alunos têm muitas curiosidades. Foi bem legal, meus alunos se empenharam e realizaram um lindo projeto”.

“Eu, já fiz oficinas sobre os planetas e sobre a história de vida de Marcos Pontes, fizemos o sistema planetário e colocamos "roupas" de astronautas em boneco com papel alumínio e copinho transparente (recicláveis)”.

“Ano passado meus alunos de 3 anos estavam bem interessados em ir para o espaço, e não sabia direito como trabalhar esse assunto de maneira lúdica, fizemos pesquisas e montamos vários cenários e um foguete de papelão onde eles poderiam entrar neste e empurra-lo até o próximo cenário fingindo terem voado, fizemos roupas de astronautas, lunetas”.

Os alunos quando entram em contato com temas relacionados à Astronomia costumam apresentarem bastante interessados nas aulas. Os professores relatam que tiveram experiências positivas com seus alunos ao apresentarem temas da Astronomia em aula. Muitas vezes os alunos solicitam que o (a) professor (a) repita a atividade. Especialmente nos anos iniciais, a ludicidade que o tema proporciona cria um ambiente propício à criatividade e experiência estética dos alunos com relação à Astronomia, conforme extrato a seguir:

“Os alunos receberam muito bem os conteúdos, sempre foram muito curiosos e elaboravam muitas perguntas”.

“Foi uma experiência incrível, os alunos amam o tema e chegam super empolgados, trazendo mil curiosidades e questões para as aulas”.

“Quando lecionei ciência para uma turma de 4º ano do fundamental, o trabalho com astronomia foi o que mais me encantou e despertou a curiosidade dos estudantes”.

“As aulas começaram a ficar ricas em conhecimento, os alunos sentiram isso e percebi que começaram a gostar mais e ter mais interesse - já que é um assunto que eles gostam muito”.

E mesmo quando o docente relata sentir-se com dificuldades com relação ao conteúdo, percebe que os alunos sentem-se bastante motivados pelo tema:

“Eu ministrei aula deste conteúdo apenas uma vez. Na ocasião a minha maior dificuldade era o pouco conhecimento sobre o assunto, visto que era acadêmica ainda. Dos alunos, não lembro a dificuldade, ao contrário, eles amavam as aulas”.

Percebemos que, muitos professores utilizam-se dos materiais didáticos disponíveis na escola. O livro didático foi bastante citado, mas há também a procura por materiais na *internet*:

“[...] como não entendia e o conteúdo fazia parte da programação usei o senso comum, usei figuras estereotipadas, os alunos não aprenderam nada e eu fingi que ensinei e estou muito, mas muito feliz com as aprendizagens desse curso que vai mudar minha prática de pesquisa em sala de aula com certeza”.

“Mas quando utilizamos recursos concretos, a percepção se torna mais fácil de se compreender como exemplo: Os próprios estudantes realizarem o movimento. Ou ainda com bolas de isopor e fonte de luz representando o Sol”.

“A minha dificuldade foi a falta de formação sobre os conteúdos de astronomia e a falta dos recursos materiais necessários para realizar uma aula diferenciada”.

O principal ponto que podemos observar é a carência da formação específica para trabalhar temas de Astronomia. Consequente a isso, vem a dificuldade de encontrar materiais adequados. Essa experiência dos docentes participantes do curso foi muito rica pois, haviam diferentes comentários nas aulas do Class Room, que estavam ligados às suas experiências particulares e recomendações de materiais aos colegas. Um outro fruto do curso, e que nem estava previsto em nossos objetivos, foi essa troca de saberes dos docentes. Práticas, materiais didáticos, livros, outros cursos. O ambiente virtual se tornou um ambiente rico de informações construídas pelos próprios docentes e seus saberes da prática pedagógica.

A FORMAÇÃO DOS PROFESSORES, O CURRÍCULO E AS EXPERIÊNCIAS EXTRA-CLASSE

Com relação à formação, os professores que já atuam na área relatam que tiveram poucas oportunidades de formação na área. Isso é um dado recorrente nas pesquisas da área,



como relatado anteriormente. Os futuros professores, estudantes de graduação que realizaram o curso, relatam que é o curso foi para eles, uma excelente oportunidade de formação.

“Estou me formando na formação de docentes esse ano, no momento, trabalho como estagiária na educação infantil, portanto, o contato que tenho com a astronomia é básico, apenas para aplicar o conteúdo aos pequenos, e sobre o que eu aprendo em sala de aula com meus professores”.

“O curso de Astronomia nos colocou em contato com grandes autores, materiais e exemplos de como levar esse conhecimento para a sala de aula, mesmo porque, na graduação o assunto de Astronomia não foi estudado”.

E ainda, tivemos muitos professores de outras áreas que não Ensino de Ciências realizaram o curso para inserirem temas de Astronomia em suas aulas. Tivemos professores da área de Matemática, Sociologia e Geografia que também realizaram o curso com essa finalidade.

“ [...] servirá de suporte para o incremento das minhas aulas de sociologia, pois sou formado em ciências sociais e atuo como professor na rede pública de ensino[...] talvez não fique claro o meu interesse pelo curso por eu ser da área de sociologia, mas, por exemplo, o professor de física da escola na qual trabalho já apresentou as constelações dos povos originários do que hoje se chama Brasil e nesse caso posso trabalhar a questão das constelações quando trabalho o conceito de cultura antropológico”.

“Durante algumas aulas (de Matemática) já falei de astronomia, contudo de forma muito superficial, mas principalmente para exemplificar quando as notações científicas e potências”.

Alguns professores participantes do Curso relataram que integram as Olimpíadas Brasileiras de Astronomia e Astronáutica (OBA) em suas escolas. Sua participação no Curso remete a uma formação continuada que, de certa forma, é possibilitada por sua inserção nesta olimpíada, e embora não esteja vinculado de forma direta, nos demonstra que, professores envolvidos em atividades como feiras, olimpíadas e afins, tendem a ter uma procura maior por formação continuada nas suas áreas de atuação.

“Nossa escola Participa da Olimpíada Brasileira de Astronomia, e os estudantes participam das atividades sempre com muita curiosidade e criatividade”.

Uma das participantes relatou que teve a oportunidade de levar os alunos ao planetário da cidade.

“Aqui em meu bairro temos um Planetário, já visitei com os alunos, ao lado desse planetário temos o Sesc que promove eventos de observação do céu noturno e já tive oportunidade de observar a Lua e Júpiter, foi magnífico”.

Infelizmente a maioria da população brasileira não tem acesso a museus e centros de ciências (como planetários ou observatórios) por não haver nas suas cidades (MOREIRA, MASSARANI, 2002). Como aponta Leonês (2019): “Um espaço não formal de aprendizagem que ajuda muito a mediação de conceitos relativos à astronomia, certamente, é o Planetário”. Isto porque no espaço do planetário são desenvolvidas atividades de divulgação e popularização da Astronomia e da Ciência, envolvendo conceitos de História da Ciência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados apresentados é possível realizar algumas reflexões acerca da oferta deste curso de extensão voltado a formação continuada em Educação em Astronomia.

Com relação aos impactos positivos que os conteúdos de Astronomia proporcionam aos alunos, todos os professores apresentaram relatos de aulas em que, a partir dessa temática, os alunos passaram a se interessar por Ciências. Neste sentido, acreditamos que possibilitar essa formação a muitos professores, pode criar espaços em várias salas de aula (virtuais ou presenciais) para o desenvolvimento do gosto pelo estudo das Ciências.

Além disso, como vimos no decorrer do artigo, a formação dos professores, especialmente do Ensino Fundamental I, é ainda precária com relação aos conteúdos da área da Astronomia, nesse sentido, esse curso pode proporcionar um espaço de formação para os futuros professores e formação para os que já atuam em sala de aula.

Acreditamos que o curso possibilitou acesso a materiais conceituais e práticos de boa qualidade, permitindo aos professores conhecerem também fontes de outras instituições, que são materiais confiáveis para seguirem nos seus estudos sobre temas da área. Esse material pode auxiliar aos professores com dificuldades, as quais, muitas vezes, se tornam verdadeiros obstáculos ao ensino de conteúdos de Astronomia em suas aulas.

E por fim, para nós, professores e futuros professores, responsáveis pela elaboração deste curso, as manifestações dos professores participantes com relação a qualidade do material e da metodologia do curso, nos permitiu comprovar a importância da universidade Pública. Pois, foi dentro de uma Universidade Federal que estudos e pesquisas foram realizados, os quais pautaram nossas escolhas metodológicas e conceituais no curso. E agora, nos foi possível devolver a comunidade (principalmente a escolar) que sempre tão bem nos acolheu, um pouco daquilo que produzimos a partir da sua realidade. Entendemos que esse é o papel fundamental da Extensão Universitária: Possibilitar mudanças na realidade na qual opera. E no nosso caso,

cada professor que realizou o curso e nos relatou suas aulas, nos permite pensar que pequenas, mas significativas mudanças, podem estar ocorrendo nas aulas de Ciências.

REFERÊNCIAS

BARTELMEBS, R. C. **Ensino de Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental:** Como evoluem os conhecimentos dos professores a partir do estudo das ideias dos alunos em um curso de extensão baseado no modelo de investigação na escola. 2016. 211 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/6809> . Acesso: 03 set. 2020.

HARRES, J. B. S.; PIZZATO, M. C.; SEBATIANY, A. P.; PREDOBON, F.; FONSECA, M. C. Evolução das concepções de futuros professores sobre a natureza e as formas de conhecer as ideias dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Curitiba, v. 1, n. 2, p.95-112, mai./ago. 2008.

HOSUME, Y.; LEITE, C. Explorando a dimensão espacial na pesquisa em ensino de astronomia. **Enseñanza de las ciências**. v. 8, n. 3, p. 797 – 811, set./out. 2009.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental:** repensando a formação de professores. 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual de São Paulo - (UNESP), Bauru, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101991> . Acesso em: 03 set. 2020.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em Astronomia:** repensando a formação de professores. São Paulo: Escrituras, 2012.

LANGHI, R.; SILVA, S. R. **Astronomia na educação infantil e nos anos iniciais do ensino fundamental** - Relato de Professores. Rio de Janeiro: Editora LF. 2018.

LEITE, C. **Os professores de ciências e suas formas de pensar a Astronomia**. 2002. 165f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Física e Educação. Universidade de São Paulo - (USP), São Paulo (SP), 2002. Disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/99> . Acesso em: 03 set. 2020.

LEONÊS, Adriano da Silva. **Oficinas de aprendizagem em Astronomia:** uma proposta de ação baseada na experiência do Planetário de Brasília. 2019. 156 f., il. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/35733>. Acesso em: 03 set. 2020.

MORAES, Roque.; GALIAZZI, Maria do Carmo. et al. Análise Textual Discursiva: Processo reconstrutivo de Múltiplas. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/250992186_Analise_textual_discursiva_processo_reconstrutivo_de_multiplas_faces . Acesso em: 03 set. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132006000100009>.

MOREIRA, I. D. C.; MASSARANI, L. **Aspectos históricos da divulgação científica no Brasil.** Ciência e Público: Caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2002.

REOLOGIA DE LIGANTES ASFÁLTICOS: UM COMPARATIVO ENTRE CAP 50-70 E CAP AB-8

Thiago de Sá Sena ¹
Maria Ingridy Lacerda Diniz ²
Cinthia Maria de Abreu Claudino ³
Andresa de Oliveira Silva ⁴

RESUMO

O pavimento tem um papel fundamental na integração e no desenvolvimento do país. Durante a sua vida útil o asfalto apresenta uma determinada deterioração, tal processo também é chamado de envelhecimento e uma das suas principais causas é a variação da temperatura. A aplicação de materiais poliméricos no asfalto vem sendo utilizada como uma alternativa para o combate a estes problemas, trazendo uma maior durabilidade a via. Nesse contexto, a utilização de borracha de pneu em ligantes asfálticos torna-se viável, pois se trata de um material que seria descartado no meio ambiente. Este trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades reológicas do CAP 50-70 e do CAP AB-8 modificado com borracha de pneus. A reologia tem como intuito principal encontrar a relação entre deformação, tensão, tempo de aplicação da carga e temperatura. Para isto foram realizados ensaios de penetração, ponto de amolecimento, viscosidade rotacional, RTFOT e especificação do grau de desempenho. Ao se realizar os ensaios necessários constatou-se que as propriedades físicas dos ligantes foram satisfatórias para a utilização na pavimentação. A modificação com borracha contribui para o aumento da viscosidade, bem como no ponto de amolecimento, reduzindo a susceptibilidade térmica e também favorecendo a menor ocorrência de deformações, se mostrando com um ligante de melhor desempenho, com maior viscosidade, menor suscetibilidade térmica e maior PG antes e após o envelhecimento por RTFOT, indicando que o CAP AB-8 pode resistir a maiores temperaturas durante sua vida de serviço.

Palavras-chave: Asfalto, Asfalto modificado, Reologia, CAP AB-8.

INTRODUÇÃO

A primeira rodovia pavimentada no Brasil da qual se tem registro histórico é a ligação entre São Paulo e Santos. O mérito da obra deve ser atribuído, do ponto de vista de engenharia, aos engenheiros da Escola de Fortificação de Lisboa, conhecedores das técnicas romanas de pavimentação (BALDO, 2007).

¹ Mestrando do Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, engthiagosena@gmail.com;

² Mestranda do Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, mariaingridydiniz@gmail.com;

³ Mestranda do Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, cinthiamariaac@gmail.com;

⁴ Pós Graduanda pelo Curso de Segurança no Trabalho da Faculdade Integrada de Patos - FIP, andresaoliveira0311@gmail.com;

Na década de 40 o asfalto modificado por polímeros começou a ser usado na indústria, com a introdução no mercado de um produto denominado Ramflex desenvolvido pela Companhia de Reciclagem de Borracha (U.S. Ruber Reclaiming Company). No entanto, o título de pai do Asfalto-borracha nos Estados Unidos é atribuído a Charles H. Mac Donald que em 1963, formulou um composto de ligante asfáltico e 25% de borracha moída de pneu (de 0,6 a 1,2 mm), misturados à 190°C durante 20 minutos, este material era altamente elástico para ser utilizado na manutenção de pavimentos em remendos conhecidos como “band-aid” (SANCHES et al., 2012).

No Brasil, desde 2001 o asfalto modificado por borracha moída de pneus inservíveis (ligante asfalto-borracha) está sendo utilizado, com suas primeiras rodovias experimentais concentradas nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul (ODA et AL.,2005). Tal alternativa surgiu com a constante ampliação das rodovias e o aumento da frota rodoviária o que causou o aumento na produção de pneus, dessa forma com o intuito de colaborar com o destino ecologicamente correto para os pneus inservíveis.

A Resolução N° 258 de 26 de agosto de 1999 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) obriga os fabricantes e importadores de pneus a reciclarem parte dos pneus usados já vendidos para poderem colocar pneus novos no mercado. Esta legislação, que vem obrigando os produtores a dar destino aos mais de 46 milhões produzidos todo ano no Brasil, encontrou no meio rodoviário um excelente parceiro para a reciclagem e minimização deste problema ecológico responsável pela proliferação de mosquitos transmissores de doenças (PANTAROTTO, 2007).

A malha rodoviária brasileira é vastamente utilizada para inúmeros fins, desde o uso intenso para o transporte de produtos até simples viagens de lazer com o transporte de pessoas. O pavimento tem um papel muito importante na integração e no desenvolvimento do país, intensificando a indústria e o comércio, dessa forma é de suma importância que seu bom desempenho durante sua vida útil seja garantido.

De acordo com a Confederação Nacional do Transporte (2016), as rodovias nacionais encontram-se em uma situação de elevado grau de deficiência com 6,3% de suas rodovias em estado péssimo, 17,3% ruim, 34,6% regular, 30,2% bom e 11,6% ótimo. Essa situação coloca o Brasil em 111° lugar no ranking mundial da qualidade das rodovias, além de possuir a pior posição do ranking entre os países da América do Sul. Estes números revelam o alto nível de envelhecimento encontrado nas rodovias do país, o que compromete o seu desenvolvimento.

Durante a sua vida útil o asfalto apresenta deterioração das suas propriedades, tal processo também é chamado de envelhecimento e surge devido à presença do oxigênio,

radiação ultravioleta (UV), variações de temperatura e de maneira indireta pelo o esforço do tráfego de veículos. O processo de envelhecimento causa o aumento da rigidez da mistura betuminosa, e essa rigidez combinada com a ação do tráfego leva ao surgimento de fissuras e a degradação do pavimento (SILVA, 2005).

O pneu possui papel fundamental e insubstituível em nossa vida diária, tanto no transporte de passageiros quanto para cargas. Os pneus inservíveis se tornaram um problema, devido à grande quantidade existente e o descarte inadequado, o que acarreta em uma grande degradação ambiental. A produção brasileira de pneus é de 40 milhões de pneus por ano e quase metade dessa produção é descartada nesse período de forma inadequada (COELHO et al., 2014).

A utilização de borracha de pneu em ligantes asfálticos torna-se viável e relevante, pois se trata de um material que é descartado e que contribui de maneira direta para a degradação do meio ambiente. Já se misturada ao asfalto, a borracha de pneu pode modificar as propriedades reológicas do mesmo. Portanto esse trabalho teve como objetivo analisar o comportamento reológico dos ligante asfálticos CAP 50-70 tradicional e do ligante CAP AB-8 modificado com borracha no intuito de comparar seus desempenhos para serem aplicados em misturas asfálticas a serem empregadas na construção de rodovias.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O asfalto utilizado na pavimentação é composto por um ligante betuminoso que provém da destilação do petróleo, que tem a propriedade de ser pouco reativo, um adesivo termoviscoplastico, e impermeável à água. No Brasil é utilizada a denominação CAP para designar esse produto semissólido sob temperaturas baixas, viscoelástico sob temperatura ambiente e líquida sob altas temperaturas (BERNUCCI et. al., 2008).

O CAP, como material ligante possui um comportamento reológico complexo e dependente da temperatura, que com o intemperismo, se altera, o que faz com que ele perca suas propriedades iniciais, tornando-se mais viscoso e mais frágil. O CAP sofre transformações químicas quando exposto a radiação solar, as águas ácidas ou sulfatadas, as ações de óleos, graxas, lubrificantes e combustíveis dos veículos que trafegam pelas vias pavimentadas. Tais ações provocam o processo de oxidação do ligante asfáltico (BALDO, 2007).

Os cimentos asfálticos de petróleo brasileiros são classificados pelo seu grau de dureza obtido por meio do ensaio de penetração a 25°C. Existem quatro tipos de CAP de acordo com

o Instituto Brasileiro de Petróleo e o Departamento Nacional de Infraestrutura Transporte (DNIT), que são o CAP 30-40, CAP 50-70, CAP 85-100 e CAP 150-200. Segundo Baldo (2007), a matéria prima mais importante para a obtenção é o petróleo, mesmo com a existência de asfaltos naturais em lagos (onde o asfalto natural é resultante de um processo de lento de evaporação das frações mais leves de petróleo), bem como as rochas asfálticas (Gilonita), de importância econômica mais limitada.

A usinagem do petróleo é o conjunto de processos de separação e/ou transformação dos constituintes do mesmo. Existem diferentes processos de refino de petróleo comumente utilizados para a obtenção dos ligantes asfálticos. Quando o petróleo é de base asfáltica se faz apenas um estágio de destilação a vácuo. Já se o petróleo não é de base asfáltica, são necessários dois estágios de destilação: atmosférica e a vácuo. Além destes, há os petróleos considerados intermediários que são processados em dois estágios, resultando no chamado resíduo de vácuo, cujas condições de pressão e temperatura definem se os mesmos atendem às especificações para pavimentos (BERNUCCI et al., 2008).

Por outro lado, com o aumento do volume de tráfego e aumento da carga por eixo em veículos pesados, os asfaltos requerem cada vez mais resistência e um melhor desempenho. Dessa forma, os CAPs vêm passando por uma transformação nas suas características químicas e/ou físicas, bem como nas propriedades mecânicas através da adição de um agente modificador, seja ele extensor (enxofre, lignina), oxidante (compostos de Manganês), antioxidante (sais de cálcio, carbonatos, fenóis, cálcio) ou polimérico (elastômeros, plastômeros e fibras) (AZEVEDO, 2017).

Estudos sobre a incorporação de polímeros ao asfalto mostraram melhorias em seu comportamento elástico e aumentaram sua resistência a deformação permanente e as trincas por fadiga, também ajudou na adesão entre agregado e asfalto, e na sua resistência ao envelhecimento. Os principais polímeros estudados encontram-se o SBR (borracha estireno-butadieno), SBS (copolímero de estireno e butadieno), EVA (copolímero de estireno e acetato de vinila) e a borracha de pneu moído. Segundo Souza et. al. (2016), em 1839 constatou acidentalmente que, ao aquecer a borracha e adicionar enxofre em altas temperaturas, as propriedades da borracha eram melhoradas. Esse processo foi denominado vulcanização, o que conferiu a borracha propriedades como, força, elasticidade, impermeabilidade para gases, resistência ao desgaste, química, ao aquecimento e à eletricidade.

Os pneus inservíveis se tornaram um problema, devido à grande quantidade existente e o descarte inadequado, tornando-se assim um grande fator de degradação ambiental. A produção brasileira de pneus é de 40 milhões de pneus por ano e quase metade dessa

produção é descartada nesse período de forma inadequada. Quando abandonados, servem de acúmulo de água e procriação de mosquitos e outros vetores de doenças. Também representam risco incêndio, que caso ocorra, acarreta em contaminação do ar com fumaça altamente tóxica e deixa um óleo que pode contaminar o lençol freático. A disposição de pneus em aterros sanitários no Brasil é proibida desde 1999, por diminuir a vida útil dos aterros e dificultar sua compactação (COELHO et al., 2014).

O asfalto borracha é uma alternativa de reuso. Segundo a patente americana são usados no asfalto borracha 3% a 5% de vazios no pavimento fechado, e 18% a 25% de vazios no pavimento aberto o que leva a redução do desgaste de pneus. A equivalência é de um pneu usado para cada metro de pista de pavimento produzido. Em cada quilômetro de asfalto-borracha, considerando-se uma pista com sete metros de largura e 4 cm de espessura, são utilizados mil pneus inservíveis (OLIVEIRA et al., 2009).

Os ligantes modificados com borracha de pneu têm viscosidade bem mais elevada que a de ligantes convencionais, tal qualidade aliada a sua excelente coesão e flexibilidade, permite a utilização desse tipo de asfalto em misturas asfálticas especiais, como camadas porosas de atrito (CPA), Stone Mastic Asphalt (SMA) e Gap-Graded. Além de proporcionarem superfícies de pavimento com excelente macro-textura, o que traz ganhos no quesito de atrito pneu-pavimento e na drenabilidade superficial, melhorando a visibilidade (anti-spray) e reduzindo os riscos de aquaplanagem em dias de chuvosos, outro ganho muito importante é a redução do ruído gerado pelo tráfego de veículos (ODA, 2005).

A reologia é a ciência que estuda o escoamento e a deformação dos materiais, relacionando a interação entre tensão de cisalhamento e deformação com o tempo (MELO, 2014). De acordo com a variação da temperatura, as propriedades reológicas dos cimentos asfálticos podem variar enormemente. Há temperaturas altas bem como quando a taxa de carregamento (frequência) é reduzida, a propriedade viscosidade do asfalto se torna mais evidente. Já em temperaturas baixas ou em altas taxas de carregamento, o asfalto reage como um sólido elástico. Em temperaturas suficientemente altas e/ou em longo tempo de aplicação de cargas, o asfalto é essencialmente um líquido Newtoniano e pode ser descrito por um valor de viscosidade independente da taxa de aplicação de carga (AZEVEDO, 2017).

Há dois tipos de caracterização dos ligantes. O convencional, que consiste basicamente, nos ensaios de penetração, índice de suscetibilidade térmica, viscosidade e ponto de amolecimento. Já a caracterização SUPERPAVE baseia-se em ensaios que melhor se relacionam com o desempenho do material. Segundo Melo (2014), a caracterização da através dos ensaios de penetração e viscosidade apresenta limitações quanto à estimativa do

desempenho do asfalto ao longo do tempo de serviço. O ensaio de viscosidade fornece apenas informações sob altas temperaturas, sem informação sobre seu desempenho a média e baixa temperatura. O ensaio de penetração apenas descreve a consistência a uma temperatura intermediária.

A caracterização comum consiste nos seguintes ensaios de caracterização:

- Ensaio de viscosidade (NBR 9277/2014) que serve para avaliar a capacidade do fluido em resistir ao escoamento. Tal ensaio se tem muita importância por determinar a consistência adequada do ligante para realização da mistura asfáltica.
- Ensaio de ponto de amolecimento ou “Anel e Bola” (NBR 6560/2000) em que uma amostra de cimento asfáltico é colocada em um recipiente constituído por um anel metálico. A partir disso, é realizado o ensaio mantendo-o suspenso em banho em um béquer com água. A temperatura lida no momento em que o conjunto toca o fundo do béquer é considerada o ponto de amolecimento do material.
- Ensaio de Penetração (NBR 6576/2007) consiste em verificar a consistência do CAP, através da penetração, em décimos de milímetro, de uma agulha padronizada numa amostra de volume padronizado de cimento asfáltico, por 5 segundos, à temperatura de 25° C. Quanto maior a consistência do CAP menor é a penetração da agulha.

Já a caracterização *Superior Performing Asphalt Pavement - SUPERPAVE* é conjunto de novos ensaios e uma nova classificação de CAPs, baseado em ensaios reológicos, que foi lançado nos Estados Unidos em 1987 dentro do Programa Estratégico de Pesquisa Rodoviária com o objetivo de estabelecer novos procedimentos e equipamentos para o estudo de Cimentos asfálticos e suas misturas. Esse programa contribuiu muito para o desenvolvimento da malha rodoviária americana (AZEVEDO, 2017).

A base da proposta SUPERPAVE é que os ligantes passem a ser avaliados em uma faixa de temperaturas, que cubra todas as etapas do processo de usinagem e compactação, e também as temperaturas as quais o pavimento fica exposto durante a sua vida útil. São utilizados para esse fim os seguintes equipamentos:

- Reômetro de cisalhamento dinâmico, em inglês, “*Dynamic Shear Rheometer–DSR*”: para medir propriedades dos ligantes asfálticos sob temperaturas altas e intermediárias;
- Viscosímetro rotacional, em inglês, “*Rotacional Viscosímetro–RV*”: para medir a viscosidade rotacional nas temperaturas de bombeamento, de mistura com

agregado em usina e de compactação da mistura. Este ensaio é especificado para assegurar a trabalhabilidade da mistura.

- Reômetro de fluência em viga, em inglês, “*Bending Beam Rheometer – BBR*”: para medir propriedades dos ligantes asfálticos sob temperaturas baixas e simular condições de carregamento resultantes de esfriamento;
- Prensa de tração direta, em inglês, “*Direct Tension Test– DDT*”: a fim de medir as propriedades dos ligantes asfálticos sob temperaturas baixas e simular condições de carregamento resultantes de resfriamento;
- Estufa de película delgada e rotacional, conhecido em inglês como “*Rolling Thin Film Oven Test – RTFOT*”: Equipamento destinado a representar o envelhecimento do ligante asfáltico que ocorre durante o processo de usinagem da mistura asfáltica (curto prazo); e,
- Vaso de pressão de envelhecimento, em inglês “*Pressure Aging Vassel – PAV*”: equipamento utilizado para simular o envelhecimento do ligante asfáltico durante a vida em serviço do pavimento (longo prazo).

Assim, com base na caracterização SUPERPAVE, o CAP é classificado em função da temperatura, estimando faixas de temperaturas em que o mesmo pode ser utilizado. Tais faixas são denominadas Grau de Desempenho (PG), e podem ser definidas por duas temperaturas limites, sendo uma máxima, que garante à resistência deformação permanente e uma mínima, que indica à resistência a formação de trincas térmicas (AZEVEDO, 2017; LUCENA et al., 2005).

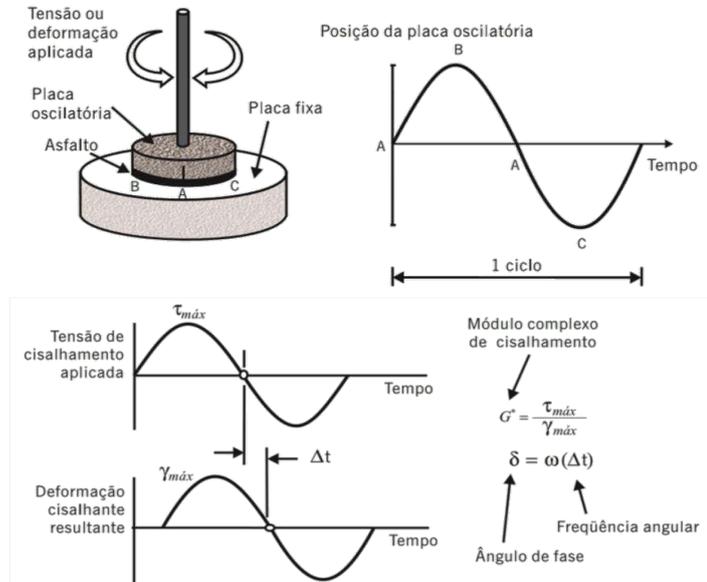
No presente trabalho, dentro os ensaios reológicos da especificação SUPERPAVE, serão apresentados apenas resultados do ensaio do Reômetro de Cisalhamento Dinâmico – DSR e o envelhecimento através da estufa de película delgada e rotacional – RTFOT.

O Reômetro de cisalhamento dinâmico (*dynamical shear rheometer – DSR*) é usado para caracterizar as propriedades viscoelásticas do ligante. Por meio desse ensaio, mede-se o módulo complexo de cisalhamento (G^*) e o ângulo de fase (δ), submetendo uma pequena quantidade de ligante a tensões de cisalhamento oscilatórias, entre duas placas paralelas (BERNUCCI et. al., 2008).

O ângulo δ avalia a razão entre a resposta elástica e a viscosa durante o processo de cisalhamento, o parâmetro $G^*/\text{sen}\delta$ (magnitude do módulo complexo G^* dividida pelo seno do ângulo de fase δ) foi sugerido como o critério oficial para quantificação da suscetibilidade do CAP ao acúmulo de deformação. A Figura 1 mostra um Reômetro de cisalhamento

dinâmico e apresenta de forma esquemática os valores de G^* e δ medidos pelos DSR. Mostrando a resposta à deformação cisalhante de uma amostra de ligante em relação à tensão aplicada por um certo intervalo de tempo Δt .

Figura 1 - Cálculo do Módulo complexo de cisalhamento G^* e do ângulo de fase (δ).



Fonte: BERNUCCI et. al., 2008.

O módulo complexo e o ângulo de fase podem ser definidos conforme a equação 1 e 2 a seguir:

$$G^* = \frac{\tau_{m\acute{a}x}}{\gamma_{m\acute{a}x}} \quad (1)$$

$$\delta = \omega \cdot (\Delta t) \quad (2)$$

Onde:

G^* é módulo complexo de cisalhamento, Pa;

$\tau_{m\acute{a}x}$ é a máxima tensão de cisalhamento aplicada, Pa;

$\gamma_{m\acute{a}x}$ é a máxima deformação devido à tensão de cisalhamento aplicada;

δ é o ângulo de fase;

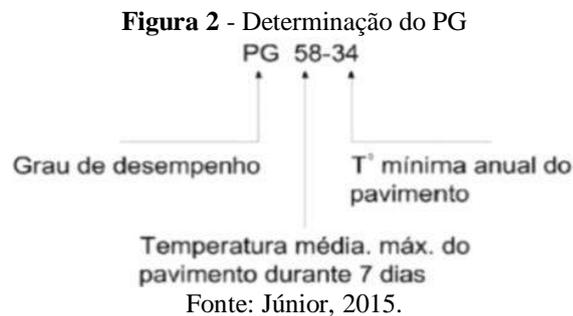
ω é a frequência angular, 1/s;

Δt é o tempo de defasagem, s.

Para materiais totalmente viscosos, a deformação obtida está completamente defasada e δ vale 90° . Materiais viscoelásticos, tais como ligantes asfálticos, possuem ângulo de fase variando entre 0° e 90° , dependendo da temperatura. A altas temperaturas δ tende a 90° e a baixas temperaturas tende a 0° . A especificação de ligante usa o parâmetro $G^*/\text{sen}(\delta)$ para

temperaturas altas ($>46^{\circ}\text{C}$), $G^*\text{sen}(\delta)$ para temperaturas intermediárias (entre 7°C e 34°C) como forma de controlar a rigidez do asfalto (BERNUCCI et. al., 2008).

A classificação SUPERPAVE baseada no PG consiste em dois números: o primeiro número como mostra a Figura 2, corresponde à temperatura mais elevada do pavimento, ou seja, aquela em que os ensaios que avaliam a resistência ao acúmulo de deformação permanente devem ser realizados. O segundo número corresponde à temperatura mínima do pavimento, aquela em que os ensaios que analisam a resistência às trincas por contração de origem térmica devem ser realizados (CARNEIRO, 2015; ASPHALT INSTITUTE, 1983).



Então para que se possa selecionar o ligante asfáltico mais adequado é importante que sejam consideradas as características climáticas do local onde será executada a pavimentação, não apenas a caracterização do material asfáltico, uma vez que o desempenho do pavimento varia de acordo com os materiais selecionados, ou seja, é importante determinar o *Performance Grade* (PG), de cada via para evitar erros e problemas precocemente. A Figura 3 abaixo apresenta o Grau de desempenho (PG) necessário para asfaltos de acordo com cada região do Brasil.

Figura 3 - Grau de desempenho para asfaltos



Fonte: Leite e Tonial, 1994.

Tais parâmetros de temperatura devem ser levados em conta na escolha do tipo de ligante, para que este mantenha suas propriedades conservadas durante sua vida útil. Observa-

se a partir da figura que a região nordeste exige a maior PG de todo o país, exigindo que os materiais utilizados em pavimentos dessa região resistam a temperaturas de no mínimo 72 °C.

METODOLOGIA

O presente trabalho buscou comparar dois tipos de asfalto: asfalto convencional (CAP 50-70) e asfalto modificado com borracha (CAP AB-8). Os CAPs foram fornecidos pelo LEP/UFCG (Laboratório de Engenharia de Pavimentos da Universidade Federal de Campina Grande). As características dos ligantes devem estar em conformidade com os parâmetros contidos nas especificações de material do DNIT.

A metodologia foi seguida conforme mostrado no fluxograma da Figura 4.

Figura 4 - Caracterização dos materiais



Fonte: Próprio autor.

Para determinar as propriedades reológicas dos ligantes foram realizados ensaios normatizados pela ABNT, DNIT e ASTM. Foram utilizados os equipamentos pertencentes ao LEP/UFCG. Inicialmente foram realizados ensaios de caracterização física e química do CAP 50/70 e do CAP AB-8.

A consistência de um CAP no estado semissólido é medida por meio do ensaio de penetração. O ensaio é regido pela norma NBR 6576/2007 da ABNT que classifica o CAP

quanto a sua dureza. O equipamento utilizado foi um penetrômetro (Figura 5), com divisões em 1/10mm. A realização deste ensaio consiste em separar a quantidade aproximada de 50g de amostra de CAP, deixá-la esfriar na atmosfera por um período de 60 minutos, e posteriormente serem transferidas para o banho d'água a uma temperatura de 25°C, por mais 60 minutos. Com a utilização do penetrômetro faz-se a determinação da penetração. Este ensaio foi feito para cada amostra de CAP 50/70 e CAP AB-8, antes e após o RTFOT.

Figura 5 – Penetrômetro (LEP/UFCG)



Fonte: Próprio autor.

O ensaio de ponto de amolecimento (Figura 6) é regido pela NBR 6560/2000. O ponto de amolecimento é a mais baixa temperatura em uma esfera metálica padronizada pesando em média 3,50g, atravessa um anel padronizado preenchido com material betuminoso, sob condições especificadas. O ponto de amolecimento refere-se à média das temperaturas em que as duas esferas envolvidas pelo CAP deslocam-se para baixo e tocam o fundo. Este ensaio foi feito para cada amostra de CAP 50/70 e CAP AB-8, antes e após o RTFOT.

Figura 6 - Ensaio de ponto de amolecimento (LEP/UFCG).



Fonte: Próprio autor.

Medidas de viscosidade são importantes na caracterização dos CAPs puros e modificados, pois fornecem informações sobre as propriedades de processamento, mistura e

lançamento do CAP, até sua aplicação em serviços de pavimentação. O ensaio para determinar a viscosidade dos ligantes asfálticos foi realizado em um viscosímetro rotacional do tipo Brookfield, modelo DVII+ acoplado a um controlador de temperatura THERMOSEL como mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Viscosímetro Rotacional



Fonte: Próprio autor.

A viscosidade é medida através do torque necessário para rotacionar uma haste de prova (*spindle*) imersa na amostra de asfalto, considerando as temperaturas de 135, 150 e 177°C e velocidades de 20, 50 e 10 rpm, respectivamente. É normatizado pela norma ASTM D 4402. A viscosidade foi medida para cada amostra de CAP 50/70 e CAP AB-8, antes e após o RTFOT.

Após a realização dos ensaios de caracterização, foram realizados os ensaios para a determinação das propriedades reológicas. Para a avaliação do envelhecimento a curto prazo utilizou a estufa de filme fino rotativa, RTFOT (Figura 8). Este envelhecimento correlaciona-se com o envelhecimento que ocorre com o CAP durante o processo de usinagem e transporte até aplicação. O RTFOT provoca o envelhecimento do CAP por oxidação e evaporação, permitindo avaliar a presença de frações de óleos mais leves e a oxidação que ocorre durante o aquecimento a 163 °C. As normas que regem os procedimentos e especificações deste ensaio são a ABNT NBR 15235/2009 e ASTM D2872-12/2013.

Figura 8 - Envelhecimento a curto prazo (RTFOT)



Fonte: Próprio autor.

Já os ensaios reológicos foram realizados utilizando o reômetro de cisalhamento dinâmico (DSR), visto na Figura 9. Os corpos de prova com aproximadamente um milímetro de espessura e 25 mm de diâmetro foram preparados em moldes específicos de silicone. As amostras foram colocadas entre *spindles* de placas paralelas, com mesmos diâmetros. Nesta análise foi verificado o PG.

Figura 9 - Reômetro de cisalhamento dinâmico (DSR)



Fonte: Próprio autor.

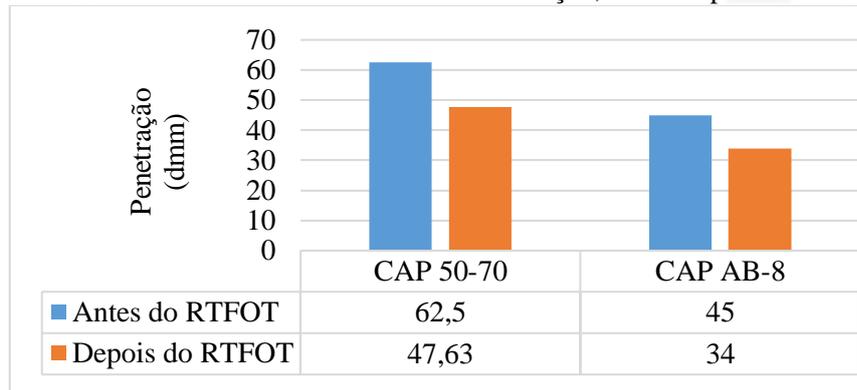
Esse ensaio é definido por duas temperaturas que indicam a faixa de uso dos ligantes asfálticos. Os CAPs serão ensaiados em temperaturas relacionadas ao seu período de emprego, determinando seu grau de desempenho *Performance Graded* (PG). Assim determinou-se uma temperatura máxima, de maneira a conservar uma atuação satisfatória.

O grau de desempenho dos ligantes asfálticos foram obtidos com base nos valores do parâmetro $G^*/\sin(\delta)$, isto é, a temperatura máxima do PG foi definida como a temperatura na qual os valores do $G^*/\sin(\delta)$ são superiores a 1,0 kPa e a 2,2 kPa, respectivamente para as amostras antes e após o envelhecimento a curto prazo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ensaio de penetração serve para determinar a consistência dos materiais asfálticos. O comportamento previsto é que os ligantes com adição de borracha de pneu moída apresentem resultados em valores mais baixos de penetração. Assim, os resultados obtidos são apresentados no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Resultados dos Ensaios de Penetração, antes e após o RTFOT.



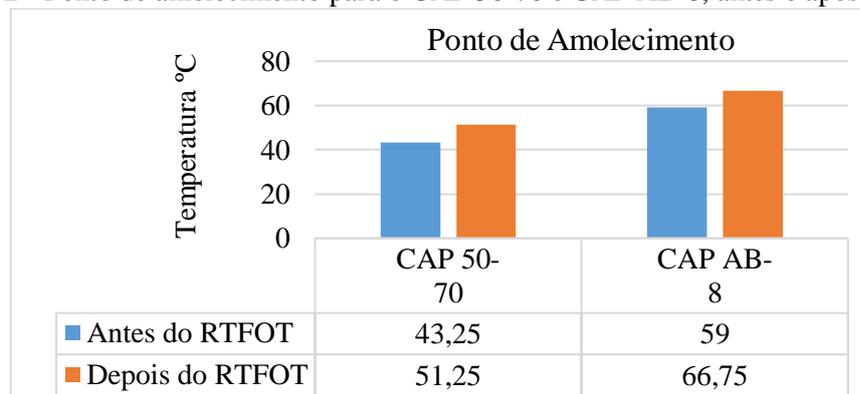
Fonte: Próprio autor.

Observa-se redução dos valores do ensaio de penetração antes e após o envelhecimento em curto prazo para todas as amostras. Observa-se que o grau de penetração do CAP AB-8 é bem menor se comparado ao CAP 50-70. Portanto, pode-se dizer que o resíduo de pneus aumenta a consistência do CAP significativamente.

O resultado obtido após o RTFOT para o CAP 50-70 está inadequado às especificações brasileiras, uma vez que a faixa aceitável é de 50 a 75 dmm. O CAP AB-8 também se está dentro dos limites estabelecidos pelas especificações de asfalto modificado por borracha (AMB) que é de 30-70 dmm.

O ponto de amolecimento consiste no valor de temperatura na qual a consistência de um ligante asfáltico passa do estado plástico ou semissólido para o estado líquido. O Gráfico 2 apresenta os resultados de ponto de amolecimento antes e após o RTFOT.

Gráfico 2 - Ponto de amolecimento para o CAP 50-70 e CAP AB-8, antes e após o RTFOT.



Fonte: Próprio autor.

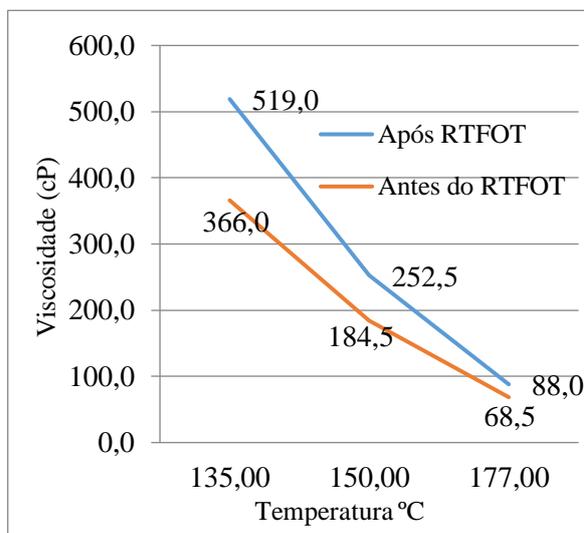
No Gráfico 2, pode-se notar um aumento na temperatura de ponto de amolecimento do CAP AB-8 quando comparado ao CAP 50-70, antes e após o envelhecimento a curto prazo.

Uma vez que, quanto maior o ponto de amolecimento acontecerá um aumento da resistência

ao acúmulo da deformação permanente das misturas modificadas, ou seja, a ocorrência de deformações será menor e o ligante torna-se menos sensível a temperatura, permanecendo com suas propriedades inalteradas até temperaturas mais altas, pode-se considerar esse ponto como positivo.

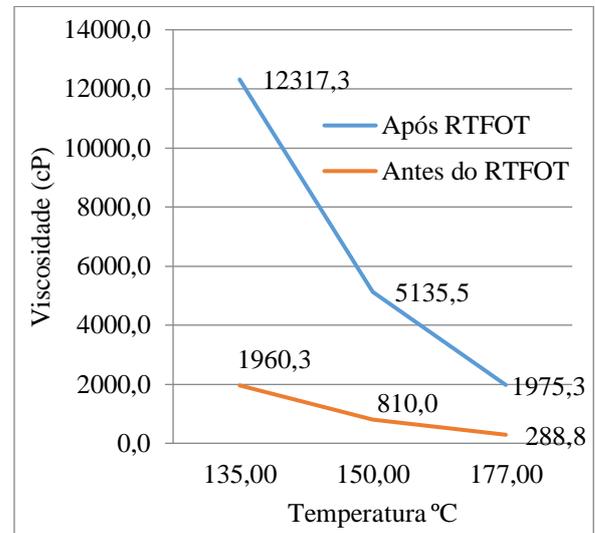
Os Gráficos 3 e 4 apresentam os valores de viscosidade para o CAP 50/70 e CAP AB-8, com borracha, antes e depois do RTFOT.

Gráfico 3 - Viscosidade do CAP 50-70, antes e após o RTFOT.



Fonte: Próprio autor.

Gráfico 4 - Viscosidade do CAP AB-8, antes e após o RTFOT.



Fonte: Próprio autor.

Os resultados mostraram que o CAP AB-8 apresentou valores de viscosidade mais altos em relação ao ligante puro. Percebe-se também o aumento da viscosidade após o RTFOT para todas as amostras, principalmente para o CAP AB-8 em que o resíduo pós RTFOT apresenta um aumento de 628% no valor da sua viscosidade em relação ao seu valor inicial. De acordo com as normas, as viscosidades dos três estão entre as margens definidas.

Em relação as temperaturas de manuseio dos asfaltos, foram calculadas as temperaturas de mistura ou usinagem do ligante e do agregado a partir das curvas de viscosidade-temperatura obtidas, bem como a temperatura de compactação para cada tipo de ligante asfáltico. Os resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2

Tabela 1 - Temperatura de usinagem para o CAP 50-70 e CAP AB-8

Temperatura de usinagem	
CAP 50-70	153,79
CAP AB-8	183,15

Fonte: Próprio autor.

Tabela 2 - Temperatura de compactação para o CAP 50-70 e CAP AB-8.

Temperatura de compactação	
CAP 50-70	142,11
CAP AB-8	177,46

Fonte: Próprio autor.

A temperatura de usinagem para os agregados é admitida em função da temperatura do ligante, variando de 10 a 15 °C para mais da temperatura do ligante. Dessa forma, os resultados para a temperatura de mistura dos agregados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Temperatura de usinagem dos agregados para o CAP 50-70 e CAP AB-8.

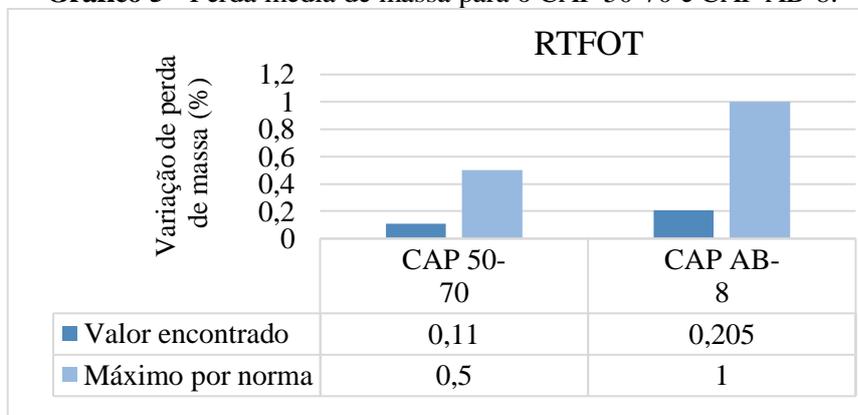
Temperatura de usinagem dos agregados	
CAP 50-70	138,8 - 168,79
CAP AB-8	168,15 - 198,15

Fonte: Próprio autor.

Observa-se que a temperatura de usinagem e compactação são maiores para o CAP AB-8. A utilização de temperaturas mais altas para o processo de usinagem e compactação implicam em custos mais elevados na execução. É de grande importância que essas temperaturas sejam respeitadas para cada tipo de ligante asfáltico, dessa forma, o produto final apresenta seu desempenho ideal e, por consequência, que o revestimento tem boa qualidade e durabilidade.

Para o ensaio de envelhecimento a curto prazo – RTFOT, foram verificadas as variações da perda de massa para cada CAP testado. Os resultados são apresentados no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Perda média de massa para o CAP 50-70 e CAP AB-8.



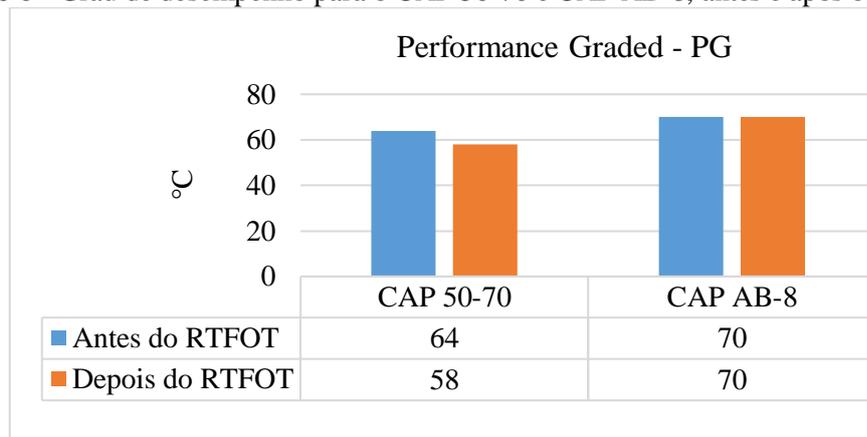
Fonte: Próprio autor.

O ensaio de RTFOT provoca um endurecimento do asfalto, causando queda da penetração e aumento no valor da temperatura de amolecimento, o que é bem correlacionado com o real, visto no processo de usinagem da mistura asfáltica (BERNUCCI et al., 2008).

O máximo de variação de massa ocasionada pela perda de voláteis e pela oxidação permitida pela Agência Nacional de Petróleo é de 0,5%, para o CAP 50-70 e de 1%, para o CAP AB-8. Dessa forma, pode-se verificar que todas as amostras se encontram conforme a diretriz exigida.

O ensaio reológico de *Performance Graded* (PG) seguiu as especificações SUPERPAVE. Os valores obtidos garantem a adequada resistência ao acúmulo de deformações permanentes no que se diz respeito ao CAP. Os resultados são apresentados no Gráfico 6. Pelo fato da maior parte do território brasileiro apresentar um clima tropical com temperaturas médias de 25°C, neste ensaio não foi verificada a temperatura baixa. Sendo assim, verificou-se só a máxima temperatura.

Gráfico 6 - Grau de desempenho para o CAP 50-70 e CAP AB-8, antes e após o RTFOT.



Fonte: Próprio autor.

A amostra de CAP 50-70 teve sua PG reduzida em seis graus após o envelhecimento, enquanto que o CAP AB-8 manteve sua temperatura. Assim o grau de desempenho apresentado pelo ligante modificado com borracha de pneus, se mostra o mais eficaz, pois este mantém sua temperatura após o envelhecimento.

O Grau de Desempenho obtidos nesta pesquisa indica que os CAPs em questão possuem propriedades físicas adequadas para o emprego em campo. E estas devem ser as temperaturas mais elevadas do pavimento em serviço

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As propriedades físicas dos ligantes asfálticos pesquisados foram satisfatórias para a utilização na pavimentação. O CAP modificado por borracha contribui para o aumento da viscosidade, bem como no ponto de amolecimento, reduzindo a susceptibilidade térmica e, também, favorecendo a menor ocorrência de deformações.

Com o aumento da viscosidade, ocorreu a diminuição da penetração, conferindo um aumento de rigidez na amostra, o que fez com que o CAP 50-70 apresentar inconformidade com as especificações brasileiras.

O ligante que apresentou melhor desempenho em relação aos ensaios realizados foi o CAP AB-8, apresentando maior viscosidade, menor suscetibilidade térmica e maior PG antes e após o envelhecimento RTFOT.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Materiais asfálticos - **Determinação do efeito do calor e do ar em uma película delgada rotacional**. NBR 15235, 8p. Rio de Janeiro. 2005.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Materiais betuminosos - **Determinação do ponto de amolecimento - Método do anel e bola**. NBR 6560, 4p. Rio de Janeiro. 2000.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Materiais betuminosos – **Determinação da penetração**. NBR 6576, 5p. Rio de Janeiro. 1998.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Materiais betuminosos para emprego em pavimentação**. NBR 7208, 2p. Rio de Janeiro. 1990.

ASPHALT INTITUTE. **Principles of hot-mix asphalt pavements**. Lexington: 1983. (Manual series, 22).

ASTM D 4402 (2002). **Standard Test Method for Viscosity Determinations of Unfilled Asphalts Using the Brookfield Thermosel Apparatus**.

ASTM D7175 – 08 (2005). **Standard Test Method for Determining the Rheological Properties of Asphalt Binder Using a Dynamic Shear Rheometer**. American Society for Testing and Materials.

ASTM D6373 – 15 (2008). **Specification for Performance Graded Asphalt Binder**. American Society for Testing and Materials.

AZEVEDO, Breno Costa de. **Análise do comportamento reológico dos ligantes asfálticos cap 50/70 e cap 55/75.** [2017]. 51 f. trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em engenharia Civil) - Universidade São Francisco, Campina Grande – Paraíba, 2017.

BALDO, José Tadeu. **PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA- materiais, projeto e restauração.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 558 p.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica – formação básica para Engenheiros.** 1. ed. ABEDA: Rio de Janeiro, 2008.

CARNEIRO, Mariana Souza. **Seleção do ligante asfáltico em função do clima e do tráfego da região de aplicação:** Estudo de caso - Rio de Janeiro. 2015. 70 f. trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

COELHO, Alaíde Luiza; RODRIGUES, Matheus; SOUSA, Hawinne; RESENDE Andressa de. **Impactos ambientais causados pelo descarte incorreto dos pneus inservíveis, e a sua utilização na massa asfáltica.** Revista Anuário de produções acadêmico - científicas dos discentes da faculdade Araguaia, Goiânia, v.3, n.3, 2014. Disponível em: <<http://www.fara.edu.br/sipe/index.php/anuario/article/view/285>>. Acesso em: 04 abr. 2020.

DOMINGOS, Matheus David Inocente; FAXINA, Adalberto Leandro. **Ensaio MSCR segundo as normas ASTM D7405-10a e AASHTO T350-14: um estudo de caso envolvendo ligantes asfálticos modificados.** Revista Transportes, v.24, n.3, 2016. Disponível em: <<https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/1115>>. Acesso em: 04 abr. 2020.

JÚNIOR, J., M., R. **Estudo das Propriedades Reológicas do Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP50/70) Modificado com Polímeros Funcionalizados.** 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2015.

LUCENA, Maria da Conceição Cavalcante. **Caracterização química e reológica de asfaltos modificados por polímeros.** 2005. 186 f. tese (Doutorado em química orgânica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

LEITE, L.F.M., **Estudo de Preparo e Caracterização de Asfaltos Modificados por Polímeros.** Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 1999.

MELO, João Victor Staub de. **Desenvolvimento e estudo do comportamento reológico e desempenho mecânico de concretos asfálticos modificados com nanocompósitos.** 2014. 414 f. tese (Doutorado em engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

ODA, Sandra; NASCIMENTO, Luís Alberto Herrmann do; EDEL, Guilherme. **Aplicação de asfalto-borracha na Bahia.** In: 3º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO

E GÁS, 3., 2005, Salvador. Anais eletrônicos... Salvador: 2005. Disponível em: <http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0672_05.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2020.

OLIVEIRA, Cláudio Roberto de; RIBEIRO, Sílvio José, GOMES, Carlos Augusto; SILVA, Gilberto. **Experimentos em misturas asfálticas com adição de borracha moída de pneus.** In: XIII INIC, IX EPG E III INIC JR, 3., 2009, São Paulo. Anais eletrônicos. São Paulo: UNIVAP, 2009. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/indice_geral.html>. Acesso em: 21 mar. 2017.

PANTAROTTO, Thiago da Cunha. **Concreto betuminoso usinado a quente modificado por asfalto borracha.** 2007. 81 f. Monografia (Bacharelado em engenharia Civil) - Universidade São Francisco, Itatiba, 2007.

SANCHES, Felipe Gustavo; GRANDINI, Fernando Hérique Bueno; JUNIOR, Orlei Baierle. **Avaliação da viabilidade financeira de projetos com utilização do Asfalto-Borracha em relação ao asfalto convencional.** 2012. 73 f. trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em engenharia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SILVA, Letícia Socal da. **Contribuição ao estudo do envelhecimento de ligantes asfálticos:** influência da adição de polímeros e comportamento frente a radiação UV. 2005. 155 f. tese (Doutorado em Engenharia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SOUZA, Luciana Alves De Souza; FIGUEREDO, Giane Lourdes Alves de Souza; SANTOS, Elizeu José dos; MARI, Marcelo Molina; BRITO, Rogério dos Reis, A destinação de pneus inservíveis numa transportadora da região norte do estado do Tocantins, **Revista JNT - Facit Business and Technology Journal**, v.1, n.1, 2017. Disponível em: <<http://revistas.faculdefacit.edu.br/index.php/JNT/article/download/139/144>>. Acesso em: 04 abr. 2020.

RESÍDUOS QUÍMICOS: UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM AO ENSINO DE QUÍMICA AMBIENTAL

Lavínia Hannah de Souza Pereira¹
Waltécio Cortez Gomes²
Isandra de França Medeiros³
Márcia Maria Fernandes Silva⁴

RESUMO

Os laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte campus Currais Novos estão em constante atividade, devido às pesquisas, atividades práticas que são realizadas pelos professores e alunos da instituição. Todas essas atividades causam a produção de resíduos químicos. A partir disso, o trabalho foi dividido em quatro etapas, cada uma com sua finalidade: a primeira etapa propôs-se a realizar análises qualitativas dos resíduos químicos que são produzidos dentro do campus, a segunda etapa foi identificando-os; a terceira e quarta etapa destinaram-se à realização de questionários com os professores da área de química e alimentos, e juntamente com o questionário a aplicação de uma oficina para os alunos que frequentavam os laboratórios, respectivamente. O intuito foi saber o ponto de vista deles a respeito dos resíduos químicos que são produzidos dentro do campus, sugestões de melhorias, dúvidas, entre outros pontos a respeito do tema. Pôde-se perceber que a temática de resíduos químicos está sendo desenvolvida paulatinamente dentro dos laboratórios, onde existe pouco diálogo entre técnicos, professores e alunos, mas que pode haver discussões futuras a respeito do tema, sendo possível buscar meios alternativos para o tratamento de resíduos químicos dentro do próprio campus, meios que amenizem a produção de resíduos durante as aulas práticas, já que o mesmo tem uma empresa privada para coletar os resíduos gerados nas aulas experimentais.

Palavras-chave: Resíduos químicos, química verde, laboratórios.

INTRODUÇÃO

A partir do século passado, vêm se tornando mais frequentes eventos como congressos, seminários, simpósios e encontros, para tratar de alternativas que venham a minimizar os efeitos dos descartes de resíduos químicos. Pode-se citar a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972), a ECO-92 - Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e o Desenvolvimento (Rio de Janeiro, 1992), entre outros eventos locais, nacionais e internacionais, preocupados com os problemas ambientais e sociais que começaram a aparecer

¹ Mestre pelo curso de Química da Universidade Estadual da Paraíba, souzalay19@gmail.com;

² Graduando do Curso de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, walteciocgn@hotmail.com;

³ Especialista pelo curso de Química da Universidade Estadual da Paraíba, isandra.medeiros@ifrn.edu.br;

⁴ Doutora pelo curso de Química da Universidade Federal da Paraíba, marciafsil762@gmail.com;

após a Segunda Guerra Mundial e a Revolução Industrial, como a contaminação dos solos e dos recursos hídricos, devido ao aumento na produção de resíduos, entre outros fatores.

Em Estocolmo (1972), pôde-se perceber a criação de diversas leis para amenizar os resíduos produzidos pelo homem, as quais vêm sendo alteradas e discutidas até os dias atuais. Anos depois do evento em Estocolmo, foi criada a “Química Verde”, também conhecida como “Química Sustentável”, através da qual se usariam os conhecimentos químicos para inverter tais situações de poluição em relação ao meio ambiente. Farias, Fávoro (2011) cita que a química verde está fundamentada em 12 princípios, alguns deles são: prevenção, sínteses com reagente de menor toxicidade, redução de usos de derivados, entre outros princípios, os quais ajudarão a sociedade a viver de forma mais sustentável, sem prejudicar tanto o meio ambiente.

De acordo com Teixeira, Ribeiro (2015), uma má gerência na produção de resíduos químicos, muitas vezes, torna-se impactante ao meio ambiente devido ao seu alto nível de toxicidade, prejudicando, assim, todos os recursos naturais com os quais os resíduos entram em contato. Dessa forma, deve-se ter uma atenção maior quanto ao manuseio dos reagentes que estão sendo produzidos, pois, ao término da prática, ele poderá se tornar mais um resíduo químico.

No entanto, Amaral et al. (2001, p. 419) relatou que “O resíduo de hoje pode ser o reagente de amanhã e o prejuízo ao meio ambiente pode ser reduzido”. Então, devem ser pesquisados métodos que amenizem os impactos ambientais, próprios da química verde, buscando alternativas diferenciadas para o descarte de resíduos.

Os resíduos químicos, de acordo com Alberguini, Silva e Rezende (2005), enquadram-se na classificação de resíduos sólidos pela NBR 10004/2004, os quais Penatti (2009) descreve como sendo toda substância química que apresenta algum tipo de risco ao meio ambiente ou à saúde do homem. Eles podem ser corrosivos, tóxicos, terem alta reatividade, tornando-se um resíduo perigoso em contato com outros materiais. Então, pode-se dizer que se faz necessário um gerenciamento e tratamento correto dos resíduos químicos, para que não causem nenhum impacto ambiental ou algum mal à sociedade.

O gerenciamento de resíduos é importante ao controle de um sistema, seja de entrada ou de saída de materiais. De acordo com a resolução CONAMA 307/2002:

Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos. (BRASIL, 2002).

Pode-se dizer que a definição de gerenciamento de resíduos do CONAMA orienta a utilizar os 3R's (reutilizar, reciclar e reduzir) nos locais que possuem esses tipos de resíduos, e a criar planos de controle dos materiais utilizados, tentando, ao máximo, amenizar o impacto ambiental e social.

A respeito do gerenciamento de resíduos químicos, Penatti discorre:

O gerenciamento de resíduos em laboratórios da área química consiste em padronizar as ações desenvolvidas. Primeiramente, separando os principais grupos químicos dos resíduos na fase de segregação. Após esta fase, devem-se definir as formas de transporte, armazenamento, tratamento e destinação final, de acordo com cada classificação genérica dos principais compostos. (PENATTI, 2009, p.112).

Contudo, todos os resíduos químicos devem ser administrados de forma correta, seguindo cada etapa do processo de gerenciamento, possibilitando, assim, um descarte correto para cada tipo de substância. Sabe-se que existem, para os resíduos químicos, diversos destinos: isso vai depender de cada tipo de resíduo e dos seus compostos a serem utilizados nos experimentos e nas indústrias.

Sabe-se que os resíduos químicos descartados de forma incorreta no meio ambiente podem se tornar resíduos perigosos, trazendo riscos ao meio ambiente e à sociedade, sendo eles substâncias inflamáveis, corrosivas, reativas ou radioativas (BAIRD, 2002).

Baird (2002), define as tais substâncias como: inflamáveis, aquelas que queimam facilmente; corrosivas, as que possuem um caráter ácido ou básico que pode causar corrosão ou deterioração facilmente em outros materiais; reativas, aquelas que reagem violentamente, ocasionando algum risco explosivo; radioativas, as que podem causar prejuízo à saúde das pessoas ou de outros seres vivos.

Os resíduos químicos são, em sua maioria, resíduos sólidos e líquidos, os quais, dependendo da forma de descarte, podem provocar sérios danos ao meio ambiente. Quanto a isso, Pacheco (2003) apud Penatti (2009, p. 70) descreve que um dos laboratórios do Instituto de Macromoléculas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IMA/UFRJ) enterrou, de forma imprópria, resíduos sólidos e líquidos em terrenos nas proximidades da universidade, fazendo com que esses resíduos chegassem até a Baía de Guanabara, poluindo aquela região. Tempos depois, foram criadas normas internas para o descarte correto desses resíduos.

Em novembro de 2015, na cidade de Mariana – MG, ocorreu o desmoronamento de uma barragem com “resíduos químicos” (metais pesados, devido aos processos realizados na mineração de ferro da região), o qual devastou cidades, rios e oceanos. Tal acontecimento

provocou sérios problemas ambientais de forma imediata, tais como “morte de pessoas, peixes e aves, contaminação dos rios, oceanos e florestas”; situações difíceis a longo prazo, como “a saúde das pessoas, contaminada pela água, seja no consumo da mesma ou de algum alimento vindo da região atingida”; além de ter afetado outros setores da região, como o socioeconômico, o turístico, entre outros (LOPES, 2016). Apesar desse acidente não ter ocorrido em nenhum laboratório ou centro de pesquisa, ele tomou grande proporção devido à barragem possuir rejeitos químicos que provocaram um enorme desastre ambiental.

Devido a essa poluição, existem vários problemas na sociedade com relação à saúde daquelas pessoas que têm contato de forma direta e indireta com algum alimento ou água contaminada por produtos tóxicos, sejam eles problemas mais simples até mais graves como o câncer. O meio ambiente sofre também manuseio incorreto dos resíduos químicos, ocasionando até a extinção de alguns animais, principalmente aqueles que vivem na água, como peixes e camarões.

Diante do exposto, os laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte campus Currais Novos tornou-se um objeto de estudo na rede de ensino da cidade de Currais Novos, uma vez que eles possuem estrutura física e estão em constante atividade, desde as aulas experimentais, atividades de pesquisas, a trabalhos de conclusão de cursos, dentre outras atividades. Então, pôde-se dizer que há uma demanda de reagentes e produtos que foram produzidos.

O presente estudo dos resíduos químicos do campus oferece uma visão a respeito do armazenamento, descarte desses materiais, produção e qualidade de resíduos que são produzidos, entre outros aspectos. O assunto pode ser trabalhado em diversos assuntos da química, como por exemplo: tipos de separação, tipos de resíduos químicos, alternativas sustentáveis, química verde, química ambiental, descarte de resíduos químicos, pontos de coletas, entre outros.

Desse modo, o trabalho teve como objetivo mostrar que é possível trazer uma temática de resíduos químicos para a sala de aula e para o laboratório, fazendo com que os alunos façam uma reflexão sobre o conteúdo até mesmo no seu cotidiano com intuito de conscientizá-los sobre o tema estudado.

METODOLOGIA

O trabalho foi dividido em quatro etapas, os dados foram coletados durante o período de dois meses de abril a junho de 2017, cada uma com sua finalidade: a primeira etapa realizou-se análises qualitativas dos resíduos químicos que são produzidos dentro do campus, a segunda etapa identificou-se os tipos de reagentes mais utilizados no campus, os produtos mais gerados e como estavam sendo realizados os seus descartes.

No terceiro momento, foi aplicado um questionário com dez professores da área de química e/ou de alimentos, que utilizavam os laboratórios de Laboratório de Química Geral, Laboratório de Alimentos, Laboratório de Química Orgânica e Laboratório de Meio Ambiente, a fim de saber se eles tinham noção de como era feito o tratamento desses resíduos químicos produzidos nas atividades experimentais realizadas por seus alunos, se eles utilizavam alguma técnica de separação, local para descartes, entre outras perguntas.

Por fim, a última etapa foi aplicar um questionário e ministrar uma oficina com os alunos da disciplina de Química Inorgânica descritiva do terceiro período da turma 2017.1 do curso de licenciatura em Química do campus Currais Novos. A disciplina foi composta por 22 alunos matriculados sendo que, para a aplicação do questionário e da oficina, houve a participação de onze alunos. Entretanto, a intenção era saber e informar se eles tinham conhecimento do que ocorriam com os resíduos químicos produzidos nas aulas experimentais. Dessa maneira, foi trabalhada a temática de resíduos químicos como forma de conhecimento profissional, abordando os principais pontos que podem ser observados quanto à temática, como, por exemplo, a química verde, as concepções alternativas dos tratamentos de resíduos químicos, as leis brasileiras sobre o tema discutido, entre outros pontos. Para tal, foi necessário o uso de materiais didáticos como projetor, quadro branco, pincel e visita aos laboratórios de química geral, alimentos, química orgânica e química ambiental, fazendo com que os alunos identificassem os locais de descarte dos resíduos químicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise Qualitativa dos reagentes

Os dados qualitativos foram obtidos no período de dois meses, ou seja, de abril a junho de 2017, semanalmente. Quando foram feitas as coletas dos resíduos químicos, verificavam-se

sempre quais eram os tipos de resíduos que estavam sendo analisados. Foram diagnosticados os seguintes resíduos: acetona, ácidos (clorídrico, nítrico e sulfúrico), fenol, álcoois, agente proteico, açúcar, análise de fibras, acetato de sódio, bases (hidróxidos de potássio e de sódio), corante verde metila, iodeto de potássio, óleo usado, sais inorgânicos e solventes orgânicos. Esses resíduos foram produzidos através das aulas experimentais, projetos de pesquisas e trabalho de conclusão de curso.

Análise dos resultados obtidos com os professores

No primeiro momento, foi realizado um levantamento de dados com dez professores, da área de química e/ou de alimentos, uma vez que são os que mais utilizaram no período de 2017.1, que iniciou o trabalho. Para tanto, os nomes dos professores foram preservados, sendo utilizados os seguintes códigos: P.01; P.02; P.03; P.04; P.05; P.06; P.07; P. 08; P.09 e P.10.

A primeira pergunta realizada para os professores referiu-se à frequência com que eles utilizavam os laboratórios.

Pôde-se perceber que os professores frequentavam os laboratórios com certa regularidade, sendo que alguns deles responderam baseando-se no mês corrido; outros tomaram como referência as atividades que ocorreram ao longo do período; ou ainda por meses anteriores, fazendo-se uma média. Também é perceptível que os professores realizam atividades práticas com seus alunos, fazendo o possível para não ficarem apenas na teoria, uma vez que as atividades práticas fazem com que os alunos possam desenvolver novas habilidades em sua carreira profissional. Como observou-se na Figura 01.

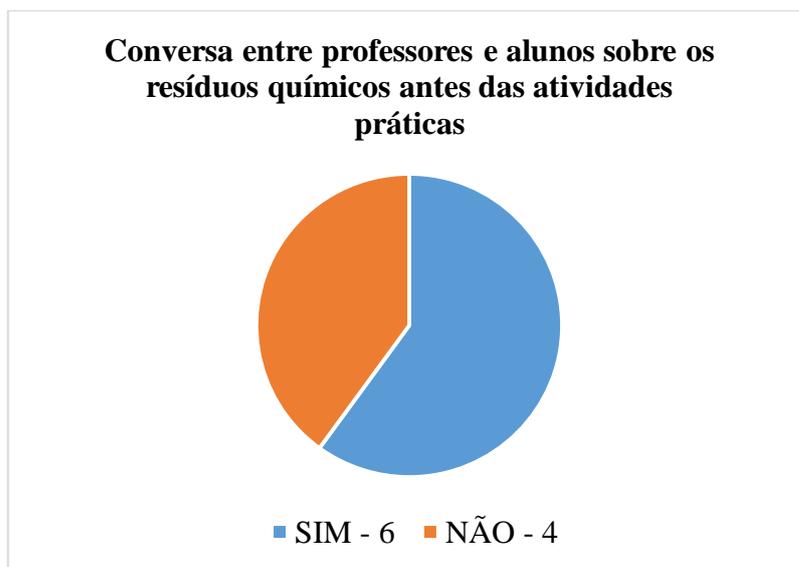
Figura 01- Frequência dos professores nos laboratórios



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao perguntar sobre o descarte dos resíduos químicos, se havia algum diálogo entre os professores e os alunos antes de alguma prática para falar a respeito dos descartes, apenas quatro dos dez professores responderam que não falavam sobre o descarte; os demais responderam afirmativamente que abordavam o tema, como observado na Figura 02.

Figura 02 - Conversa entre professores e alunos sobre os resíduos químicos antes das atividades práticas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Percebeu-se que mais de 50% dos professores falavam como era feito o descarte dos resíduos químicos, apenas dizendo o local onde o mesmo deveria acontecer, ou até mesmo aprofundando-se um pouco mais sobre o assunto.

Quando foi perguntado se os professores conversavam com os alunos sobre o descarte de resíduos químicos após as atividades práticas. Pode-se perceber que três professores não falavam nada dos resíduos químicos no início da aula, outras vezes falando ao término da prática. Isso, foi positivo, pois os alunos terão futuramente consciência do descarte de resíduos que eles produziram. Como ilustrado na Figura 03.

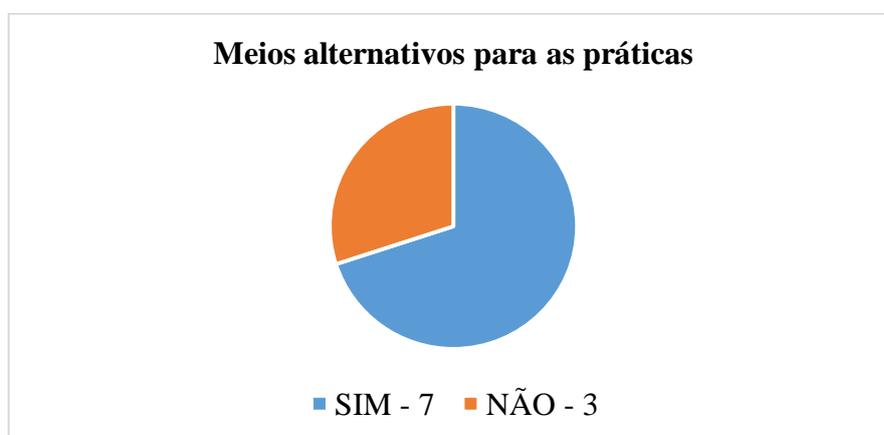
Figura 03 - Conversa entre professores e alunos sobre os resíduos químicos que são produzidos após as atividades práticas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando perguntados sobre buscar meios alternativos para a realização de suas práticas, visando amenizar os impactos ambientais, os professores deram as seguintes respostas: O P.01 relata “utilizar o mínimo de compostos químicos possíveis”, enquanto o P.06 faz “trabalho em grupos, reduzindo o número de amostras para descarte”; já o P.09 faz descarte seguro e o P.10 relatou diminuir as quantidades utilizadas, reduzir a concentração (diluir) e reutilizar em outras práticas. Como observado na Figura 04.

Figura 04 - Meios alternativos para as práticas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando perguntado sobre a importância da química verde nos laboratórios do campus, todos eles responderam que é importante ter a química verde como aliada para amenizar os impactos ambientais ocasionados pelo mau gerenciamento dos resíduos.

O P.10 respondeu que é importante ter a química verde como aliada dos laboratórios e complementou com outras alternativas: “evitar a utilização de reações que gerem/formem produtos nocivos; utilizar solventes que possam ser descartados sem impacto ambiental; utilizar matérias-primas provenientes de fontes renováveis; dar preferência ao uso de catalisadores para acelerar a reação diminuindo o custo, etc.”. Já o P.01 apontou que se deve “utilizar e descartar o mínimo possível de compostos químicos”. Percebeu-se que todos os professores têm a consciência dos benefícios da química verde para os laboratórios e, quando praticada corretamente, torna-se positiva, uma vez que evita a poluição do meio ambiente de uma forma geral.

Sobre a reutilização dos resíduos químicos, a Figura 05 mostrou que seis professores fazem a reutilização dos resíduos, quando possível; dois responderam que não possuem nenhum conhecimento de tratamento; um professor não faz a reutilização de nenhum resíduo; e o P.05 respondeu que não realiza, porém tem a pretensão de fazê-lo.

Figura 05 - Reutilização dos resíduos químicos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando perguntados sobre os danos ao meio ambiente causados pelo descarte incorreto dos resíduos químicos, todos os professores responderam que é clara a contaminação do solo e da água, a qual altera o pH dos locais danificados, causando morte da fauna e da flora, acúmulo de metais pesados, entre outros. O P.10 acrescenta, aos danos: “... irritação na pele, olhos, queimaduras, doenças respiratórias crônicas, do sistema nervoso, fígado, rins, até mesmo alguns tipos de câncer”, todos esses podem ser causados pela contaminação dos solos e das águas.

Quando perguntados sobre os reagentes que os professores costumavam usar com frequência, os mais citados foram: água, ácidos, bases, sais inorgânicos, solventes orgânicos, etanol, sulfatos, nitratos, carbonetos, óleos, álcool, indicadores orgânicos.

Para finalizar, foi perguntado aos professores se eles tinham algumas sugestões de melhoria nos laboratórios quanto ao tratamento, espaço físico, armazenamento dos resíduos químicos, entre outros, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte campus Currais Novos, obtendo-se as seguintes respostas: o P.01 falou do tratamento de neutralização; o P. 07 apontou a “Separação por grupo de elementos para que possam ser isolados posteriormente”; já o P.05 sugeriu as seguintes ações: “realizar o descarte de metais em frascos específicos para cada cátion durante aulas práticas. Realizar neutralização de algumas espécies químicas antes de promover o descarte, não somente o pH. Realizar oxidação de algumas espécies orgânicas, com o objetivo de torná-las menos tóxicas”; o P.02 sugeriu “A construção de uma bancada exclusiva para armazenar os recipientes usados para guardar os resíduos químicos”; enquanto o P.08 diz que os locais onde ficam os resíduos dentro dos laboratórios não são apropriados e sugere um “Local mais adequado, ou seja, não colocar embaixo da pia, colocar em armários”.

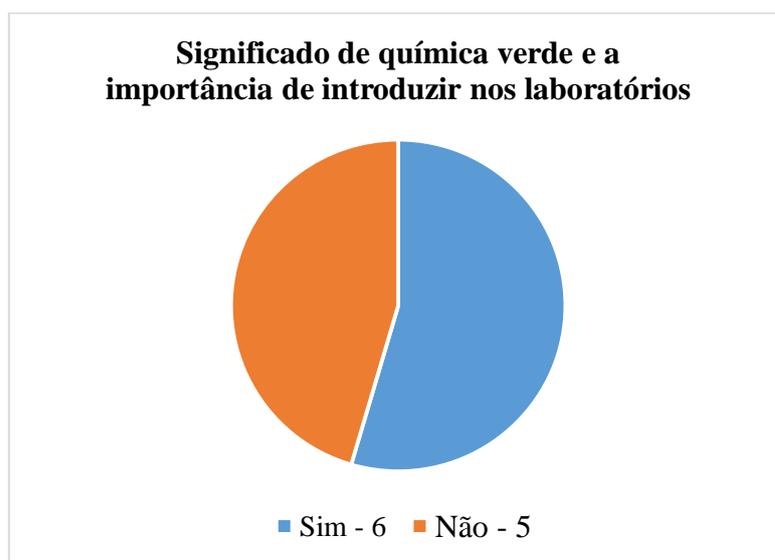
Aplicação do questionário com os alunos que frequentaram os laboratórios

A turma investigada foi da Licenciatura em Química do 3º período, mais precisamente aqueles alunos que estavam pagando a disciplina de Química Inorgânica Descritiva. Antes de aplicar o questionário, foi realizada uma oficina com a temática de resíduos químicos com os discentes, onde foi apresentado a eles sobre o uso consciente de resíduos químicos, os resíduos que são mais produzidos dentro do campus, qual a importância de fazer o descarte correto de tudo que é descartado, para que eles não o respondessem de forma avulsa, sem nenhuma orientação a respeito do tema.

A disciplina de Química Inorgânica Descritiva era composta por 22 alunos matriculados, sendo que, para a aplicação desse questionário e oficina, houve a participação de onze deles que estavam presentes na aula, os demais estavam ausentes, realizada após a abordagem da temática. As respostas foram descritivas e anônimas para preservar a identidade deles. Para tanto, foram utilizados os códigos: A.01; A.02; A.03; A.04; A.05; A.06; A.07; A.08; A.09; A.10 e A.11.

Na primeira pergunta, foi questionado se eles conheciam o significado de química verde e se eles achavam importante introduzi-la nos laboratórios do campus. A Figura 06 mostrou que mais de 50% dos alunos responderam afirmativamente a tal questionamento. Outros alunos responderam que não sabiam a importância da química verde.

Figura 06 - significado da química verde e a importância de introduzir nos laboratórios



Fonte: Elaborado pelo auto.

O A.09 respondeu sobre a química verde como sendo “importante nos laboratórios para que, da mesma forma que são produzidos resíduos químicos, também sejam produzidas substâncias para combatê-los e minimizá-los”. Para ele, a química verde é um estudo que deve ser trabalhado a todo momento devido a sua importância ambiental.

Em seguida, foi perguntado para eles se tinham conhecimento do descarte dos resíduos químicos do campus, foram obtidas as seguintes respostas:

O A.01 respondeu: “Tenho o conhecimento do local para fazer o descarte, mas, depois não sei para onde vai, além de saber somente onde é o descarte dos ácidos e bases, sendo, para mim, desconhecido o destino e/ou o local dos demais”. Em seguida, foi explicado aos alunos que todos os resíduos químicos ficam armazenados em um local ao lado do Laboratório de Química Geral, denominado como descarte de resíduos químicos, para que a empresa faça o recolhimento dos resíduos.

O A.03 respondeu que “nas práticas realizadas, os professores sempre orientam a colocar nos recipientes de plásticos ou vidros identificados”. O A.07 respondeu afirmativamente ao questionamento, relatando que o descarte é feito “através de recipientes contendo seus devidos rótulos, depois tendo uma empresa responsável pela coleta”. A maioria dos alunos sabe somente até a fase de colocar em um recipiente, porém não tem conhecimento do que é feito depois dessa etapa, que seria o momento em que resíduo químico é destinado a um local fora do laboratório, com o intuito de que a empresa responsável o recolha e lhe dê um destino final.

O A.04 “Sabia do conhecimento do descarte, mas não sabia como era o processo e a periodicidade do mesmo na coleta”, enquanto o A.10 tinha apenas um “Conhecimento parcial, sei apenas o motivo pelo qual devemos separá-los, porém não possuo conhecimento do que é feito pelas empresas de coletas”. Esses dois alunos, assim como vários outros, sabiam como era feito o descarte, porém não tinham conhecimento acerca do período em que a empresa fazia a coleta e o que era realizado após a mesma.

Quando foi perguntado se os professores comentavam sobre o descarte de resíduos químicos nas atividades práticas, os discentes afirmaram que os professores falavam sobre a temática nas aulas práticas como observado na Figura 07.

Figura 07- Os professores falam sobre os resíduos químicos no decorrer das atividades práticas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A resposta foi semelhante à dos professores, revelando que alguns destes falavam sobre o descarte de resíduos químicos e outros não discutiam nada sobre a temática, orientando, apenas, que colocassem os mesmos em seus recipientes.

Quando perguntado para os alunos se eles consideram importante ter um gerenciamento e um tratamento de resíduos químicos dentro do campus, todos os onze alunos responderam afirmativamente, relatando a importância de ser feito esse tipo de trabalho.

E, por fim, foi questionado se eles consideram o tema “resíduos químicos” relevante para ser trabalhado mais vezes nas disciplinas do curso, tendo atividades experimentais, por exemplo. Quanto a isso, todos os onze alunos responderam que sim. Alguns deles responderam da seguinte forma:

O A.01 respondeu que “Sim. Muitas vezes os professores visam apenas a produção, a prática, e não se preocupam com os resíduos que elas podem gerar. Esse tema é bastante importante, pois um aluno sem o devido conhecimento pode pôr em risco o meio ambiente, além de pôr a sua saúde em risco”.

De acordo com o A.02, é importante trabalhar a temática dos resíduos químicos “Porque seria uma forma de entendermos melhor como é feito o descarte desses resíduos, tendo em vista o meio que nos rodeia, pois, através do mesmo, poderíamos ser afetados”. Já o A.03 respondeu da seguinte maneira: “Sim, pois é um meio de conscientizar as pessoas a não poluir tanto e fazer o descarte correto”.

O A.05 respondeu que “Muitos dos alunos têm curiosidade sobre a temática, seria importante para nós. Além do que seria importante compreender esse tema, já que convivemos, muitas vezes, em laboratórios”.

O A.06 considerou importante saber sobre resíduos químicos, porque ele, como futuro professor de química, tem necessidade de saber sobre a temática para repassar para os alunos e, possivelmente, em suas práticas ele terá a noção de como fazer o descarte correto dos resíduos, sem prejudicar o meio ambiente nem a saúde pública.

De acordo com o A.11, “É preciso saber mais sobre o assunto, geralmente usamos e descartamos de forma incorreta, sem pensar na gravidade que pode ocorrer, é preciso focar um pouco mais no assunto para podermos descartar de forma correta e, assim, ajudar o meio ambiente”.

Para a maioria dos alunos que respondeu ao questionário e participou da oficina, é importante ter conhecimento sobre a temática devido à questão ambiental, evitando acidentes, poluição, entre outros, tornando essa temática relevante para o conhecimento pessoal e profissional de cada indivíduo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebeu-se que os professores compreendem a importância de ter a química verde quando se trata de resíduos químicos, uma vez que os princípios que a química verde defende possibilitam que sejam produzidos resíduos menos tóxicos ao meio ambiente.

Os alunos conhecem alguns aspectos referentes aos resíduos químicos e ao descarte deles, mas é possível perceber que o seu conhecimento é limitado, ou seja, eles têm apenas as informações de onde colocar os resíduos produzidos nas aulas práticas, não sabendo o que é feito depois do descarte.

O que pode ser feito é buscar mais informações para que os alunos tenham esse conhecimento que é de suma importância para a formação deles. Para tal, eles poderiam fazer trabalhos de pesquisa que contribuam para a minimização dos resíduos que são produzidos no local.

Por fim, o campus poderia buscar meios alternativos para tratar os resíduos químicos que sejam de fácil neutralização, ou de baixo custo em seu tratamento, evitando, assim, o acúmulo de resíduos químicos dentro do campus.

REFERÊNCIAS

ALBERGUINI, L. B.; SILVA, L. C.; REZENDE, M. O. O. **Tratamento de resíduos químicos** – guia prático para a solução dos resíduos químicos. São Carlos/SP: Rima, 2005.

AMARAL, Suzana T. et al. Relato de uma experiência: recuperação e cadastramento de resíduos dos laboratórios de graduação do instituto de química da universidade federal do rio grande do sul. **Quim. Nova**, v. 24, n. 3, 419-423, 2001. Disponível em < <http://www.s bq.org.br/publicacoes/quimicanova/qno1/2001/vol24n3/21.pdf> > Acessado em: 17 jun 2017.

BAIRD, Colin. **Química Ambiental**. Trad. Maria Angeles Lobo Recio; Luiz Carlos Marques Carreira. 2. ed. Porto Alegre/RS: Bookman, 2002.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**; Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002, p. 95-96.

FARIAS, Luciana A; FÁVARO, Déborah I. T. Vinte anos de química verde: conquistas e desafios. **Quim. Nova**, v. 34, n. 6, p.1089-1093, 2011. Disponível em < http://quimicanova.s bq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=4514 > Acessado em: 12 jun 2017.

LOPES, Luciano M. N. O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais. **Sinapse Múltipla**. 5 (1), jun 1-14, 2016. Disponível em < <http://periodicos.pucminas.br/index.php/sinapsemultipla> > Acessado em: 10 dez 2016.

PENATTI, Fábio B. **Gerenciamento de resíduos como instrumento de Gestão ambiental em laboratórios de análises e Pesquisa da área química**, 2009, p. 253, Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009. Disponível em < <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp123998.pdf> > Acessado em: 12 jun 2017.

TEIXEIRA, Regina A.; RIBEIRO, Andreza. P. Ações para minimizar a produção de resíduos nas aulas práticas de química em laboratórios de uma instituição de ensino superior. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE. 4. 2015, São Paulo, **Anais...** São Paulo: UNINOVE, 2015. Disponível em < <https://singep.org.br/4singep/resultado/580.pdf> > Acessado em: 12 jun 2017.

Questionário com os professores que utilizam os laboratórios.

1- Com qual frequência você utiliza os laboratórios de química e alimentos?

Não utiliza De 5-10 vezes no mês Mais de 10 vezes no mês

2- Você conversa com os seus alunos sobre os descartes de resíduos químicos?

Sim Não

3- Você busca meios alternativos para amenizar os impactos ambientais causados pelos resíduos químicos produzidos em suas aulas práticas?

Sim Não

Caso seja sim, quais?

4- Você considera importante introduzir a química verde nos laboratórios do campus Currais Novos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte?

Sim Não

Caso seja sim, qual/quais?

5- Você faz a reutilização de alguns produtos químicos ou de algum outro resíduo em alguma aula prática?

Sim Não Não tenho conhecimento dos métodos de tratamento

6- Antes de começarem as aulas práticas, você fala sobre os descartes dos resíduos que serão produzidos ao término da aula?

Sim Às vezes Não

7- Você conhece os danos ambientais causados pelos descartes incorretos dos resíduos químicos?

Sim Não

Caso sim, quais?

- 8- Você sabe como é realizado o descarte de resíduos químicos no campus Currais Novos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte?
- 9- Quais são os reagentes utilizados com maior frequência nas suas aulas práticas?
- 10- Você tem alguma sugestão de melhoria para tratamento, espaço físico, armazenamento dos resíduos químicos, entre outros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte campus Currais Novos?

Questionário com os alunos que frequentam os laboratórios

1- Você conhece o significado de química verde? Você considera importante introduzir a química verde nos laboratórios do campus Currais Novos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte?

() Sim () Não

Caso seja sim, qual/quais?

2- Você tem conhecimento de como é realizado o descarte de resíduos químicos no campus Currais Novos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte?

3- Os professores de química já falaram em algum momento, em suas atividades práticas, sobre o descarte dos resíduos químicos?

() SIM () NÃO

4- Você considera importante ter um gerenciamento e um tratamento desses resíduos no campus?

() SIM () TALVEZ () NÃO

5 – Você considera o tema “resíduos químicos” relevante para que seja trabalhado mais vezes nas disciplinas do curso que tenham atividades experimentais?

() SIM () TALVEZ () NÃO

Comente:

RESÍDUOS SÓLIDOS E ELETRÔNICOS: IMPLANTANDO AÇÕES DE COLETA SELETIVA NA COMUNIDADE INTERNA E EXTERNA DO IFS/CAMPUS ITABAIANA¹

Elisânia Santana de Oliveira²
Weverton Santos de Jesus³

RESUMO

O presente trabalho, reflexo de ações de um projeto de pesquisa e extensão, apresenta como foco principal o desenvolvimento de duas propostas convergentes para trabalhar o descarte inapropriado do lixo. A primeira, de âmbito interno, culminou na implementação da coleta seletiva de resíduos sólidos recicláveis no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Itabaiana (IFS/Campus Itabaiana). A segunda, de caráter externo, promoveu a instalação de um eco ponto para resíduos eletrônicos na referida instituição, que envolveu principalmente a comunidade do Bairro São Cristóvão, com uma população de 9 mil habitantes, localizada no município de Itabaiana-SE, onde está situada o referido campus. As ações foram desenvolvidas com a parceria do Consórcio Público do Agreste Central Sergipano (CPAC) e da startup RECICLI, especializada em reciclagem industrial. A parceria com essas instituições contribuiu para a formulação de instruções à cerca dos materiais que podiam ser destinados à coleta seletiva e para o conhecimento das formas de armazenamento à coleta dos resíduos sólidos e eletrônicos por esses órgãos parceiros. Além disso, ela possibilitou o desenvolvimento de ações de sensibilização com o público interno ao IFS/Campus Itabaiana e os habitantes do Bairro São Cristóvão atingidos pelas ações do projeto. Isso contribuiu para o desenvolvimento sustentável, para a participação cidadã, para a formação de sujeitos críticos e para a tomada de decisão quanto as questões ambientais e de conservação. Os dados alcançados no projeto contribuíram também para a construção de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) na área da Logística Reversa.

Palavras-chave: Resíduos sólidos, resíduos eletrônicos, lixo, eco ponto, desenvolvimento sustentável.

INTRODUÇÃO

As pessoas têm mudado seus hábitos de alimentação e consumo com passar das décadas. Na contemporaneidade, a alimentação decorre de muitos produtos industrializados que são armazenados em embalagens e posteriormente descartadas sem nenhum cuidado. Nesse contexto, o consumismo elevado e o descarte acelerado de produtos eletrônicos obsoletos são ações que têm contribuído para um dos grandes problemas contemporâneos: o lixo. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), estima que em média, cada habitante do país produz 1 Kg de resíduo por dia. Com uma população estimada em mais de

¹ O presente artigo é resultado de um projeto de pesquisa e extensão aprovado pelo Edital 16/2019/PROPEX/IFS e financiado pela Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão (PROPEX) do IFS.

² Mestre em Matemática e Professora do IFS/Campus Itabaiana, elisania.santana@ifs.edu.br;

³ Doutor em Educação e Professor do IFS/Campus Nossa Senhora da Glória, weverton.santos@ifs.edu.br

210 milhões de habitantes em 2019 (IBGE, 2010), o Brasil poderá alcançar mais de 210 mil toneladas de resíduos diariamente. O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019 apresentado pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), aponta que apenas 59,5% dos resíduos sólidos urbanos coletados em 2018 no país tiveram um destino adequado, indo para aterros sanitários. Isso significa que o restante, 43,3 milhões de toneladas, foram despejadas em locais inadequados e muito dos que tiveram destino adequado nos aterros sanitários, não foram reaproveitados ou reciclados.

O descarte irregular dos resíduos sólidos tem impactado o meio ambiente, contaminando rios, mares e solo, contribuindo para os alagamentos nas áreas urbanas em períodos de chuva e afetando diretamente a vida no planeta, inclusive a dos seres humanos. Além disso, a coleta seletiva que poderia dar um destino de reuso ou reciclagem desses materiais não contempla grande parte da população. No Brasil, em 2017, 1,3% da população urbana não foi atendida pelo serviço regular de coleta de resíduos domiciliares, conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) por meio do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos de 2017.

Diante desse contexto, existe em todo o mundo a crescente busca por soluções para os problemas de Gestão de Resíduos Sólidos (GRS), procurando a otimização dos recursos e a redução dos impactos ambientais causados pelo descarte irregular. Em 2015, os 193 países-membro da Organização das Nações Unidas (ONU), da qual o Brasil faz parte, reuniram-se em Nova York para discutir sobre a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável que é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Na oportunidade, foram traçados 17 objetivos de desenvolvimento sustentável e 169 metas, que constituem uma ambiciosa lista de tarefas para todas as pessoas, em qualquer localidade do mundo, a ser cumprida até 2030.

Um dos objetivos estipulados na Agenda 2030, é assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, almejando, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso, além de garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e conscientização para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal 12.305/2010, dispõe sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis, criando assim condições legais para promoção da GRS no país. Dentre tantos resíduos que tem poluído o planeta, o *plástico* e o

lixo eletrônico, são considerados os grandes causadores de problemas ambientais atualmente. Segundo Reis (2017, p. 236),

Por trás dos aparelhos de alta tecnologia, como celulares, computadores, tablets e máquinas fotográficas, que divertem e facilitam a vida de uma pequena parte da população mundial, há o custo voraz da degradação do meio ambiente, da água, do solo, do ar, além da perda da saúde de uma grande parte da população, justamente aquela que, por ironia, não tem acesso a esses aparelhos.

A referida autora, acrescenta ainda que, tomar consciência do problema, discutir alternativas de descarte e reciclagem e frear o consumismo, são passos fundamentais para a solução do problema do lixo no mundo.

O *plástico* demora mais de 400 anos para se decompor. Esse período temporal é determinante para a proliferação desse material no meio ambiente, em áreas inadequadas e nos lixões a céu aberto ainda existentes em vários lugares do planeta. Nos oceanos, a alarmante mortandade dos animais marinhos, em virtude da ingestão acidental de pequenas partículas oriundas da degradação de plásticos, bem como, do bloqueio que esse material faz impedindo a penetração de oxigênio para o desenvolvimento da flora marinha, demonstra o quanto o descarte irregular de plástico é um fenômeno preocupante.

A perspectiva global para o controle no descarte de resíduos plásticos nos oceanos nos próximos dez anos, não é nada animadora, apesar da existência vários projetos para o gerenciamento desse tipo de resíduo em prática no mundo. Segundo Parker (2020), a estimativa é de que 22 milhões ou até mesmo 58 milhões lixo plástico seja descartado nos oceanos, o que se torna uma condição animadora, haja vista que, sem os projetos governamentais e industriais em curso, afim de reduzir a poluição por plástico, a estimativa era de que 99 milhões de toneladas de resíduos plásticos fossem descartados no meio ambiente até 2030. Além disso, uma outra problemática mencionada pela autora, refere-se ao ritmo acelerado da produção de plásticos, que de longe, segue incomparável com a eliminação de plástico na natureza.

Na realidade, a produção está prevista para mais que dobrar até 2050 — chegando a uma expectativa de 756 milhões de toneladas, partindo das 308 milhões de toneladas de 2018, de acordo com um relatório publicado pelo Conselho Americano de Química em 2019. [...] A indústria atribui o crescimento futuro a dois fatores: aumento da população mundial e da demanda por bens de consumo feitos de plástico, alimentada pelo incremento do poder aquisitivo de uma classe média pujante (PARKER, 2020).

As medidas de coleta de resíduos plásticos no mundo, como os sistemas de reciclagem, compreendem apenas 12% do quantitativo de resíduos produzidos. Entre, as principais circunstâncias que alimenta esse baixo índice é estreita relação econômica entre a fabricação plástico novo e o processo de reaproveitamento após retirada do ambiente.

O problema é que o plástico virgem — a resina nova criada a partir do petróleo ou do gás natural — tem um custo de produção tão baixo que acaba enfraquecendo a economia do mercado de reciclagem. É simplesmente mais barato fabricar plástico novo do que coletar, separar e processar plástico descartável para ser reutilizado como matéria-prima (PARKER, 2020).

Anualmente, o planeta produz 53 milhões de toneladas de *lixo eletrônico*, com estimativas a alcançar o patamar de 74 milhões de toneladas em 2030, segundo o relatório *Global E-Waste Monitor 2020*⁴, da Aliança Mundial para o Controle Estatístico dos Resíduos Eletrônicos⁵. É, sem dúvidas, a montanha de lixo que mais cresce no mundo, e o que torna essa informação ainda mais angustiante, é saber que tudo dos eletroeletrônicos poderia ser reciclado e reaproveitado, tendo em vista os metais e materiais que compõe esses produtos.

Mesmo assim, no ano passado menos de um quinto dessa montanha de lixo foi reciclada. O resto tem destino incerto. Uma parte vai parar no lixo comum e acaba sendo largada num lixão ou queimada. Outra parte vai parar na mão de comerciantes que consertam eletrodomésticos e os revendem em países de renda per capita mais baixa do que as nações industrializadas. [...] Esse desmonte ocorre sem o uso de luvas ou qualquer tipo de proteção. A queima também é perigosa, tanto para a saúde humana como para o meio ambiente, pois, além de materiais valiosos, eletrodomésticos também podem conter substâncias venenosas (WELLE, 2020).

Na estrutura, nas telas e baterias dos celulares, tablets, notebooks e computadores estão presentes vários elementos químicos, como prata, cobre, platina, mercúrio, chumbo, lítio, cádmio, níquel, que exigem um manuseio delicado, pois são tóxicos e agressivos a saúde humana, a água, o solo e o ar. O chumbo e mercúrio, conhecidos como *metais pesados*, demoram anos para se decompor, e quando descartados no meio ambiente podem contaminar os lençóis freáticos e rios, sendo absorvidos por peixes e outros animais silvestres, contaminando toda uma escala alimentar, inclusive os humanos, que se alimentam dos pescados.

⁴ Fonte: <https://globalewaste.org/>

(83) 3322.3222⁵ International Solid Waste Association (ISWA).

Assim sendo, presente trabalho, reflexo de ações de um projeto de pesquisa e extensão, teve como objetivo geral promover a coleta seletiva dos resíduos sólidos recicláveis do IFS/Campus Itabaiana e a coleta seletiva de resíduos eletrônicos no município de Itabaiana com a instalação de um eco ponto no referido campus, atendendo a princípio a demanda da comunidade do Bairro São Cristóvão.

Além disso, com o desenvolvimento deste trabalho, alguns dados importantes foram alcançados afim de contribuir para a produção de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) vinculado ao Curso Superior de Tecnologia em Logística do campus com uma pesquisa firmada nos princípios da Logística Reversa.

METODOLOGIA

O município de Itabaiana está situado na região do Agreste Central do estado de Sergipe e, segundo dados do último censo demográfico de 2010, possui 89.967 habitantes, com estimativa de 95.427 habitantes em 2019. O Bairro São Cristóvão está situado em uma região periférica da cidade e possui mais de 9.000 mil habitantes (IBGE, 2010). Nele, está localizada a sede do IFS/Campus Itabaiana, inaugurada em março de 2018 e atendendo atualmente 578 alunos, com ofertas regulares dos cursos de Manutenção e Suporte em Informática, Agronegócio, Curso Superior de Tecnologia em Logística e Curso Superior em Ciência da Computação.

No tocante à problemática do lixo e à coleta seletiva em Itabaiana, dados coletados por meio de uma pesquisa sobre a opinião dos cidadãos itabaianenses à cerca dessa temática, realizada por alunos do Curso Superior de Tecnologia em Logística do IFS/Campus Itabaiana, com participação de 231 moradores deste município no período de 31 de outubro a 15 de novembro do ano 2019, mostrou que 97% dos participantes reconhecem os impactos ambientais causados pelo descarte irregular de resíduos e 64,1% não conhecem nenhuma prática de coleta seletiva desenvolvida pela prefeitura de Itabaiana nas feiras livres, no comércio e nos condomínios. Porém, menos de 35%, classificaram a coleta seletiva da cidade como excelente ou satisfatória.

A partir desses dados e, tendo em vista que um dos princípios norteadores e valorativos do IFS, é a preservação do meio ambiente a sustentabilidade, e ainda, considerando que o IFS/Campus Itabaiana, por conta do Decreto Federal Nº 5. 940/2006 que institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, está implicado com a necessidade de promover

alternativas e/ou caminhos que promovam a coleta seletiva em seu âmbito interno. Bem como, da Política Nacional de Resíduos Sólidos, regida pela Lei Federal Nº 12.305/2010, que serviu de base teórica para a aprovação em Itabaiana, da Lei Municipal Nº 1.741/2014 e dispõe sobre a criação do Programa de Coleta Seletiva com inclusão Social e Econômica dos Catadores de Material Reciclável e o Sistema de Logística Reversa e seu Conselho Gestor e dá outras providências, ilustram bem o conjunto de justificativas que promovem o desenvolvimento deste trabalho, uma vez que, apesar dessas normas, o IFS/Campus Itabaiana ainda não realiza a coleta seletiva de seus resíduos e a prefeitura de Itabaiana carece de ampliar a coleta seletiva em seu município.

Assim, presente trabalho, reflexo de ações de um projeto de pesquisa e extensão, apoiou-se no desenvolvimento de duas propostas integradoras. A primeira, de âmbito interno, implementou a coleta seletiva de resíduos sólidos recicláveis no IFS/Campus Itabaiana, atendendo a determinação do Decreto Federal Nº 5.940/2006 que institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta. A segunda, atendeu à comunidade externa, a do Bairro São Cristóvão, onde encontra-se a sede da mencionada instituição, com a instalação de um eco ponto para resíduos eletrônicos no IFS/Campus Itabaiana.

Para o desenvolvimento da primeira proposta deste projeto, foi estabelecida uma parceria com o Consórcio Público do Agreste Central Sergipano (CPAC). O consórcio foi criado com base na Lei 11.107/2005 que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências, criando condições favoráveis para que os federados possam desenvolver ações em cooperação visando ao atendimento do bem comum. A criação do CPAC visa atender à Política Nacional de Resíduos Sólidos, conforme Lei Federal Nº 12.305/2010, que trata das diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

O consórcio atende a 20 municípios do Agreste Central do estado de Sergipe a saber: Areia Branca, Campo do Brito, Carira, Cumbe, Divina Pastora, Frei Paulo, Itabaiana, Macambira, Malhador, Moita Bonita, Nossa Senhora Aparecida, Nossa Senhora das Dores, Pedra Mole, Pinhão, Riachuelo, Ribeirópolis, Santa Rosa de Lima, São Domingos, São Miguel do Aleixo, Siriri. Seu papel é gerenciar as ações de cooperativas de catadores de resíduos sólidos e orgânicos nesses municípios, firmar parcerias com instituições públicas e privadas com o objetivo de ampliar a coleta seletiva, orientando-as quanto aos tipos de materiais que podem ser reaproveitados ou reciclados e quanto à forma correta de armazená-

los até o seu recolhimento pelas cooperativas, além de promover ações de sensibilização para a importância da participação de todos no combate a um dos grandes problemas contemporâneos que é a produção excessiva de lixo com o não reaproveitamento dos resíduos.

Atualmente, existe apenas uma cooperativa de catadores de resíduos gerenciada pelo CPAC, desenvolvendo suas atividades desde 2018 no Centro Regional de Triagem de Materiais Recicláveis Engenheiro Thiago Pietro, situado às margens da rodovia que liga os municípios de Itabaiana e Ribeirópolis e atendendo a 45 catadores, sendo 15 cooperados.

Nesse contexto, vários diálogos foram estabelecidos com membros do CPAC buscando orientações para a correta execução da coleta seletiva no IFS/Campus Itabaiana. A partir disso, o consórcio tem fornecido orientações sobre os resíduos secos e orgânicos que podem ser reaproveitados nos âmbitos da instituição, bem como, sobre os tipos de recipientes utilizados para seu devido armazenamento. Além disso, ficou ainda acordado com o consórcio, a promoção de treinamentos dos servidores que fazem a limpeza da referida instituição para o correto manuseio e armazenamento dos resíduos e também de ações de sensibilização com a comunidade escolar, a exemplo de palestras, oficinas e minicursos, com o objetivo de que todos possam contribuir com a coleta seletiva dentro e fora deste ambiente. É importante destacar, que o consórcio, por meio da cooperativa por ele gerenciada, iniciará o recolhimento dos resíduos na sede da instituição.

Uma vez que, a supracitada cooperativa ainda não consegue fazer a triagem de todos os tipos de resíduos reaproveitáveis e recicláveis, a exemplo dos resíduos eletrônicos, para o desenvolvimento da segunda proposta deste trabalho, foi estabelecida também a parceria da Empresa RECICLI – Reciclagem Inteligente, situada no Sergipe Parque Tecnológico - SergipeTec, no município de São Cristóvão, em Sergipe.

A RECICLI é uma startup especializada em reciclagem industrial (a única no Norte-Nordeste com essa especialidade) e com a missão de atuar na Reciclagem Industrial de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e industriais (RSI) de forma inovadora e responsável (social e ambientalmente), contribuindo para o desenvolvimento da Logística Reversa e da Economia Circular.

A parceria com a RECICLI, portanto, está contribuindo para dar um destino de reuso ou reciclagem para resíduos provenientes de aparelhos eletrônicos como: impressoras, celulares, computadores, etc., recolhidos da comunidade do Bairro São Cristóvão e também da própria comunidade do IFS/Campus Itabaiana com a instalação de um eco ponto para resíduos eletrônicos na sede de nosso Campus.

Cabe ressaltar que, com a oferta do Curso Técnico em Manutenção e Suporte em Informática e do Curso Superior de Ciência da Computação, o campus dispõe de sete laboratórios de informática e um de eletrônica, gerando continuamente resíduos eletrônicos. A Empresa RECICLI, assim, está como responsável por pelo recolhimento periódico na instituição, além do desenvolvimento de palestras no Campus sobre as ações da empresa como forma de evidenciar a relevância social que essas ações representam.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

À princípio, devido a pandemia do Corona Vírus, muitas ações anteriormente projetadas foram reajustadas e adaptadas a fim de minimizar os efeitos da suspensão das aulas presenciais no IFS/Campus Itabaiana e de maximizar o cumprimento das medidas de distanciamento social e sanitárias exigidas pelos órgãos competentes. Diante desse contexto, apresentamos os seguintes resultados:

i. Orientações do CPAC para a implementação da coleta seletiva no campus, a saber: treinamento para os servidores responsáveis pela limpeza do campus a fim de realizarem a correta separação e armazenamento dos resíduos coletados, e ações de sensibilização da comunidade escolar como por exemplo a Live “O papel do Consórcio público na gestão dos resíduos sólidos Urbanos”, proferida pelo superintendente do CPAC, Evanílson Santana Santos (Fig.1). Na referida ocasião, aberta a comunidade estudantil e ao público em geral, o superintendente do CPAC dialogou sobre: o papel e a estrutura organizacional do CPAC, as leis e os principais documentos reguladores da Política Nacional de Resíduos Sólidos; abordou as principais orientações sobre os tipos de resíduos reaproveitáveis e recicláveis; a forma correta de descarte nos coletores que serão distribuídos pelos diversos setores da instituição e sobre a relevância socioambiental dessas ações (Fig.2).

COLETA SELETIVA

O Papel do Consórcio Público na Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos

Evanilson Santana Santos
Superintendente do CPAC
Consórcio Público do Agreste Central de Sergipe

MEDIADORES:

Dr. Cleidilson de Jesus Cunha
Professor de Geografia
IFS - Campus Itabaiana

Me. Elisânia Santana de Oliveira
Professora de Matemática
IFS - Campus Itabaiana

Transmissor:
YouTube
IFS Campus Itabaiana

27/10 | 20h

INSTITUTO FEDERAL
Sergipe
Campus Itabaiana

Figura 1. Divulgação da Live “O papel do Consórcio público na gestão dos resíduos sólidos Urbanos”

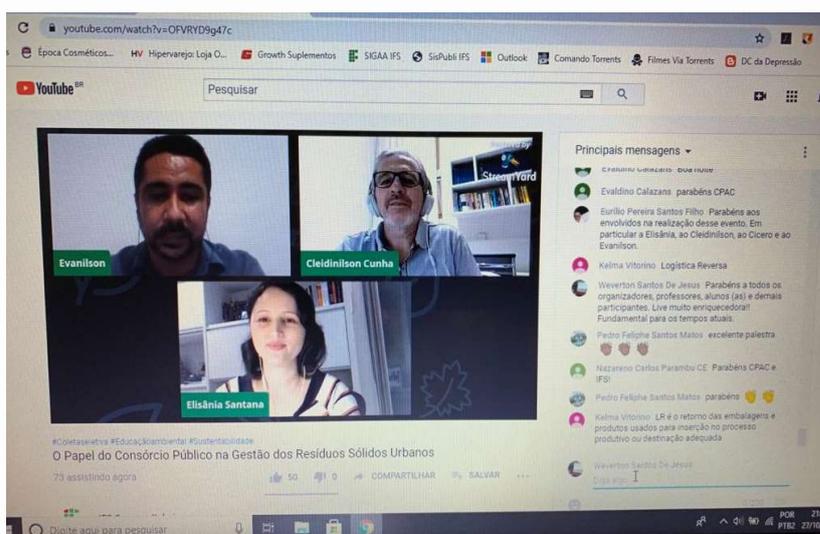


Figura 2. Realização da Live com Evanilson Santana Santos (Superintendente do CPAC)

ii. Instalação de eco pontos em locais estratégicos da instituição, bem como, o quantitativo de coletores para o armazenamento dos resíduos (Fig.3).



Figura 3. Eco ponto situado no corredor do IFS/Campus Itabaiana

iii. Divulgação de informações e ações do projeto por meio de redes sociais (Facebook, Instagram e Whatsapp) dos pesquisadores e dos canais oficiais de comunicação do IFS/Campus Itabaiana (Fig. 4), como também, das emissoras de rádios local, afim de ampliar a divulgação para além dos âmbitos internos da instituição, motivando inclusive outros órgãos escolares, setores da comunidade externa e cidades vizinhas.



Figura 4. Divulgação no Instagram do IFS/Campus Itabaiana

iv. Aquisição de 20 lixeiras de 60 L cada para coleta dos resíduos sólidos no IFS/Campus Itabaiana (Fig.3).

v. Contratação de serviços gráficos para produção de banners (Fig.5), faixas (Fig.6), adesivos para as lixeiras e cartazes para divulgar a coleta seletiva que estará ocorrendo na instituição e sobre a existência de eco pontos para resíduos eletrônicos a serem distribuídos na comunidade do campus e do Bairro São Cristóvão.

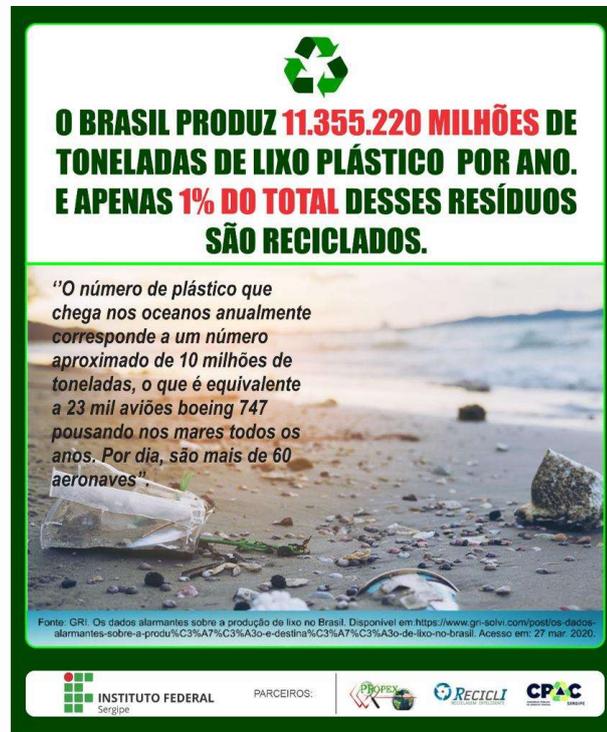


Figura 5. Banner informativo sobre a produção e destino do lixo plástico no Brasil



Figura 6. Faixa informativa sobre o ponto de coleta de resíduos eletrônicos no IFS/Campus Itabaiana

vi. Do mês de Setembro ao dia 12 de Novembro de 2020, foram coletados 225Kg de resíduos eletrônicos (Fig.6 e Fig.7), advindos da comunidade externa, que deslocou esse montante até o ponto de coleta localizado no IFS/Campus Itabaiana. Na referida instituição, foram também coletados 30 Kg de resíduos sólidos. Todo o material foi recolhido pela RECICLI, startup especializada em reciclagem industrial.



Figura 6. Resíduos eletrônicos oriundos da comunidade externa.



Figura 7. Resíduos eletrônicos oriundos da comunidade externa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do cenário imposto pela pandemia da COVID-19 e das diversas limitações encontradas para execução, o desenvolvimento deste projeto de pesquisa e extensão, deixou marcas de contribuição para a preservação do meio ambiente e para o desenvolvimento sustentável, por meio de ações como a coleta seletiva dos resíduos sólidos recicláveis produzidos no âmbito interno do IFS/Campus Itabaiana, da instalação de um eco ponto para resíduos eletrônicos na referida instituição, atendendo à comunidade externa, sobretudo, a do Bairro São Cristóvão onde está localizado esse campus, promovendo ações de sensibilização nas comunidades interna e externa do IFS/Campus Itabaiana, de maneira a fazer com que os sujeitos atingidos possam repensar suas ações no que diz respeito à produção de lixo.

Além disso, a partir de ações de sensibilização, efetuadas principalmente de forma online, espera-se ter contribuído para a ampliação da coleta seletiva em Itabaiana e nos municípios circunvizinhos, fortalecendo com isso a cooperativa administrada pelo CPAC e possibilitando, inclusive, a ampliação do número de cooperados.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2019**. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em 28 nov. 2109.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em 28 nov. 2109.

_____. Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006. **Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências**. Brasília, 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm. Acesso em 28 nov. 2109.

BRUNI, A. L. **Estatística aplicada à gestão empresarial**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

CISCATO, A. M. et. al. **Química**. 1. ed. Vol. 3. São Paulo: Moderna, 2016.

EMDAGRO. **Município de Itabaiana**. Disponível em: <https://www.emdagro.se.gov.br/wp-content/uploads/2019/08/Itabaiana.pdf>. Acesso em 15 nov. 2019.

IBGE. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/itabaiana/panorama>. Acesso em 15 nov. 2019.

ITABAIANA. **Sistema de coleta seletiva**. Disponível em: <https://itabaiana.se.gov.br/leitura/9/sistema-de-coleta-seletiva>. Acesso em 15 nov. 2019.

_____. Lei nº1.741, de 20 de fevereiro de 2014. **Dispõe sobre a criação do Programa de Coleta Seletiva com inclusão Social e Econômica dos Catadores de Material Reciclável e o Sistema de Logística Reversa e seu Conselho Gestor e dá outras providências**. Itabaiana, 2014. Disponível em: <https://itabaiana.se.gov.br/lei/4062/lei-no-1-741-2>. Acesso em 15 nov. 2019.

PARKER, Laura. Poluição por plástico é um problema grave — mas ainda não é tarde demais para solucioná-lo. **National Geographic**, Brasil, 11 de out. de 2020. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/ciencia/2020/10/poluicao-por-plastico-e-um-problema-grave-mas-ainda-nao-e-tarde-demais>>. Acesso em: 17 de nov. de 2020.

ONU. **Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods12/>. Acesso em 28 nov. 2109.

PEREIRA, A. L. et. al. **Logística reversa e sustentabilidade**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

REIS, M. **Química: ensino médio**. Vol. 2. São Paulo: Ática, 2017.

SNIS. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos.** Disponível em: [http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos sólidos/diagnostico-rs-2017](http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2017). Acesso em 28 nov. 2109.

WELLE, Deutsche. Montanha de lixo eletrônico não para de crescer no mundo. **G1 Mundo**, Brasil, 05 de jul. de 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2020/07/05/montanha-de-lixo-eletronico-nao-para-de-crescer-no-mundo.ghtml>>. Acesso em: 17 de nov. de 2020.

RESISTÊNCIA BACTERIANA A ANTIBIÓTICOS: UMA BREVE REVISÃO

Jéssica Talita Zagonel¹
Emanuele Fernanda Zagonel²
Nathalia Francine Ogliari³

RESUMO

O termo antibiótico é designado a drogas com emprego no tratamento de infecções bacterianas. Ao serem introduzidos inicialmente na prática clínica, os antibióticos demonstraram extrema eficiência na eliminação de bactérias patogênicas, levando muitos a crerem que as doenças infecciosas se tornariam um problema do passado. Todavia, para cada novo antibiótico desenvolvido, seguiu-se a descoberta de bactérias resistentes a este. A resistência bacteriana a antibióticos não é um fenômeno novo, mas sim um processo natural evolutivo, e dentre os mecanismos envolvidos no processo de resistência citam-se: inativação do antibiótico por enzimas, modificação ou transmissão do alvo ou aquisição de vias metabólicas alternativas. Com base no exposto, o presente trabalho buscou realizar um breve levantamento bibliográfico a respeito dos antibióticos e os mecanismos de transferência de resistência a estes por parte das bactérias, bem como formas de disseminação de bactérias resistentes e antibióticos no meio ambiente. Ao término do estudo, constatou-se que inicialmente se acreditava que a pressão seletiva causada pelo mal e excessivo uso dos antibióticos era a causa principal, se não a única do desenvolvimento da resistência bacteriana aos antibióticos. Entretanto, pesquisas apontaram a existência de genes de resistência aos antibióticos em ecossistemas onde não havia relatos da presença deste fármaco. E apesar de nem todos os processos evolutivos envolvidos estarem totalmente esclarecidos, inúmeros pesquisadores afirmam que o consumo indiscriminado e o manejo inadequado vêm acelerando o processo de desenvolvimento dos mecanismos de resistência bacteriana a estes fármacos, colocando em risco o bem-estar a vida de inúmeros seres vivos.

Palavras-chave: Bactérias resistentes, Gene de resistência, Transferência Horizontal de resistência, Ações antrópicas.

INTRODUÇÃO

O primeiro composto antibiótico, a penicilina, foi descoberto em 1928 por Alexander Fleming, que publicou suas descobertas em 1929 (DAVIES; DAVIES, 2010; LOBANOVSKA; PILLA, 2017; GAYNES, 2017). Contudo, seus esforços em purificar o composto provaram estar além de suas capacidades (GAYNES, 2017).

Em posse do artigo de Fleming sobre a penicilina Ernst Chain, na Universidade de Oxford, propôs ao seu supervisor, Howard Florey, que tentassem isolar o composto. Em 1939,

¹Mestre em Ciência e Biotecnologia pela Universidade do Oeste de Santa Catarina - Unoesc, jessica.zagonel@unoesc.edu.br;

²Graduanda pelo Curso de Biotecnologia Industrial da Universidade do Oeste de Santa Catarina - Unoesc, emanuele_zagonel@yahoo.com.br;

³Graduanda pelo Curso de Engenharia Química da Universidade do Oeste de Santa Catarina - Unoesc,

Florey montou uma equipe para trabalhar neste processo, e Chain por fim conseguiu purificar com sucesso a penicilina. Após tal feito, a equipe de Oxford passou a testar a eficácia clínica deste composto. (GAYNES, 2017)

A descoberta da penicilina provocou uma mudança de paradigma no tratamento de doenças bacterianas. Não só as doenças infecciosas mortais se tornaram tratáveis, mas a disponibilidade de antibióticos também possibilitou novos tipos de intervenções médicas, como o transplante de órgãos. (AMINOV, 2009; WRIGHT, 2010)

Entretanto, o emprego bem-sucedido dos antibióticos foi e está sendo comprometido pelo desenvolvimento potencial de tolerância ou resistência a esse composto por parte das bactérias (DAVIES; DAVIES, 2010). O processo de resistência é considerado um fenômeno natural evolutivamente conservado (KÜMMERER, 2009a; WRIGHT 2010).

As bactérias dispõem de diferentes mecanismos que não as tornam susceptíveis a ação dos antibióticos. Dentre estes, citam-se: modificação do alvo, efluxo e destruição catalisada por enzima (WRIGHT, 2010). A transferência ou desenvolvimento dos genes que codificam para os diferentes mecanismos de resistência podem ocorrer por meio da transferência horizontal de genes ou mutação (MARTINEZ, 2009).

A disseminação dos genes de resistência devido à exposição contínua de bactérias a antibióticos consiste numa das maiores preocupações com a relação à contaminação do meio ambiente por tais fármacos (KÜMMERER, 2009a; HUERTA et al., 2013). Existem várias fontes que contribuem para o aumento da presença de antibiótico no meio ambiente, são exemplo disto: resíduos hospitalares, estações de tratamento de águas residuais, eliminação inadequada de medicamentos, uso veterinário e agrícola (pecuária e aquicultura) (KHAN et al., 2013), entre outros.

Diante do exposto, no presente artigo encontram-se expostas informações gerais sobre os antibióticos e seus mecanismos de ação, além de uma explanação a respeito da origem das estruturas bacterianas de resistência a este fármaco e os mecanismos envolvidos no desenvolvimento e transferência de genes de resistência. Ao término, explana-se como o ser humano vem contribuindo para acelerar este processo de resistência, pondo em risco todo um sistema de tratamento clínico contra infecções.

METODOLOGIA

O presente trabalho fundamentou-se em um levantamento bibliográfico de artigos científicos elaborados nos idiomas português ou inglês, publicados no período de 2000 a 2017

e que se encontram disponíveis nas bases de dados do Google Scholar, Portal de Periódicos CAPES e PubMed.

Em decorrência das distinções nos processos de indexação entre as bases de dados, decidiu-se pela busca por termos livres, sem o uso de vocabulário controlado (descritores). Os termos: *antibiotic resistance gene*, *antibiotic resistance*, *antibiotics in the water*, *contamination with antibiotics*, *antibiotic resistance bacteria*, antibióticos e bactérias resistentes a antibióticos foram, então, utilizados para localizar os artigos.

ANTIBIÓTICOS: INFORMAÇÕES E CLASSIFICAÇÕES

A definição de antibiótico foi proposta pela primeira vez por Selman Waksman, que o descreveu como “um composto produzido por um microrganismo que mata ou inibe o crescimento de outro microrganismo” (DAVIES; DAVIES, 2010). E, apesar de originalmente o termo designar compostos produzidos por microrganismos, atualmente quaisquer drogas (sintéticas ou naturais) com capacidade para tratar infecções bacterianas são denominadas antibióticos (MARTINEZ, 2009).

A descoberta dos antibióticos é considerada um dos eventos mais significativos relacionados à saúde, e não apenas pelo seu impacto no tratamento de doenças infecciosas (DAVIES; DAVIES, 2010). Os antibióticos são amplamente empregados para melhorar a saúde humana, animal e vegetal, prevenindo e tratando infecções causadas por bactérias (KÜMMERER, 2009b; BOUKI; VENIERI; DIAMADOPOULOS, 2013). Ademais, estudos apontam aplicações terapêuticas adicionais para estes, como medicamento auxiliar no tratamento de doenças cardiovasculares, agentes imunossupressores, agentes antivirais, antitumorais ou anticancerígenos (DAVIES; DAVIES, 2010).

De forma geral, os antibióticos têm por alvo a fisiologia e a bioquímica das bactérias, sendo cinco os alvos principais: síntese do DNA e RNA, metabolismo do ácido fólico (vitamina B9), membrana celular, síntese de proteínas ou a parede celular (WRIGHT, 2010). Os antibióticos β -lactâmicos, por exemplo, atuam sobre as proteínas de ligação da camada de peptidoglicano, impedindo a formação da parede celular das bactérias (RADHOUNI et al., 2011; VAN HOEK et al., 2011).

Os antibióticos podem ser classificados segundo sua estrutura química ou mecanismo de ação, e por se tratarem de um grupo diversificado de produtos químicos, são divididos em subgrupos (Tabela 1). Cabem ressalvas que a partir da década de 90 não houve o descobrimento de nenhuma nova classe deste fármaco.

Tabela 1 - Principais classes e grupos de compostos antibióticos.

Classe	Grupo	Subgrupo	Exemplo
β-lactâmicos	Penicilinas	Benzil-penicilinas	Fenoximetilpenicilina
		Isoxazolilpenicilinas	Oxacilina
		Aminopenicilinas	Amoxicilina
		Carboxipenicilinas	Carbencilina
		Acilaminopenicilinas	Piperacilina
	Cefalosporinas	Cefazolina	Cefazolina
		Grupo Cefuroxima	Cefuroxima
		Grupo Cefotaxima	Cefotaxima
	Carbepenemas	Cefalexina	Cefprozil
			Meropenem
Tetraciclina	-	-	Doxiciclina
Aminoglicosídeos	-	-	Gentamicina 1C
Macrólidos			Eritromicina A
Glicopeptídeos			Vancomicina
Sulfonamidas			Sulfametoxazol
Quinolonas			Ciprofloxacina

Fonte: Adaptado de Kümmerer (2009)

RESISTÊNCIA AOS ANTIBIÓTICOS: UM FENÔMENO NATURAL

Diversas espécies bacterianas multiplicam-se rápido o suficiente para dobrar sua população a cada 20-30 minutos, permitindo-lhes desenvolver mutações para adaptarem-se às mudanças ambientais desfavoráveis (KÜMMERER, 2009b). Isto possibilitou a elas a colonização dos mais diferentes habitats, e, por sua vez, a posse de diversas enzimas que podem cooperar na degradação de inúmeros compostos, incluindo antibióticos (MARTINEZ, 2009).

Já em seu discurso no Prêmio Nobel em 1945, Alexander Fleming alertou que as bactérias poderiam se tornar resistentes a esses compostos notáveis. E de fato, o desenvolvimento de cada novo antibiótico foi seguido pela detecção de resistência a ele. (WHO, 2014)

Acreditava-se que a pressão seletiva causada pelo mal e excessivo uso dos antibióticos era a causa principal, se não a única do desenvolvimento da resistência bacteriana aos antibióticos. Todavia, estudos demonstraram a existência de genes de resistência a antibióticos

em ecossistemas onde não há relatos da presença deste fármaco. (MUNIESA; COLOMER-LLUCH; JOFRE, 2013)

Exemplos que comprovam as afirmações anteriores vêm de estudos realizados em uma comunidade indiana guarani, localizada no Chaco boliviano, que possuem uma mínima exposição aos antibióticos. Neste cenário, a análise molecular mostrou que os genes de resistência adquiridos não eram muito diferentes dos que circulam em áreas expostas a este fármaco e evidenciou uma notável diversidade de clones resistentes e tipos de genes de resistência (BARTOLINI et al., 2009). Além disto, foram encontradas bactérias multirresistentes numa região de cavernas sem contato com atividades antrópicas no Novo México, EUA, que havia sido isolada há 4 milhões de anos (BHULLAR et al., 2012; BERGLUND, 2015).

Um dos argumentos que explicam a ocorrência de genes de resistência em ambientes sem pressão seletiva aparente, refere-se aos baixos custos energéticos de adaptação de genes de resistência a antibióticos (GULLBERG et al., 2011; VAZ-MOREIRA; NUNES; MANAIA, 2014). Assim, as cepas que abrigam resistência e mutações compensatórias (mutações que podem aliviar os custos de aptidão associados a uma dada resistência adquirida) passam a ter uma vantagem seletiva no ambiente, principalmente na presença de resíduos antimicrobianos (ANDERSSON; HUGHES, 2010; VAZ-MOREIRA; NUNES; MANAIA, 2014).

Outra possível explicação, sugere que os genes bacterianos de resistência a antibióticos possivelmente estariam envolvidos na desintoxicação por antibióticos nos organismos produtores (MAK; XU; NODWELL, 2014). Porém, a razão pela qual os microrganismos produzem antibióticos ainda não está totalmente clara, já que os níveis produzidos pelos microrganismos são geralmente inferiores as concentrações inibitórias mínimas, sugerindo, assim, que tais compostos possam ter outra função. Evidências mostram que doses subinibitórias desempenham vários papéis no ambiente, como: substâncias reguladoras, moléculas de sinalização de comunicação, ativação da transcrição, estimulação da adesão bacteriana (biofilme), aumento da frequência de mutação ou supressão de virulência (VAZ-MOREIRA; NUNES; MANAIA, 2014; MARTINEZ, 2009; AMINOV, 2009; BERGLUND, 2015).

Pesquisas apontam que evitar a atividade dos antibióticos nem sempre foi o papel primário de alguns determinantes de resistência a este fármaco. Por exemplo, sugeriu-se que as β -lactamases codificadas por plasmídeo (determinantes de resistência a antibióticos) poderiam originalmente ter sido proteínas de ligação a penicilina envolvidas na síntese de peptídeoglicanos e sua atividade contra antibióticos β -lactamas um efeito secundário

(MARTINEZ, 2009). Além disto, a resistência a antibióticos e a resistência a poluentes tóxicos, como metais pesados, é frequente no mesmo organismo (BAQUERO; MARTÍNEZ; CANTÓN, 2008; MARTINEZ, 2009).

Em suma, a explicação para a origem dos genes que codificam para os mecanismos de resistência antibiótica e o real motivo pela qual algumas bactérias os produzem (na ausência da exposição contínua a antibióticos) ainda figura um motivo de discussão e divergências entre pesquisadores, requerendo extremo cuidado com afirmações.

MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE RESISTÊNCIA

O conhecimento a respeito dos mecanismos bioquímicos e genéticos envolvidos na resistência bacteriana é de grande importância, e, apesar destes mecanismos variarem entre as diferentes espécies, a resistência é causada por alguns fatores básicos como (WHIGHT, 2010; GUIMARÃES; MOMESSO; PUPO, 2010; VAN HOEK et al., 2011; BHULLAR et al., 2012):

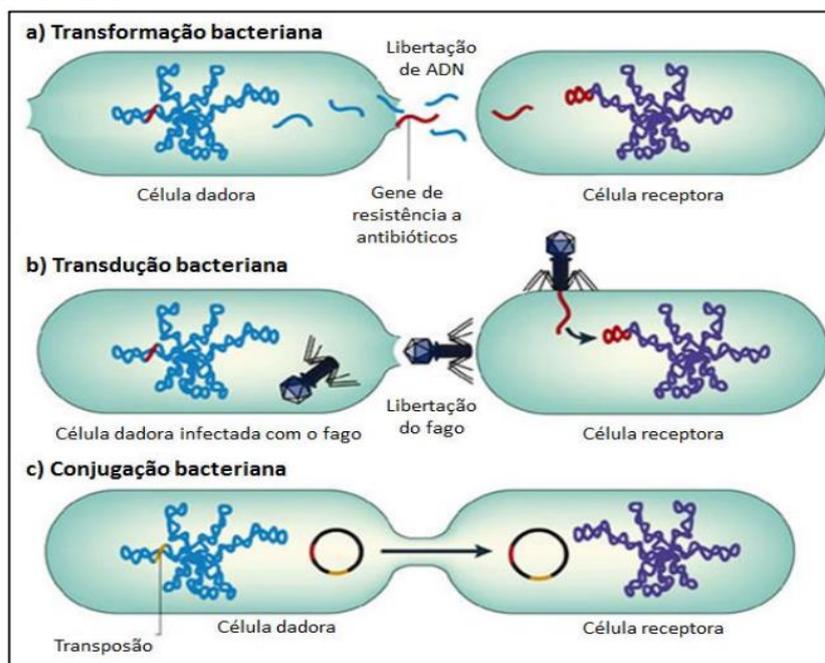
- Inativação do antibiótico diretamente na molécula bioativa por alterações químicas, geralmente promovidas por enzimas bacterianas;
- Modificação do alvo que leva à perda de sensibilidade ao antibiótico;
- Mudanças na bomba de efluxo e permeabilidade externa da membrana que promovem a redução da concentração do antibiótico sem sua modificação química;
- Transmissão do alvo - algumas bactérias se tornam insensíveis a alguns antibióticos porque são capazes de transmitir a inativação de uma determinada enzima, ou seja, os antibióticos com mecanismos de ação que envolvem inibição enzimática tornam-se inativos por não terem o alvo para atuar;
- Aquisição de vias metabólicas alternativas àquelas inibidas pela droga.

A transferência de genes de resistência está associada a fenômenos como mutação e transferência horizontal de genes (DAVIES; DAVIES, 2010). A mutação é uma alteração na sequência de bases do DNA, sendo que podem ser espontâneas ou forçadas. As mutações espontâneas ocorrem na ausência da intervenção de agentes causadores de mutação, como radiação e produtos químicos, sendo o contrário aplicado para as mutações forçadas (TORTORA; FUNKE; CASE, 2010).

A transferência horizontal de genes (Figura 1) é responsável pela disseminação de uma grande variedade de genes de resistência a antibióticos entre espécies distintas de bactérias (GAZE et al, 2011). A transferência horizontal de genes pode ocorrer por meio de mecanismos, como conjugação, transformação e transdução (MUNIESA; COLOMER-LLUCH; JOFRE, 2013), sendo que:

- Conjugação refere-se a um processo que transcorre entre células bacterianas, da mesma ou de diferentes espécies, que, ao entrarem em contato direto, trocam pequenas porções de material genético, como plasmídeos e elementos conjugativos integrativos. (BERGLUND, 2015);
- Transdução envolve bacteriófagos que desempenham um papel na disseminação do DNA entre as bactérias. Estes fazem isso por um processo onde o DNA bacteriano, em vez do DNA do fago, é empacotado na cabeça do fago e injetado na bactéria receptora. (VAN HOEK et al., 2011);
- A transformação ocorre quando DNA “nu” é liberado na lise de um organismo e englobado no material genético por outro. Neste processo, o DNA é absorvido pelas bactérias receptoras e incorporado no genoma do hospedeiro por recombinação homóloga ou transposição. (FURUYA; LOWY, 2006; VAN HOEK et al., 2011)

Figura 1 – Mecanismos de Transferência Horizontal de Genes de resistência



Fonte: Adaptado de Furuya e Lowy (2006)

As principais plataformas móveis genéticas envolvidos na transferência da resistência bacteriana a antibióticos são: plasmídeos (fragmentos de DNA que contêm a própria origem de replicação e genes que codificam funções que lhes permitem transferir para novos hospedeiros através de conjugação), transposons (consistem em pequenos segmentos genéticos com capacidade de transloucar de uma região de uma molécula de DNA para outra e, ao contrário dos plasmídeos, não contêm uma origem de replicação) e integrons (elementos genéticos que incluem componentes de um sistema de recombinação específico de sítio que lhes permite capturar e mobilizar genes, em particular determinantes de resistência antibiótica). (DEPARDIEU et al., 2007; TORTORA; FUNKE; CASE, 2010; SMILLIE et al., 2010; VAN HOEK et al., 2011; GAZE et al., 2011)

A EFICÁCIA DOS ANTIBIÓTICOS EM RISCO

O emprego abusivo e indevido de antibióticos vem auxiliando, se não acelerando, o processo de desenvolvimento e disseminação da resistência a antibióticos em bactérias (WRIGHT, 2010; BERGLUND, 2015). Uma vez desenvolvida, esta resistência é capaz de espalhar-se globalmente (LAXMINARAYAN et al., 2006), colocando em risco a saúde e futuros tratamentos médicos e agropecuários.

Dentro do contexto clínico, tais abusos incluem a prescrição de antibióticos sem a infecção estabelecida ser propriamente bacteriana (ALLEN et al., 2010), não-conformidade do paciente com a prescrição completa (LAXMINARAYAN et al., 2006), automedicação (em países onde não há controle de venda de antibióticos), falta geral de educação e conscientização da sociedade a respeito do uso (BERGLUND, 2015) e descarte correto de tais fármacos.

Soma-se ao descrito anteriormente o fato de que atualmente muitos dos antibióticos disponíveis, não se destinam apenas para a terapia humana, mas igualmente para fins pecuários (MARTINEZ, 2009). Estes são empregados com intuito de auxiliar no crescimento, engorda e profilaxia de criações de animais, principalmente na aquicultura (KÜMMERER, 2009a; BERGLUND, 2015).

Em termos clínicos medidas como: restrição no uso de antibióticos, prescrições precisas, necessidade da apresentação de receita média para compra (DAVIES; DAVIES, 2010) e a completa adesão do paciente ao tratamento, podem minimizar os impactos no surgimento de patógenos resistentes (LAXMINARAYAN et al., 2006).

A adoção de estratégias de combinação entre antibióticos ou com outros fármacos também deve ser considerada (LAXMINARAYAN et al., 2006; WRIGHT, 2010). Como

exemplo, o uso conjunto de antibióticos β -lactâmicos com ácido clavulânico, composto inibidor das enzimas β -lactamas, responsáveis pela degradação destes antibióticos em bactérias resistentes. Porém, estudos indicam que as bactérias têm encontrado mecanismos para anular ou ultrapassar este tratamento também (DAVIES; DAVIES, 2010).

Com relação ao ramo de criação de animais, medidas já adotadas por diferentes países, como a proibição ou controle de venda de antibióticos para fins veterinários de crescimento e engorda (MARTINEZ, 2009; AMÉRICO et al., 2013; BOUKI; VENIERI; DIAMADOPOULOS, 2013), precisariam ser levadas em conta e adotadas pelos demais países do globo terrestre. Além disso, a Organização Mundial da Saúde, em um documento publicado em 2000, recomenda que os antimicrobianos normalmente prescritos para humanos não deveriam mais ser usados para promover o crescimento em animais (WHO, 2000).

As ações citadas anteriormente, conjuntamente com o reforço da importância das práticas de higienização, emprego de melhorias no saneamento e na qualidade de acesso a água potável em muitos países (WHO, 2014), podem colaborar com a redução da incidência de resistência bacteriana no mundo. A estas ações pode-se somar ainda a conscientização da população mundial a respeito dos riscos do uso contínuo e sem necessidade dos antibióticos, além da orientação sobre a correta forma de eliminação destes fármacos quando inutilizados.

A ÁGUA COMO PRINCIPAL VEÍCULO DE DIFUSÃO DE ANTIBIÓTICOS E BACTÉRIAS RESISTENTES A ESTES FÁRMACOS

Diferentes estudos apontam para a importância dos parâmetros ambientais (como, por exemplo, água ou solo) sobre o ciclo da resistência aos antibióticos na natureza. A água é um dos habitats bacterianos mais importantes na Terra, é uma forma importante de disseminação de microrganismos na natureza e a via pela qual os genes de resistência e os próprios antibióticos são introduzidos em ecossistemas bacterianos. (BAQUERO; MARTÍNEZ; CANTÓN, 2008; VAZ-MOREIRA; NUNES; MANAIA, 2014)

Inúmeras fontes contribuem para a presença de antibióticos e bactérias resistentes a estes fármacos em corpos hídricos (KHAN et al., 2013). No meio urbano, dentre estas fontes, destacam-se: águas residuárias hospitalares (FUENTEFRÍA; FERREIRA; CORÇÃO, 2011) descartadas diretamente ou tratadas de forma inadequada; águas residuárias tratadas de maneira ineficiente em estações de tratamento, descarga direta de águas residuárias em corpos hídricos sem tratamento, aterros (LOCATELLI; SODRÉ; JARDIM, 2011) mal instalados, lodo das estações de tratamento de água e águas residuárias depositados na forma de fertilizantes

(BERGLUND, 2015) e eliminação inadequada de antibióticos não utilizados (KHAN et al., 2013) ou vencidos.

Em muitos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, os sistemas de tanque sépticos, fossas e latrinas são comuns para armazenar e tratar águas residuárias, e a água que percola a partir destas instalações contém bactérias e antibióticos que podem comprometer a qualidade dos corpos hídricos receptores. (CABRAL, 2010)

No meio rural, os antibióticos e as bactérias propagam-se até corpos hídricos por meio de excretas dos animais ou no uso direto dos antibióticos, como no caso na aquicultura (BERGLUND, 2015). As excretas normalmente são lavadas do solo superior, após a chuva, e carregadas até as águas superficiais ou infiltram-se, atingindo águas subterrâneas. Além disso, também é possível a descarga direta, especialmente a partir de processamento de carne (KÜMMERER, 2009a; SEGURA et al., 2009), da lixiviação dos tanques para armazenar esterco ou a partir da aplicação deste como fertilizante em terras agrícolas (CABRAL, 2010; AMÉRICO, 2013).

Os antibióticos, bem como as bactérias patogênicas e potencialmente patogênicas, atingem o meio aquático constantemente. Muitos desses organismos abrigam genes de resistência a antibióticos, capazes de serem transmitidos entre as comunidades bacterianas (BAQUERO; MARTÍNEZ; CANTÓN, 2008). Assim, a coexistência de microrganismos em um mesmo ambiente propicia a troca de determinantes de resistência a antimicrobianos entre grupos de bactérias (SCHNEIDER; NADVORNY; SCHMIDT, 2009). Além disto, tem-se a pressão exercida pela presença de um poluente químico com capacidade de inferir um processo de mutação forçada ou favorecendo a seleção de bactérias resistentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os antibióticos inicialmente eram obtidos de microrganismos produtores de tais compostos, atualmente estes podem ser sintetizados em laboratórios. A descoberta dos antibióticos revolucionou a medicina e sua inserção terapêutica permitiu que doenças infecciosas causadas por microrganismos, antes classificadas como incuráveis, passassem a ter tratamento.

Porém, a cura as infecções bacterianas sofreu um revés, pois a cada descoberta de um novo antibiótico, surge microrganismos capazes de combater a ação de tal fármaco. Soma-se a esta problemática, o fato de que desde a década de 90 que não há o desenvolvimento de um

novo antibiótico, colocando a prova muitos dos protocolos de tratamentos clínicos empregados atualmente.

Por mais que evidências apontem que os genes de resistência a antimicrobianos possam ser encontrados em bactérias que não tiveram contato com este composto, inúmeros pesquisadores apontam que o mal uso, descarte incorreto, tratamento inadequado de águas residuárias e água para abastecimento humano, aplicação de antibióticos para engorda de animais, entre outras ações, vem acelerando o processo de disseminação de microrganismos resistentes. Em outras palavras, as próprias ações humanas estão colocando em risco uma das maiores descobertas da ciência.

REFERÊNCIAS

ALLEN, H. K.; DONATO, J.; WANG, H. H.; CLOUD-HANSEN, K.A.; DAVIES, J.; HANDELSMAN, J. Call of the wild: antibiotic resistance genes in natural environments. **Nature Reviews Microbiology**, v. 8, p. 1-9, mar. 2010. Disponível em: <http://www.nature.com/nrmicro/journal/v8/n4/abs/nrmicro2312.html>. Acesso em: 15 fev. 2020.

AMÉRICO, J. H. P.; TORRES, N. H.; AMÉRICO, G. H. P.; CARVALHO, S. L. Ocorrência, destino e potenciais impactos dos fármacos no ambiente. **SaBio Revista de Saúde e Biologia**, v. 8, n. 2, p. 59-72, maio/ago. 2013. Disponível em: <http://revista.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios2/article/view/1298>. Acesso em: 15 fev. 2020.

AMINOV, R. I. The role of antibiotics and antibiotic resistance in nature. **Environmental Microbiology**, v. 11, n. 12, p. 2970-2988, 2009. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19601960>. Acesso em: 16 fev. 2020.

ANDERSSON, D. I.; HUGHES, D. Antibiotic resistance and its cost: is it possible to reverse resistance? **Natural Reviews Microbiology**, v. 8, n. 4, p. 260-271, abr. 2010. Disponível em: <http://www.nature.com/nrmicro/journal/v8/n4/full/nrmicro2319.html>. Acesso em: 16 fev. 2020.

BAQUERO, F.; MARTÍNEZ, J.; CANTÓN, R. Antibiotics and antibiotic resistance in water environments. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 19, n. 3, p. 260-265, jun. 2008. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958166908000591>. Acesso em: 16 fev. 2020.

BARTOLONI, A.; PALLECCHI, L.; RODRÍGUEZ, H.; FERNANDEZ, C.; MANTELLA, A.; BARTALESI, F.; STROHMEYER, M.; KRISTIANSOON, C.; GOTUZZO, E.; PARADISI, F.; ROSSOLINI, G. M. Antibiotic resistance in a very remote Amazonas community. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 33, n. 2, p. 125-129, fev. 2009. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18947984>. Acesso em: 15 fev. 2020.

BERGLUND, B. Environmental dissemination of antibiotic resistance genes and correlation to anthropogenic contamination with antibiotics. **Infection Ecology Epidemiology**, v. 5, p. 1-10, set. 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4565060/>. Acesso em: 15 fev. 2020.

BHULLAR, K.; WAGLECHNER, N.; PAWLOWSKI, A.; KOTEVA, K.; BANKS, E. D.; JOHNSTON, M. D.; BARTON, H. A.; WRIGHT, G. D. Antibiotic resistance is prevalent in an isolated cave microbiome. **PLOS**, v. 7, n. 4, p. 1-11, abr. 2012. Disponível em: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0034953>. Acesso em: 22 mar. 2020.

BOUKI, C.; VENIERI, D.; DIAMADOPOULOS, E. Detection and fate of antibiotic resistant bacteria in wastewater treatment plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 91, n. 1, p. 1-9, maio 2013. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651313000328>. Acesso em: 15 fev. 2020.

CABRAL, J. P. S. Water microbiology. Bacterial pathogens and water. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 7, n. 10, p. 3657-3703, 2010. Disponível em: <http://www.mdpi.com/1660-4601/7/10/3657/htm>. Acesso em: 22 fev. 2020.

DAVIES, J.; DAVIES, D. Origins and evolution of antibiotic resistance. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 74, n. 3, p. 417-433, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2937522/>. Acesso em: 15 fev. 2020.

DEPARDIEU, F.; PODGLAJEN, I.; LECLERCQ, R.; COLLATZ, E.; COURVALIN, P. Modes and modulations of antibiotic resistance gene expression. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 20, n. 1, p. 79-114, jan. 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1797629/>. Acesso em: 15 fev. 2020.

FUENTEFRIA, D. B.; FERREIRA, A. E.; CORÇÃO, G. Antibiotic-resistant *Pseudomonas aeruginosa* from hospital wastewater and superficial water: are they genetically related? **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 1, p. 250-255, jan. 2011. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479710002860>. Acesso em: 22 fev. 2020.

FURUYA, E. Y.; LOWY, F. D. Antimicrobial-resistant bacteria in the community setting. **Nature Reviews Microbiology**, v. 4, p. 36-45, jan. 2006. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16357859>. Acesso em: 15 fev. 2020.

GAYNES, R. The Discovery of Penicillin - new insights after more than 75 years of clinical use. *Emerging Infectious Diseases*, v. 23, n. 5, p. 849-853, maio 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5403050/>. Acesso em: 15 fev. 2020.

GAZE, W. H.; ZHANG, L.; ABDOUSLAM, N. A.; HAWKEY, P. M.; CALVO-BADO, L.; ROYLE, J.; BROWN, H.; DAVIS, S.; KAY, P.; BOXALL, A. B. A.; WELLINGTON, E. M. H. Impacts of anthropogenic activity on the ecology of class 1 integrons and integron-associated genes in the environment. **The ISME Journal**, v. 5, n. 8, p. 1253-1261, mar. 2011.

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3146270/>. Acesso em: 15 fev. 2020.

GUIMARÃES, D. O.; MOMESSO, L. S.; PUPO, M. T. Antibióticos: importância terapêutica e perspectivas para a descoberta e desenvolvimento de novos agentes. **Química Nova**, v. 33, n. 3, p. 667-679, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422010000300035. Acesso em: 15 fev. 2017.

GULLBERG, E.; CAO, S.; BERG, O. G.; ILBÄCK, C.; SANDEGREN, L.; HUGHES, D.; ANDERSSON, D. I. Selection of resistant bacteria at very low antibiotic concentrations. **PLoS Pathogen**, v.7, n. 7, p. 1-9, jul. 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3141051/>. Acesso em: 16 fev. 2020.

HUERTA, B.; MARTI, E.; GROS, M.; LÓPEZ, P.; POMPÊO, M.; ARMENGOL, J.; BARCELÓ, D.; BALCÁZAR, J. L.; RODRÍGUEZ-MOZAZ, S.; MARCÉ, R. Exploring the links between antibiotic occurrence, antibiotic resistance, and bacterial communities in water supply reservoirs. **Science of the Total Environment**, v. 456-457, p. 161-170, jul. 2013. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969713003756>. Acesso em: 16 fev. 2020.

KHAN, G. A.; BERGLUND, B.; KHAN, K. M.; LINDGREN, P.; FICK, J. Occurrence and abundance of antibiotics and resistance genes in rivers, canal and near drug formulation facilities – a study in Pakistan. **PLoSOne**, v. 8, n. 6, p. 1-8, jun. 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3696045/>. Acesso em: 15 fev. 2020.

KÜMMERER, K. Antibiotics in the aquatic environment: a review part I. **Chemosphere**, v. 75, n. 4, p. 417-434, abr. 2009a. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19185900>. Acesso em: 15 fev. 2020.

_____. Antibiotics in the aquatic environment: a review part II. **Chemosphere**, v. 75, n. 4, p. 435-441, abr. 2009b. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19178931>. Acesso em: 15 fev. 2020.

LAXMINARAYAN, R.; BHUTTA, Z.; DUSE, A.; JENKINS, P.; O'BRIEN, T.; OKEKE, I. N.; PABLO-MENDEZ, A.; KLUGMAN, K. P. Drug resistance. In: JAMISON, D. T.; BREMAN, J. G.; MEASHAM, A. R.; ALLEYNE, G.; CLAESON, M.; EVANS, D. B.; JHA, P.; MILLS, A.; MUSGROVE, P. (ed.). **Disease control priorities in developing countries**. 2. ed. Washington, DC: World Bank; 2006. p. 1031-1051. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21250349/>. Acesso em: 15 fev. 2020.

LOBANOVSKA, M.; PILLA, G. Penicillin's discovery and antibiotic resistance: lessons for the future? **Yale Journal of Biology and Medicine**, v. 90, p. 135-145, mar. 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28356901/>. Acesso em: 22 fev. 2020.

LOCATELLI, M. A. F.; SODRÉ, F. F.; JARDIM, W. F. Determination of antibiotics in Brazilian surface waters using liquid chromatography–electrospray tandem mass spectrometry. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 60, n. 3, p. 385-393, abr. 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00244-010-9550-1>. Acesso em: 22 fev. 2020.

MAK, S.; XU, Y.; NODWELL, J. R. The expression of antibiotic resistance genes in antibiotic-producing bacteria. **Molecular Microbiology**, v. 93, n. 3, p. 391-402, ago. 2014. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/mmi.12689/full>. Acesso em: 22 fev. 2020.

MARTINEZ, J. L. The role of natural environments in the evolution of resistance traits in pathogenic bacteria. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 276, p. 2521-2530, 2009. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2684669/>. Acesso em: 15 fev. 2020.

MUNIESA, M.; COLOMER-LLUCH, M.; JOFRE, J. Could bacteriophages transfer antibiotic resistance genes from environmental bacteria to human-body associated bacterial populations? **Mobile Genetic Elements**, v. 3, n. 4, p. 1-4, jul. 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3812792/>. Acesso em: 15 fev. 2020.

SCHNEIDER, R. N.; NADVORNY, A.; SCHMIDT, V. Perfil de resistência antimicrobiana de isolados de *Escherichia coli* obtidos de águas superficiais e subterrâneas, em área de produção de suínos. **Biotemas**, v. 22, n. 3, p. 11-17, set. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/download/19480/17911>. Acesso em: 17 fev. 2020.

SEGURA, P. A.; FRANÇOIS, M.; GAGNON, C.; SAUVÉ, S. Review of the occurrence of anti-infectives in contaminated wastewaters and natural and drinking waters. **Environmental Health Perspectives**, v. 117, n. 5, p. 675-684, maio 2009. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2685827/>. Acesso em: 17 fev. 2020.

SMILLIE, C.; GARCILLÁN-BARCIA, M. P.; FRANCIÀ, M. V.; ROCHA, E. P. C.; CRUZ, F. Mobility of plasmids. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 74, n. 3, p. 434-452, set. 2010. Disponível em: <http://mmbbr.asm.org/content/74/3/434.short>. Acesso em: 15 fev. 2017.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiology: an introduction**. 10. ed. San Francisco, EUA: Benjamin Cummings, 2010. 960 p.

VAN HOEK, A. H. A. M.; MEVIUS, D.; GUERRA, B.; MULLANY, P.; ROBERTS, A. Paul; AARTS, H. J. M. Acquired antibiotic resistance genes: an overview. **Frontiers in Microbiology**, v. 2, p. 1-27, set. 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3202223/>. Acesso em: 16 fev. 2020.

VAZ-MOREIRA, I.; NUNES, O. C.; MANAIA, C. M. Bacterial diversity and antibiotic resistance in water habitats: searching the links with the human microbiome. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 38, n. 4, p. 761-778, jul. 2014. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1574-6976.12062/full#fmr12062-bib-0019>. Acesso em: 16 fev. 2020.

WHO - World Health Organization. **WHO global principles for the containment of antimicrobial resistance in animals intended for food**. Switzerland, WHO, 2000. 23 p. Disponível em:

http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/68931/1/WHO_CDS_CSR_APH_2000.4.pdf. Acesso em: 22 fev 2020.

_____. **Antimicrobial resistance**: global report on surveillance. Switzerland: WHO, 2014. 256 p. Disponível em:

http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112642/1/9789241564748_eng.pdf. Acesso em: 15 fev. 2020.

WRIGHT, G. D. Q&A: antibiotic resistance: where does it come from and what can we do about it? **BMC Biology**, v. 8, n. 123, p. 1-6, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20887638>. Acesso em: 15 fev. 2020.



SEPARADAS NA “CANETA” ARTICULADAS NO “HOSPITAL”: RELAÇÕES ENTRE SAÚDE PÚBLICA E SAÚDE DO TRABALHADOR (PARAÍBA, ANOS 1930)¹

Leonardo Querino B. Freire dos Santos²

RESUMO

Apropriando-nos das críticas de Jean-Paul Sartre e Emília Viotti da Costa contra a adoção de modelos *a priori* em prejuízo da especificidade histórica, analisamos o funcionamento dos serviços de saúde pública e saúde do trabalhador na Paraíba dos anos 1930, problematizando suas relações com a agenda nacional para o setor. Nossa hipótese é de que apesar do autoritarismo político-administrativo daquela década, reforçado após a implantação do Estado Novo em 1937, a política de saúde paraibana desenvolveu mecanismos específicos para melhor adequar-se aos interesses e particularidades locais. Na construção desta narrativa, problematizamos dois jornais diários que circulavam durante o período que estudamos: o jornal *A União* e o jornal *A Batalha*. Com base nesses referenciais buscamos contribuir para os debates sobre a escrita da história e a história da saúde.

Palavras-chave: Saúde do trabalhador; História da saúde; escrita da história.

1. Para início de conversa: delimitando objetivos e referencial teórico

Esse método não nos satisfaz [...] seu único objetivo é fazer entrar os acontecimentos, as pessoas ou os atos considerados em moldes pré-fabricados.

(SARTRE, 2002, p. 42).

O trecho que serve de epígrafe a este artigo foi escrito pelo filósofo francês Jean-Paul Sartre no contexto de sua crítica ao marxismo “economicista”, “mecanicista” e “idealista” que vinha sendo praticado em vários campos das ciências humanas ao longo da primeira metade do século XX. Para além de sua riqueza teórica, o que mais nos interessa nesta epígrafe é a importância atribuída por Sartre ao diálogo entre “conceito” e “evidência” na produção do conhecimento histórico. Com efeito, ele indica que as hipóteses do historiador necessitam ser submetidas constantemente ao crivo da pesquisa empírica. Nessa perspectiva, a adoção de modelos explicativos *a priori*, sem que se considere as especificidades do objeto em estudo,

¹ O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

² Doutorando no Programa de Pós Graduação em História Social da USP. E-mail: leoqbfs@gmail.com.

torna-se “pecado capital” do historiador, que corre o risco de “falsear” a experiência histórica para enquadrá-la nos limites de seus (pre)conceitos teóricos.

Tendo em vista esse alerta metodológico, o objetivo deste trabalho é analisar o funcionamento dos serviços de saúde pública e saúde do trabalhador na Paraíba dos anos 1930, problematizando suas relações com a agenda nacional para o setor. Nossa hipótese é de que apesar do autoritarismo político-administrativo daquela década, reforçado após a implantação do Estado Novo em 1937, a política de saúde paraibana desenvolveu mecanismos próprios para adequar-se aos interesses e particularidades locais. Buscamos desenvolver uma pesquisa que “se eleva do abstrato ao concreto”³ (SARTRE, 2002, p. 50), para analisar como as noções de saúde pública e saúde do trabalhador foram praticadas na Paraíba⁴.

Em certo sentido, esperamos que a discussão desta problemática sirva como mote para refletirmos sobre os cuidados necessários à adoção de modelos teóricos na escrita da história. Para pensar esta questão, optamos por dialogar mais detidamente com dois autores: Jean-Paul Sartre e Emília Viotti da Costa. Fizemos esta escolha por entendermos que algumas de suas contribuições teóricas nos ajudam a construir um novo “olhar” sobre a especificidade das relações entre saúde pública e saúde do trabalhador na Paraíba. Ademais, os dois autores referidos convergem em uma crítica profunda contra os inconvenientes (1) de se empregar modelos explicativos *a priori* (2) e de desconsiderar as especificidades da experiência histórica em favor da coerência teórica do modelo adotado. Com efeito, acreditamos que uma análise verossímil sobre as “noções” e “práticas” de saúde do trabalhador paraibano só pode ser construída a partir de um diálogo entre modelo e evidência, hipótese e pesquisa empírica.

Tendo em vista o caráter determinante das evidências para a pesquisa histórica, também se faz necessário esclarecer o tipo de documentação com a qual trabalhamos. Basicamente nos apropriamos de dois jornais diários que circulavam durante o período que estudamos: o jornal *A União* e o jornal *A Batalha*.

O jornal *A União* foi criado em 1893 pelo governo da Paraíba. Está em circulação até hoje, sendo editado em João Pessoa. Desde sua fundação é mantido pelo erário estadual. Sua criação fora idealizada e concretizada na gestão do então presidente do estado, Álvaro

³ Na verdade esta é uma frase de Marx citada por Sartre. Mas sua ideia básica converge com a crítica do filósofo francês ao marxismo “mecanicista” e “idealista” praticado em sua época, caracterizado, segundo Sartre (2002), pelo uso de modelos teóricos *a priori* em detrimento da especificidade das experiências humanas concretas.

⁴ O presente trabalho dialoga em parte com o projeto de Doutorado que estamos desenvolvendo no Programa de Pós-Graduação em História Social da USP, sob a orientação da Dra. Márcia Regina da Silva. Nele analisamos os discursos médicos em torno do trabalhador na Paraíba entre 1924 e 1943.

Machado⁵. Segundo Martins (1977, p. 19) seu objetivo era unificar a opinião pública, especialmente as elites locais, em apoio ao seu governo e ao nascente regime republicano.

Essa intenção de conformar a opinião pública através da imprensa mantinha-se firme e forte nos anos 1930, já que o jornal escrito continuava sendo uma das principais instâncias de produção cultural na sociedade brasileira (LUCA, 2018, p. 152). Mas para alcançar tal objetivo, a circulação do referido jornal precisaria ser a mais constante e ampla possível. No caso de *A União* este ideal seria assegurado através dos recursos técnicos, humanos e financeiros do Estado. Não por acaso, Martins (1977, p. 46 – 47) descreve os investimentos do governo da Paraíba visando a modernização e ampliação do maquinário gráfico deste periódico ao longo das primeiras décadas do século XX.

Contudo, o mais importante é pontuar o forte vínculo entre este jornal e os grupos que exerciam o poder político na Paraíba. Criado pelo governo e financiado com dinheiro público, *A União* era um órgão de imprensa oficial. Durante o período que abordamos, este periódico adotava uma linha editorial francamente governista, defendendo os projetos, as ações e a narrativa política do governo estadual. Em suma, *A União* circulava diariamente entre os leitores paraibanos como um “porta-voz” daqueles que exerciam o poder político no estado, atuando também como o “arauto” de seus interesses e de sua visão de mundo.

Como contraponto ao discurso oficial, analisamos o jornal *A Batalha*. Editado em Campina Grande, ele iniciou suas atividades em 1934. No ano seguinte foi fechado na esteira da repressão aos grupos e movimentos de esquerda que se seguiu ao levante comunista de 1935. *A Batalha* apresentava-se como “Órgão dos Trabalhadores”, e sua disposição para enfrentar o *status quo* estava estampada no seu título. De modo geral, esse jornal mantinha uma linha editorial crítica às autoridades políticas e às elites econômicas locais. Na mesma perspectiva, adotava um tom de denúncia contra a “exploração capitalista”, defendendo melhorias nas condições de vida e trabalho do proletariado paraibano. Fundado e dirigido pelo jornalista campinense Arlindo Corrêa, contava com a colaboração de trabalhadores de todo o estado que enviavam cartas ao periódico com denúncias dos abusos a que eram diariamente submetidos (ARAÚJO, 1986, p. 239). Com este perfil editorial, *A Batalha* permite-nos uma aproximação do modo como os trabalhadores vivenciavam as políticas de saúde.

⁵ Governou a Paraíba em dois mandatos: de 1892 a 1896, e de 1904 a 1905. Também foi Senador por duas vezes: de 1897 a 1904, e de 1906 a 1912. Em 1905 renunciou ao cargo de presidente do estado em favor de Walfredo Leal, seu braço direito na montagem da oligarquia *Alvarista*. Após a renúncia, voltou para o Senado e, do Rio de Janeiro, continuou dando as cartas na política local. Walfredo Leal governou entre 1905 e 1908, sendo sucedido pelo irmão de Álvaro Machado, o médico João Machado, cujo mandato se estendeu até 1912. Naquele ano, a morte de Álvaro Machado marcou o início do declínio da oligarquia *Alvarista*, dominante na política local durante os primeiros anos da República.



2. Reflexões teóricas sobre os inconvenientes do “a priori” em história

Como aprofundaremos no próximo item, parte da bibliografia⁶ sobre a história da saúde pública na Era Vargas (1930 – 1945) argumenta que uma separação institucional e operacional teria condicionado o funcionamento deste setor: de um lado estariam os serviços de saúde pública, utilizados pelo grosso da população, a cargo do Ministério da Educação e Saúde Pública (Mesp); do outro, os programas destinados aos trabalhadores com carteira assinada, sob a responsabilidade do Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio (MTIC). Tais setores possuiriam características específicas e pouco se comunicariam. Além disso, tal divisão institucional reforçaria a disciplinarização da força de trabalho, ao garantir melhor cobertura àqueles que se enquadrassem nas demandas exigidas pelo mercado formal.

Poderíamos aplicar, *a priori*, este modelo para descrever a política de saúde do trabalhador praticada na Paraíba? Não após dialogar com as reflexões de Sartre e Emília Viotti da Costa acerca dos problemas de se adotar (pré)conceitos teóricos em detrimento da especificidade das experiências históricas. Sendo assim, vejamos o que estes autores têm a nos dizer a este respeito.

Em *Questões de método*, obra de 1957, Sartre (2002) elabora uma profunda crítica ao marxismo de sua época, problematizando seu “mecanicismo”, seu “economicismo” e seu “idealismo”. Este último aspecto – o que mais nos interessa em função dos objetivos deste trabalho – Sartre o identifica inicialmente na planificação econômica dos regimes comunistas:

uma vez que se determinava a produção futura de uma nação nos gabinetes, muitas vezes, fora de seu território, essa violência tinha como contrapartida um idealismo absoluto: submetiam-se *a priori* os homens e as coisas às ideias; se a experiência não confirmava as previsões, é porque estava equivocada (SARTRE, 2002, p. 31).

Esta “violência idealista” que subordina a complexidade do real a um modelo teórico *a priori* não estava presente apenas na política comunista. De acordo com o filósofo francês, esta abordagem também era encontrada na prática teórica do marxismo de sua época⁷:

O marxismo, enquanto interpretação filosófica do homem e da História, devia necessariamente refletir as opiniões preconcebidas do planejamento: essa imagem fixa do idealismo e da violência exerceu sobre os fatos uma violência idealista. Durante anos, o intelectual marxista julgou que servia a seu partido, violando a experiência, negligenciando os detalhes incômodos, simplificando grosseiramente os dados e, sobretudo, conceitualizando o acontecimento antes de tê-lo estudado (SARTRE, 2002, p. 31, grifos nossos).

⁶ Entre os trabalhos que adotam essa perspectiva, podemos citar Fonseca (2007) e Hochman (2005).

⁷ Na verdade, o argumento de Sartre encaminha para uma certa aproximação entre a forma como o marxismo estava sendo praticado e a prática política do comunismo.

No entanto, Sartre (2002, p. 33) lembra que, em suas pesquisas, Karl Marx não violentava a realidade: de fato, em seus estudos históricos, o filósofo prussiano jamais negligenciara a experiência particular. Em Marx, os princípios e saberes anteriores aparecem como “reguladores”, não como “determinações”; as “totalidades” e categorias de análise são vivas, pois elas “definem-se por si mesmas no contexto da pesquisa”. Em suma, os conceitos e a teoria são construídos *no* processo de pesquisa, e não *antes* dele. Em sua tentativa de “salvar Marx dos marxistas” (WAMBIER, 2003, p. 47), Sartre desenvolve uma crítica ácida contra o idealismo voluntarista e totalizante no qual havia se tornado o marxismo. A citação é longa, mas vale a pena apresentá-la na íntegra:

Já não se trata de estudar os fatos na perspectiva geral do marxismo para enriquecer o conhecimento e para iluminar a ação: a análise consiste unicamente em se desembaraçar do detalhe, em forçar a significação de alguns acontecimentos, em desnaturar fatos ou, até mesmo, em inventá-los para reencontrar, por baixo deles, como sua substância, “noções sintéticas” imutáveis e fetichizadas. Os conceitos abertos do marxismo fecharam-se; já não são chaves, esquemas interpretativos: apresentam-se para si mesmos como saber já totalizado. [...]. O conteúdo real desses conceitos típicos é sempre Saber passado; mas o marxismo atual transforma-o em um saber eterno. [...]. O princípio heurístico “procurar o todo através das partes” tornou-se esta prática terrorista: “liquidar a particularidade” (SARTRE, 2002, p. 34, grifos nossos).

Este idealismo pobre e empobrecedor partiria de modelos teóricos *a priori* para explicar o real. Aceitando a crítica de Sartre, podemos até arriscar que esta forma de abordagem sequer “arranhava” a experiência humana, preferindo refugiar-se na segurança da teoria totalizante, mesmo que à custa de “liquidar a particularidade”.

Na perspectiva de Sartre, a especificidade da experiência humana não pode ser subestimada, nem “distorcida”, em prol da coerência dos modelos explicativos. Deve-se, isto sim, partir-se do abstrato, mas para “elevar-se” ao concreto, enriquecendo a “totalização” em movimento com o conhecimento do particular. Na mesma linha, Sartre combate as abordagens que se preocupam apenas em “situar” ou “enquadrar” a realidade em seus (pre)conceitos teóricos. Nas palavras do filósofo francês:

Esse método não nos satisfaz: baseia-se no *a priori*; não extrai seus conceitos da experiência – ou, pelo menos, não da nova experiência que procura decifrar –, já os formou, já tem a certeza de sua verdade, atribuir-lhes-á o papel de esquemas constitutivos: seu único objetivo é fazer entrar os acontecimentos, as pessoas ou os atos considerados em moldes pré-fabricados (SARTRE, 2002, p. 42, grifos nossos).

O alerta de Sartre é claro: precisamos evitar as abordagens baseadas em preconceitos teóricos e *apriorismos* de qualquer tipo⁸. Isto porque os seres humanos estão inseridos em relações e processos complexos, os quais não podem ser enquadrados em modelos estanques. Homens e mulheres não experimentam suas existências particulares como meros autômatos, cujas ações seriam simples “reflexos” das estruturas. Isto significa que eles possuem certa “margem de manobra”, que podem fazer escolhas ante o campo de possibilidades que constitui sua experiência histórica.

Para complicar ainda mais o quadro, as consequências de nossos atos muitas vezes nos escapam, porque acabam interagindo com uma multiplicidade infinita de relações. Desse modo, o resultado da experiência humana particular não está definido “antes do jogo começar”: os condicionamentos históricos atuam como “possibilidades”, e apesar destas “coordenadas” básicas é impossível enquadrar *a priori* a complexidade das relações sociais. Nessa perspectiva, Sartre (2002, p. 49) combate frontalmente a totalização marxista praticada em sua época, a qual transformara a ação humana num mero resultado do movimento histórico, previsto antecipadamente pelo modelo teórico.

Embora os modelos explicativos possam funcionar como “princípios reguladores”, “conceitos abertos”, que servem como “ponto de partida”, somente a “totalização em movimento” da experiência particular estudada poderá definir se eles farão sentido como “ponto de chegada”. A este respeito, Sartre (2002, p. 52) é enfático: os modelos explicativos precisam ser estabelecidos “pelo estudo da conduta dos homens particulares”. Nessa perspectiva, o modelo deve funcionar como um “início de conversa” para se compreender a especificidade da experiência estudada.

Porém, precisamos ter cuidado para não substituir um extremo por outro: na linha de Sartre a totalização teórica é um momento necessário e importante da pesquisa, mas ela deve ser realizada *a posteriori*. É nesse sentido que se pode compreender a sua conhecida afirmação: “Valéry é um intelectual pequeno-burguês, eis o que não suscita qualquer dúvida. Mas nem todo intelectual pequeno-burguês é Valéry” (SARTRE, 2002, p. 54). Isto significa que a condição socioeconômica do personagem considerado diz alguma coisa sobre ele, mas não diz tudo. Isto porque mesmo as condições mais gerais de existência são experimentadas

⁸ Este argumento adquire importância na crítica de Sartre ao economicismo marxista. Para o filósofo francês, as relações entre “estrutura” e “superestrutura”, relevantes para os estudos marxistas, não podem ser definidas *a priori*: do contrário, correr-se-ia o risco de substituir um determinismo por outro. O mais prudente seria analisar, caso a caso, a relação específica entre os fenômenos culturais e as forças materiais, para só então arriscar-se a compreender como esta interação particular condiciona a experiência humana (SARTRE, 2002, p. 45).



de forma particular por cada um dos sujeitos históricos. Só o estudo pormenorizado de suas experiências poderá revelar o que Valéry fez com sua condição de intelectual pequeno-burguês. Em suma, “o marxismo concreto” – e por nossa conta, toda e qualquer pesquisa histórica – “deve analisar de forma profunda os homens reais e não dissolvê-los em um banho de ácido sulfúrico [teórico]” (SARTRE, 2002, p. 46).

De semelhante modo, Sartre alerta sobre os perigos dos determinismos. Neste caso, sua crítica concentra-se no economicismo marxista, mas suas considerações podem ser estendidas a todas as abordagens que privilegiam um único aspecto como sendo determinante sobre toda a experiência humana. Segundo o filósofo francês, as condições sócio-históricas devem ser pensadas como *possibilidade* e não como *determinação*: por menor que seja, o campo dos *possíveis* sempre está aberto, dando uma “pitada” de indeterminação aos processos históricos. Por isso ele considera que o homem se caracteriza “pela superação de uma situação, por aquilo que consegue fazer do que foi feito dele” (SARTRE, 2002, p. 77).

Em se tratando especificamente do determinismo econômico, Sartre não nega a relevância da economia para as relações sociais. Apenas considera que ela *condiciona*⁹, mas não *determina*, sozinha, a vida dos sujeitos históricos. Neste caso, ele nos alerta sobre os múltiplos mediadores que também condicionam a experiência humana para além das relações de trabalho e forças produtivas. Para este autor, os diversos condicionamentos articulam-se entre si de maneiras variadas, o que impede qualquer totalização teórica prévia. Embora a análise “fragmente” a experiência, na “vida real” tudo está articulado em um conjunto de relações multidimensionais (SARTRE, 2002, p. 88).

Além disso, a ação concreta dos sujeitos e grupos sociais por vezes desdobra-se em resultados inesperados pelos próprios agentes. Isto porque, na perspectiva de Sartre, a existência humana não é um processo *teleológico*: o fim de uma empresa humana não está dado de antemão; o *projeto* vai se “enriquecendo” e “modificando-se” ao longo do trajeto. Esta indeterminação da experiência humana coloca-nos ante o desafio de “reconhecer a originalidade irreduzível dos grupos sociopolíticos assim formados e defini-los em sua própria complexidade, através de seu incompleto desenvolvimento e de sua objetivação desviada” (SARTRE, 2002, p. 97). Por isso, não se deve subordinar nada *a priori*: somente o cuidadoso estudo da experiência particular poderá definir como, naquele caso específico, os diversos mediadores “comunicam-se” entre si e condicionam a vida dos “homens reais”.

⁹ Deve-se acrescentar que, ao contrário do que supunha boa parte dos marxistas da época, Sartre (2002, p. 92 e 101) questiona a interpretação da cultura e dos acontecimentos como reflexos da economia e da luta de classes.

Enfim, contra todas as formas de determinismo, *apriorismo* e idealismo, Sartre defende o interesse pela vida concreta, particular e histórica dos “homens reais”. Para o filósofo francês, é fundamental abordar o objeto em seus múltiplos aspectos, sem, contudo, aprisioná-lo em modelos explicativos *a priori* (SARTRE, 2002, p. 123).

No Brasil, Emília Viotti da Costa (2014) também problematizou o marxismo economicista e estruturalista. Porém, escrevendo entre os anos 1980 e 90, incorporou em sua crítica os historiadores que estavam caindo no extremo oposto: aqueles que em lugar do determinismo estruturalista apegaram-se ardentemente a uma espécie de subjetivismo culturalista, que (re)descobriu a “agência humana”, mas apagou seus “condicionamentos” estruturais. Este embate é assim descrito pela autora:

O que começara como uma crítica salutar e necessária a mecanicismos e reducionismos economicistas e à separação artificial entre infra e superestrutura [...] acabaram, contrariamente às intenções daqueles autores¹⁰, numa total inversão da dialética. O cultural, o político, a linguagem, deixaram de ser determinados para serem determinantes. A consciência passou a determinar o ser social. Assim também a crítica bastante válida às noções essencialistas de classe e às relações mecânicas entre classe e consciência de classe [...] desembocaram em posições que levaram ao completo abandono do conceito de classe como categoria interpretativa. A válida crítica ao objetivismo positivista [...] e o necessário reconhecimento de que o historiador constrói seu próprio objeto, frequentemente levaram a um total subjetivismo, à negação da possibilidade de conhecimento e, até mesmo, ao questionamento dos limites entre História e Ficção (COSTA, 2014, p. 12).

Em linhas gerais, o reducionismo econômico acabou sendo substituído por outro: “cultural ou linguístico, tão insuficiente e equivocado quanto o anterior” (COSTA, 2014, p. 13). Com base nesta constatação, Viotti da Costa propõe um caminho para superar este embate de reducionismos: a produção de uma síntese construída a partir das duas abordagens. Seu primeiro passo é estabelecer uma premissa que irá perpassar toda sua argumentação: nem totalmente livres, nem completamente determinados, “são os indivíduos (homens e mulheres) que fazem a história, se bem que a façam em condições que não foram por eles escolhidas” (COSTA, 2014, p. 13).

Nesse sentido, ela procura articular estrutura e agência na análise histórica, demonstrando a necessidade de o pesquisador atentar para os aspectos macro e micro. Desse modo, Viotti da Costa (2014, p. 160) defende a perspectiva segundo a qual estrutura e experiência não são mutuamente excludentes: na verdade elas se cruzam no “fazer-se” dos sujeitos históricos. Nessa linha, as “estruturas globais de dominação”, os “processos de

¹⁰ Costa (2014, p. 12) refere-se às críticas de Edward P. Thompson e Raymond Williams ao determinismo estruturalista.

acumulação do capital”, o “papel do Estado” e as “relações entre as classes sociais” são tão relevantes para a compreensão de uma experiência histórica quanto as “microfísicas do poder”. Se os cruzamentos entre estes “polos” são negligenciados, as narrativas resultantes tornam-se “peças coloridas de um caleidoscópio quebrado, sem se juntarem, sem se articularem num desenho, não passando de fragmentos de uma experiência sem sentido” (COSTA, 2014, p. 14 – 15, grifos nossos).

Tão infrutíferas quanto este tipo de abordagem são as análises do discurso que ignoram “as estruturas de poder e a maneira pela qual elas medeiam a linguagem e a ação humana” (COSTA, 2014, p. 17). Acreditando que a linguagem constitui a experiência, estas análises correm o risco de recair em um “determinismo linguístico” no qual as realidades sociais não passam de formações discursivas. Viotti da Costa (2014, p. 17) reconhece a importância da análise do discurso para o historiador, mas ressalva que não se deve limitar-se a ela, sob o risco de produzir-se uma “metafísica” em detrimento da experiência histórica.

Dialogando com Sartre, Viotti da Costa (2014, p. 19 – 20) também critica a adoção de modelos *a priori*. Assim como o filósofo francês, ela condena a (pre)conceptualização das experiências históricas antes de serem estudadas. De igual modo, rejeita o uso de “conceitos fechados”, empregados como “saber já totalizado” *a priori*¹¹. Em suma, na mesma linha de Sartre, combate todos os tipos de abordagens deterministas que não tiram seus conceitos da experiência estudada e apenas buscam enquadrá-la em modelos pré-concebidos.

Os dois autores discutidos anteriormente fornecem importantes contribuições acerca do ofício do historiador, algumas das quais não foram adequadamente desenvolvidas no presente trabalho. Mesmo considerando suas especificidades, parece-nos que eles possuem importantes pontos de convergência. Um deles é a veemente recusa da adoção de modelos explicativos fechados e *a priori* sem que estes sejam confrontados com as evidências e (re)construídos a partir do estudo das experiências particulares. Sendo assim, apropriando-nos desta contribuição teórica, analisamos a seguir alguns aspectos da organização dos serviços de saúde pública e saúde do trabalhador na Paraíba dos anos 1930.

3. Entre a separação institucional e a articulação funcional: algumas palavras sobre saúde pública e saúde do trabalhador na Paraíba

Na política social do governo Vargas a saúde do trabalhador ocupava um papel estratégico. Por meio de ações no campo da legislação, dos serviços médicos e da previdência

¹¹ Contudo, a autora alerta para o perigo de se recair no outro extremo, isto é, menosprezar a teoria e a noção de processo na compreensão das experiências históricas (COSTA, 2014, p. 13 – 14).

social, o Estado pretendia preservar, recuperar e aumentar a capacidade produtiva do trabalhador (GOMES, 1994, p. 226). Além de medidas gerais – como a promulgação de leis trabalhistas e a criação do Ministério do Trabalho e da Justiça do Trabalho – que modificaram as condições de saúde dos trabalhadores pela regulamentação das relações de trabalho, o governo Vargas também atuou através da criação de serviços médicos especializados¹². Nesse sentido, pode-se destacar a criação da Inspetoria do Trabalho em 1933 e do Serviço de Higiene Industrial em 1938. Tais órgãos tinham como escopo a fiscalização e o estudo das condições de saúde, higiene e segurança do trabalho (ALMEIDA, 2004, p. 93 – 100).

O governo federal também remodelou o sistema previdenciário, organizado desde 1923¹³ através das Caixas de Aposentadoria e Pensões (CAPs). Financiadas majoritariamente pela contribuição dos trabalhadores, as CAPs “penaram” devido à dispersão geográfica e à limitação de recursos, pois elas eram organizadas localmente (por empresa ou profissão). Buscando solucionar esta falha, o governo Vargas estruturou um novo modelo previdenciário baseado nos Institutos de Aposentadoria e Pensões (IAPs). A principal diferença era que, ao contrário das Caixas, os Institutos eram organizados por categoria profissional em âmbito nacional, não mais por empresa (FONSECA, 2007, p. 44). Este foi o caminho encontrado para solucionar os problemas de dispersão e financiamento enfrentados pelas antigas CAPs¹⁴. O mais importante, porém, é sublinhar a crescente intervenção do Estado nas condições de saúde do trabalhador através da montagem de um arcabouço legal e de um sistema médico-previdenciário. A este respeito, Ângela de Castro Gomes esclarece que

Não se tratava unicamente de curar. Havia toda uma dimensão sanitária que buscava a proteção do corpo e da mente do trabalhador. No próprio interesse do progresso do país, deviam-se vincular estreitamente as legislações social e sanitária, já que o objetivo de ambas era construir trabalhadores fortes e sãos, com capacidade produtiva ampliada. (GOMES, 1994, p. 226).

Mas não devemos nos iludir: neste projeto de nação a saúde do trabalhador era pensada como recurso econômico. A prioridade não era a qualidade de vida ou a transformação das condições de existência do proletariado: o que se buscava era ampliar sua

¹² Almeida (2004, p. 84 – 85) lembra que a ação do Estado no âmbito da saúde do trabalhador remonta ao final dos anos 1910, com a promulgação da primeira Lei de Acidentes do Trabalho (1919), a regulamentação das Caixas de Aposentadoria e Pensões (1923) e a criação da Inspetoria de Higiene Industrial e Profissional (1923). No entanto, ela ressalta que apenas a partir da década de 1930 é que foram concretizadas ações mais efetivas no campo da saúde, higiene e segurança do trabalho.

¹³ Por meio do Decreto-lei nº 4.682, de 24 de janeiro de 1923, também conhecido como “Lei Eloy Chaves”, em referência ao Deputado que articulou sua propositura no Congresso. A respeito da história da legislação previdenciária, Cf. Fonseca (2007), Luca (2012) e Santos (1979).

¹⁴ Hochman e Fonseca (1999, p. 78 – 79) analisam os diferentes formatos propostos para o sistema previdenciário nos anos 1930, demonstrando como a dinâmica das relações políticas e econômicas da época concorreu para a adoção do modelo dos IAPs.

capacidade produtiva. Porém, como demonstrou Sartre (2002, p. 75), as consequências dos atos humanos por vezes escapam ao controle de seus agentes, de modo que “o resultado alcançado – até mesmo em conformidade com o objetivo perseguido – é radicalmente diferente do que parece em escala local, quando é situado no movimento totalizador”.

No caso aqui considerado, mesmo que a prioridade das políticas de saúde voltados ao trabalhador fosse melhorar seu desempenho no processo produtivo, elas suscitaram outros resultados. Alguns podem até ter sido planejados, tais como os avanços inegáveis nos campos da saúde, higiene e segurança do trabalho. Porém, estas políticas sociais também produziram desdobramentos inesperados por seus idealizadores: juntamente com os demais direitos sociais constituídos pelo *trabalhismo*¹⁵ varguista, elas moldaram o exercício da cidadania durante muitos anos em nosso país, passando o Estado a ser percebido pela sociedade civil como provedor de direitos (GOMES, 1994, p. IX). Desse modo, o *trabalhismo*, projetado pelo Estado como uma ideologia de dominação política, acabou servindo como mote para a luta por direitos, configurando-se como um ponto de cruzamento entre “agência” e “estrutura”.

Ademais, apesar do que propalava a propaganda oficial, a legislação trabalhista consolidada durante a Era Vargas resultou da luta histórica protagonizada pelas classes trabalhadoras ao longo das décadas anteriores. E esta experiência de resistência do proletariado não se deu “num vazio”: ela foi travada dentro de “condições [estruturais] que definem os parâmetros da luta possível” (COSTA, 2014, p. 115).

Além disso, não devemos esquecer dos cruzamentos entre as macro e as microrrelações. Nesse sentido, é importante sublinhar que a intervenção do Estado brasileiro nas relações de trabalho, e especificamente na saúde do trabalhador, dialogava com as demandas do capitalismo internacional. Neste ponto é oportuno destacar a criação da Organização Internacional do Trabalho (OIT) (ALMEIDA, 2015, p. 76). Esta instituição fora projetada como um organismo multinacional responsável pela formulação e aplicação de normas internacionais de trabalho. Por um lado, sua criação revela a preocupação do capitalismo internacional em manter sob controle o conflito capital-trabalho em um Pós-

¹⁵ Noção desenvolvida por Ângela de Castro Gomes (1994) em seu estudo sobre as relações entre o governo Vargas e as classes trabalhadoras. Segundo a autora, o *trabalhismo* foi uma ideologia política, estruturada pelo Estado, com a finalidade de estabelecer um vínculo entre o presidente e os trabalhadores. Para tanto, o governo apropriou-se dos resultados simbólicos das lutas proletárias para constituir uma noção de cidadania fundada nos direitos do trabalho. Estes ganhos materiais eram apresentados pela propaganda oficial como uma “dádiva”, uma “doação”, estimulando-se a “reciprocidade” dos trabalhadores em relação ao “Estado paternalista”. No entanto, o *trabalhismo* não é analisado por Gomes apenas como uma estrutura de dominação: o que ocorria era uma relação social de “troca”, em que os trabalhadores também eram agentes do processo (GOMES, 1994, p. 162 – 166).

Guerra marcado pela intensificação da luta por direitos sociais e pela vitória bolchevique na Revolução Russa de 1917. Por outro lado, para além das razões humanitárias propaladas pela história oficial da OIT, ela foi idealizada para promover a generalização dos direitos sociais como forma de equiparar o custo da mão de obra em todos os países. Isto porque, nas nações de capitalismo avançado, os trabalhadores vinham conquistando importantes direitos, encarecendo a força de trabalho. Desse modo, um organismo com poder para formular e aplicar convenções de trabalho em nível mundial ajudaria a assegurar a competitividade das potências capitalistas no mercado internacional (SINGER, 2012, p. 238 – 244).

No entanto, nunca é demais lembrar que as macrorrelações estruturais criam um campo de possibilidades, não de determinação. Desse modo, a forma como os agentes sociais brasileiros irão experimentar esses condicionamentos internacionais e (re)agir diante deles não está dada *a priori*. De semelhante modo, a maneira como a agenda federal para a saúde do trabalhador foi praticada na Paraíba não pode ser (pre)conceptualizada como a simples transposição do modelo institucional proposto pelo governo central.

Cristina Fonseca (2007) demonstrou que a organização da política de saúde no governo Vargas foi fortemente marcada por uma distinção entre saúde pública e saúde do trabalhador, ou mais propriamente entre os serviços do Ministério da Educação e Saúde Pública (Mesp) e aqueles a cargo do Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio (MTIC). Desta separação, teriam resultado dois formatos institucionais: os serviços organizados pelo Mesp, de caráter coletivo e mais próximos do que chamaríamos hoje de um atendimento universalizado; e os serviços de saúde a cargo do MTIC, de caráter corporativo, individualizados e destinados aos trabalhadores com “carteira assinada”.

Quando problematizamos o caso paraibano, esta segmentação institucional necessita ser relativizada. Em primeiro lugar porque não era fácil demarcar uma separação absoluta entre as respectivas clientelas destes serviços: de acordo com Diniz (2004, p. 182) não era tão simples fazer uma distinção precisa entre trabalhadores formais e homens e mulheres pobres na Paraíba daquela época. Isto devido à alta rotatividade, instabilidade e informalidade verificadas no mercado de trabalho local. Em segundo lugar, o quantitativo de trabalhadores formais no setor industrial, foco inicial das políticas sociais do governo Vargas (GOMES, 1994) era bastante reduzido na Paraíba. Como demonstraram Hardman e Leonardi:

Na Paraíba, neste período inicial, a concentração do proletariado e de fábricas era também bastante reduzida. O Censo de 1920 registrava 3.035 operários em todo o Estado, distribuídos em 251 “estabelecimentos industriais” (para o Estado de São Paulo, estas cifras eram de 83.998 e 4.415, respectivamente, e para a Bahia, de 14.784 e 491, o que mostra as diminutas proporções do quadro industrial paraibano, mesmo numa ótica comparativa

intrarregional). [...]. Apenas quatro estabelecimentos apresentavam uma concentração de operários por unidade de produção superior a cem, enquanto 217 possuíam de um a nove operários, o que revela a esmagadora predominância das oficinas semiartesaniais e pequenas unidades domésticas, semirurais ou de “fundo de quintal”. (HARDMAN; LEONARDI, 1991, p. 239 – 240).

Dessa forma, o reduzido e instável mercado de trabalho da Paraíba criava uma situação de “porosidade” para os trabalhadores pobres. No tocante à saúde, boa parte deles estava excluída dos serviços corporativos do MTIC e dos direitos sancionados pela legislação social. Isto porque, apesar de exercerem algum ofício, nem todos se encaixavam nos critérios estabelecidos pelo governo Vargas para o acesso a estes benefícios: trabalho com carteira assinada e sindicalização. Aqui é importante sublinhar que por meio destes dois critérios, o governo Vargas atrelou os conceitos de trabalho e cidadania (GOMES, 1994, p. 150 – 151). Neste ponto, é oportuno introduzirmos na discussão a noção de cidadania regulada:

Por cidadania regulada entendo o conceito de cidadania cujas raízes encontram-se, não em um código de valores políticos, mas em um sistema de estratificação ocupacional, e que, ademais, tal sistema de estratificação ocupacional é definido por norma legal. Em outras palavras, são cidadãos todos aqueles membros da comunidade que se encontram localizados em qualquer uma das ocupações reconhecidas e definidas em lei. [...]. A cidadania está embutida na profissão, e os direitos do cidadão restringem-se aos direitos do lugar que ocupa no processo produtivo, tal como reconhecido por lei. Tornam-se pré-cidadãos, assim, todos aqueles cuja ocupação a lei desconhece. (SANTOS, 1979, p. 75, grifos nossos).

Esta foi a noção de cidadania institucionalizada pelo governo Vargas. Ela estava atrelada ao mercado de trabalho formal urbano¹⁶. Desse modo, para ter acesso aos benefícios da legislação social, inclusive na esfera da saúde, não bastava trabalhar: era preciso exercer uma profissão reconhecida pelo Estado e se sindicalizar (GOMES, 1994, p. 163). Assim, a segmentação entre saúde pública e saúde do trabalhador tornava o acesso diferenciado a estes serviços um fator de hierarquização biossocial, pois conferia *status* e melhores oportunidades de cuidar da saúde para quem estivesse no mercado de trabalho formal. E isto acabava reforçando a ideia da cidadania regulada como um privilégio, e não como um direito.

Dialogando com Wanderley dos Santos (1979, p. 75) ainda podemos identificar uma importante implicação desta noção de cidadania: de acordo com ela, seriam “pré-cidadãos” os trabalhadores rurais que, apesar de sua importância no processo produtivo, desempenhavam ocupações difusas, para efeito legal; e os trabalhadores urbanos do mercado informal, isto é,

¹⁶ Ao estudar a constituição do *trabalhismo* Varguista, Ângela de Castro Gomes (1994, p. 163) aproxima-se da noção de cidadania regulada formulada por Santos (1979), ao sublinhar que, naquele contexto histórico, “Só ‘quem tem ofício’ – quem é trabalhador com carteira assinada e membro de um sindicato legal – ‘tem benefício’”, isto é, tem acesso à legislação trabalhista.

aqueles que exerciam funções não reconhecidas legalmente. Esta implicação é importante para avaliarmos o caso paraibano, pois este contingente de “pré-cidadãos” representava uma boa parte da força de trabalho. É que, apesar do crescimento industrial verificado na Paraíba durante as primeiras décadas do século XX (DINIZ, 2004, p. 81 – 85), a informalidade, a rotatividade e a instabilidade continuavam bem presentes no mercado de trabalho local:

No caso da indústria nascente na Paraíba, ainda que existisse abundância de mão de obra não-qualificada, decorrente de alterações no processo de produção do açúcar, com a substituição dos engenhos pelas usinas, bem como pelos constantes fluxos migratórios ocasionados pelas secas, a inserção desses contingentes no processo produtivo industrial apresentava dificuldades. Tais dificuldades se evidenciavam na medida em que as péssimas condições de trabalho, bem como os baixos salários não atraíam os trabalhadores liberados pela agricultura. Boa parte desse contingente se dirige para outras atividades e serviços eventuais na cidade, tais como setor comercial, ou informal. [...]. Isto certamente ajuda a explicar porque as primeiras fábricas no Estado tiveram que recrutar, como veremos, trabalhadores junto a orfanatos, prisões e instituições de caridade, possibilitando a manutenção compulsória do “trabalhador livre” (DINIZ, 2004, p. 93 – 94).

Além da significativa informalidade do mercado de trabalho paraibano, descobrimos que muitos trabalhadores com carteira assinada eram atendidos no sistema de saúde pública, e não nos serviços exclusivos para esta clientela. Isto era mais comum nos casos de acidentes de trabalho, visto que a lei sobre o tema – Decreto nº 23.637, de 10 junho de 1934 – determinara no seu Artigo 31 que “O empregador, além das indenizações¹⁷ estabelecidas nesta lei, é obrigado em todos os casos e desde o momento do acidente, à prestação da devida assistência médica, farmacêutica e hospitalar”¹⁸. A urgência e a complexidade do atendimento muitas vezes obrigavam o patrão a encaminhar o trabalhador acidentado para o hospital mais próximo, pouco importando se ele pertencia ao sistema de saúde pública coordenado pelo Mesp ou era um estabelecimento especializado no atendimento aos trabalhadores formais.

Foi por este motivo que o jornal proletário *A Batalha*, de 13 de fevereiro de 1935, estampou a seguinte nota: “Na madrugada do dia 7 do corrente, o operário José Cardoso, que trabalha na padaria Brasil, foi vítima de um acidente na mão direita, tendo sido levado para o Hospital Pedro I, para ser medicado. A firma levou o fato ao conhecimento da polícia”¹⁹. Ora, o Hospital Pedro I, o único da cidade de Campina Grande na época, era um misto de instituição pública e privada, atendendo tanto os mais pobres quanto aqueles com dinheiro

¹⁷ Optamos por adaptar a grafia das fontes à ortografia atual.

¹⁸ *A União*, “Atos do Governo Federal. Decreto nº 24. 637 – De 10 de julho de 1934”. 21 de outubro de 1934.

¹⁹ *A Batalha*, “Acidentes de trabalho”. 13 de fevereiro de 1935.

para pagar por consultas particulares. Concluído em 7 de setembro de 1932 – sendo inaugurado em 30 de maio de 1933 – fora idealizado e construído às expensas da Loja Maçônica “Regeneração Campinense”²⁰. Mas desde sua abertura contou com recursos públicos – do município e do estado – para se manter (AGRA, 2008, p. 153 – 154).

Também é relevante destacar que este caráter “híbrido” do Pedro I se refletia no tratamento diferenciado oferecido aos enfermos. Isto suscitou denúncias por parte da imprensa proletária. A nota a seguir, apesar de longa, é bastante rica a este respeito:

Todos os dias chegam a nossa redação, pessoas que vêm queixar-se da falta de humanidade, por parte do Dr. Arlindo Corrêa [diretor da instituição], no Hospital Pedro I. Não se pode duvidar tamanha miséria de sua pessoa; pois ele visa apenas, no doente, o estado financeiro e nunca o de saúde. Ao entrar um enfermo para aquele estabelecimento, ele tem logo o cuidado de examinar se é pensionista ou indigente. No primeiro caso recebe todo o seu carinho; no segundo tem o prêmio de ser pobre: gritos e pontapés. [...]. É da essência do seu espírito, o desprezo pela grande e sofredora massa de homens suarentos e rudes, que entregues aos trabalhos exaustivos, sobre o peso de salários mesquinhos, arranjam o pão cotidiano, amassado pelo pé dos poderosos, para a sua prole esquelética. [...]. Os seus ouvidos permanecem surdos, aos brados da consciência, porque a agitação estonteante no seu pensamento desumano, formada pelos males que tem praticado, abafa as vozes cheias de lamentações dos pobres indigentes, que imploram algo de ameno, para os seus sofrimentos. [...]. Aí fica o nosso protesto, contra a falta de caridade com os pobres²¹.

Além de denunciar a diferenciação no tratamento dos pacientes do Pedro I, a nota acima indica que este hospital atendia uma clientela diversificada. Dependendo de sua condição profissional, tais pacientes poderiam ou não desfrutar dos benefícios da “cidadania regulada” do *trabalhismo* varguista. Mas fossem eles trabalhadores ou não, seriam atendidos no único hospital que Campina Grande dispunha nos anos 1930.

Considerando a discussão que desenvolvemos sobre a adoção *a priori* de modelos explicativos, a fonte anteriormente citada permite visualizar traços importantes das relações entre saúde pública e saúde do trabalhador na Paraíba. Com efeito, a separação institucional destes serviços projetada no plano federal não foi praticada localmente. Aparentemente, isto se deveu a dois fatores principais: além do alto índice de informalidade e instabilidade do mercado de trabalho local, também pesou a limitação da rede hospitalar paraibana.

²⁰ Cf. *A União*, “Vai ser inaugurado, no dia 30, o Hospital Pedro I, de Campine Grande”. 18 de maio de 1933; e Cf. *A União*, “Hospital Pedro I, de Campina Grande”. 25 de abril de 1935.

²¹ *A Batalha*, “Estará o Dr. Arlindo Corrêa em ‘Estado Crepuscular’?”. 04 de abril de 1935. Grifos nossos.

Durante o nosso recorte, além dos poucos hospitais públicos então existentes²², identificamos apenas uma instituição destinada exclusivamente aos trabalhadores: o Ambulatório do Sindicato dos Comerciários²³, em João Pessoa. Caso o trabalhador fosse acometido por alguma enfermidade endêmica ou contagiosa, ele seria encaminhado para os Postos de Higiene ou Dispensários da Diretoria de Saúde Pública²⁴, tornando ainda mais fluídas as fronteiras institucionais entre os serviços de saúde na Paraíba.

Aparentemente, a limitação da rede médico-hospitalar local acabou impossibilitando a segmentação institucional planejada pelo governo Vargas. A centralização administrativa, que fortaleceu o governo federal em detrimento dos poderes regionais ao longo de toda Era Vargas, afinal precisou “negociar” com as realidades locais. Os trabalhadores formais da Paraíba acabariam compartilhando os mesmos espaços de saúde onde eram atendidos os excluídos da cidadania regulada. Isto porque a política implementada baseou-se no aproveitamento da rede de saúde pública já existente, devido à escassez de recursos para se erigir novas instituições. Isto fica mais evidente quando notamos que, durante o nosso recorte, o único serviço de saúde destinado exclusivamente aos trabalhadores formais (o Ambulatório do Sindicato dos Comerciários) era financiado pelas contribuições dos próprios trabalhadores.

Além disso, a notícia de A Batalha citada anteriormente, sobre a discriminação no atendimento do Hospital Pedro I, também confirma a dificuldade que os próprios contemporâneos tinham em estabelecer uma delimitação clara entre “pobres” e “trabalhadores”. Neste ponto não podemos negligenciar a herança de séculos de desvalorização do trabalho como desdobramento do regime escravista. Comentando esta questão, Ângela de Castro Gomes lembra que na sociedade brasileira escravista

O ato de trabalhar era realizado como uma imposição da dominação (aos escravos) ou da penúria (aos brancos pobres). Além disso, não havia a menor vinculação entre o trabalho e a obtenção de meios para uma vida melhor. Não se trabalhava para ganhar a vida, mas literalmente para não morrer ou

²² Considerando os hospitais gerais, eram estes os estabelecimentos em funcionamento na Paraíba: Hospital Santa Isabel, da Santa Casa de Misericórdia, na capital; Hospital de Pronto Socorro da Assistência Pública Municipal, também em João Pessoa; Hospital Pedro I, em Campina Grande; Hospital Sá Andrade, em Sapé; Centro de Saúde de Itabaiana; Hospital Centenário, em Alagoa Grande; Hospital São Vicente de Paulo, em Taperoá; Hospital Regional de Cajazeiras; e a Casa de Saúde de Patos. Analisando as fontes, notamos que estes estabelecimentos conviviam com a escassez de recursos, o que prejudicava bastante o seu funcionamento. Coligimos estas informações com base em notícias do jornal *A União* e em Castro (1945) e Mendonça (2004).

²³ Cf. *A União*, “Já está funcionando a clínica dentária do ambulatório dos comerciários”, 12 de fevereiro de 1937; “Ambulatório dos comerciários”, 25 de fevereiro de 1937; “Será inaugurado a 1º de maio o Ambulatório dos comerciários”, 02 de abril de 1937; “Coluna Sindical – Ambulatório dos comerciários”, 10 de julho de 1937; “Ambulatório dos comerciários – A Câmara Municipal aprova, em primeira discussão, um Projeto de Lei auxiliando-o”, 16 de julho de 1937.

²⁴ Equivalente à atual Secretaria de Estado da Saúde.

ser morto. Por isso, o estímulo ao trabalho só podia ser a repressão. A liberdade, mesmo sem riqueza, envolvia basicamente a possibilidade de não trabalhar (GOMES, 1994, p. 29).

Durante séculos o trabalho foi visto no Brasil como uma penosa e degradante condição, associada ao sofrimento e à pobreza. Gomes (1994, p. 29) acrescenta que o ato de trabalhar não era definido como um dever nem como um direito, estando “completamente desvinculado do ideal de cidadania”. E apesar dos esforços de vários agentes sociais no sentido de redimir o trabalho²⁵ em prol da “ordem” e do “progresso” da nascente República (CHALHOUB, 2012, p. 48), o documento analisado sugere que na Paraíba dos anos 1930 não havia uma clara distinção entre os “pobres indigentes” e a “sofredora massa de homens suarentos e rudes, que entregues aos trabalhos exaustivos [...] arranjam o pão cotidiano”²⁶.

É claro que não podemos subestimar uma possível estratégia discursiva do articulista de *A Batalha* ao associar os dois personagens. Também não devemos menosprezar a multiplicidade de grupos sociais que compunham as classes trabalhadoras²⁷. Mas o diálogo com a evidência sugere certa fluidez de noções tais como “pobre”, “indigente”, “proletário”, “trabalhador”, “operário”, “empregado”. O que “unia” todas estas categorias era sua necessidade de trabalhar para sobreviver: sem posses econômicas suficientes para assegurar suas necessidades e as de seus dependentes, vender sua força de trabalho era a forma mais imediata de subsistência para estes grupos (SINGER, 2012, p. 191). Nesse sentido, ações como a carteira de trabalho, o sindicalismo oficial, a montagem do sistema previdenciário e a segmentação entre os serviços de saúde pública e saúde do trabalhador também tinham um objetivo hierarquizante: demarcar com maior clareza aqueles cujas ocupações eram reconhecidas pelo Estado e que, por isso, teriam acesso à legislação social. Para os demais, restava-lhes enquadrar-se no modelo de trabalhador almejado pelo mercado formal, ou contentar-se com uma cidadania sem direitos.

Mas no caso paraibano, o alto nível de informalidade e de instabilidade do mercado de trabalho, somando à precariedade da rede hospitalar, impediram que o acesso a serviços diferenciados de saúde funcionasse como critério de distinção entre trabalhadores e “pré-cidadãos”. Como evidenciou a denúncia de *A Batalha* transcrita acima, ambos frequentavam

²⁵ Os diferentes grupos sociais possuíam motivações diferenciadas nesta empreitada: para o patronato e as elites políticas, a valorização do trabalho era a condição necessária para a constituição da ordem capitalista no Brasil; para os sindicatos e a imprensa operária, era uma forma de redimir o próprio proletariado (CHALHOUB, 2012).

²⁶ *A Batalha*, “Estará o Dr. Arlindo Corrêa em ‘Estado Crepuscular’?”. 04 de abril de 1935.

²⁷ Sousa (2006) demonstrou a complexidade do proletariado de Campina Grande nos anos 30 e 40 ao analisar as experiências de personagens como vendedores de pães, carregadores, choferes, donas de casa, agricultores, etc.

os mesmos estabelecimentos de saúde e eram igualmente (mal) atendidos pelo corpo médico destas instituições. Dessa forma, fosse “indigente”, trabalhador informal ou com carteira assinada, o pobre paraibano normalmente era atendido em uma instituição de saúde pública.

Outro aspecto que nos leva a relativizar esta dualidade entre saúde pública e saúde do trabalhador são as ações campanhistas e de educação sanitária que marcaram as políticas do Mesp durante o nosso recorte. Como demonstraram Hochman e Fonseca (1999, p. 87), nos anos 1930 a política federal de saúde pública continuou focada nas grandes endemias rurais e no combate às doenças transmissíveis. Ocorre que estas enfermidades foram historicamente associadas à pobreza (CHALHOUB, 1996, p. 29 – 35). Por este motivo, os pobres em geral, incluindo-se aí os trabalhadores, foram alvo privilegiado das medidas sanitárias do Mesp.

Em relatório sobre as atividades desenvolvidas no ano de 1933 pela Diretoria de Saúde Pública da Paraíba, o médico Walfredo Guedes Pereira, então chefe deste órgão, verbalizou esta associação entre doença e classes proletárias. Nesse sentido, elencou a pobreza e a falta de educação destes grupos como causas das precárias condições sanitárias do estado. Em seu “diagnóstico”, verificou a forte incidência de doenças como difteria, febres tifoides, malária, verminoses, boubas, tuberculose e sífilis entre o proletariado paraibano²⁸.

Neste “diagnóstico”, o adoecimento dos pobres e trabalhadores paraibanos continuava sendo encarado como questão de saúde pública, não como um problema social decorrente das péssimas condições de sobrevivência impostas pela exploração capitalista. Interessante sublinhar que a principal ação da Diretoria de Saúde Pública dirigida especificamente às “famílias proletárias” era então o serviço de enfermeiras visitadoras, as quais atendiam pobres e trabalhadores indistintamente. Sobre elas, Guedes Pereira explicou que:

Apesar do pequeno ou rudimentar conhecimento técnico, tem tido as nossas enfermeiras visitadoras de higiene infantil real e útil atuação, especialmente na classe proletária, onde, vacinando, aconselhando hábitos higiênicos, assistindo a uns tantos casos, orientam e encaminham mães e crianças aos serviços oficiais e particulares especializados. Além disto, trabalham em matrículas, curativos e injeções nos ambulatórios do mesmo serviço de higiene infantil²⁹.

Por meio destas políticas sanitárias de caráter preventivo, os trabalhadores paraibanos entravam em contato com os serviços de saúde pública, os quais se articulavam com a legislação social no intuito de formar cidadãos “saudáveis” e “produtivos”. Dessa forma, os

²⁸ A *União*, “Relatório apresentado pelo Dr. Walfredo Guedes Pereira, diretor geral da Saúde Pública, ao senhor Dr. Secretário do Interior e Segurança Pública, correspondente ao ano de 1933”. 04 de maio de 1934.

²⁹ Idem, 1934.

programas de saúde pública, de caráter universal, também alcançavam os trabalhadores, fossem sindicalizados ou informais, o que pode ser demonstrado pelas políticas de educação sanitária e pelo atendimento hospitalar em instituições como o Hospital Pedro I.

4. Esclarecimentos e ressalvas finais

Ao analisar a experiência paraibana, vimos que a separação institucional entre saúde pública e saúde do trabalhador, imposta pelo governo federal e tomada como modelo explicativo pela bibliografia especializada, não foi integralmente praticada na Paraíba. Porém, cabe esclarecer que sob hipótese alguma estamos afirmando que não existia uma distinção entre os serviços de saúde do trabalhador e os de saúde pública. Argumentamos apenas que, devido aos condicionamentos locais, era muito difícil “purificar” esta rede de serviços. Assim, diferente do que planejara o governo central, os serviços de saúde pública também eram acessados pelos trabalhadores paraibanos, pelas razões anteriormente discutidas.

Durante o período que estudamos, o pobre e o trabalhador estavam ligados não apenas pela proximidade de situações socioeconômicas: força de trabalho efetiva ou em potencial, ambos eram alvo de um projeto de nação pautado na valorização do trabalho. Com este objetivo foram implementadas políticas públicas com forte conteúdo disciplinar, sobretudo nas áreas de saúde e educação. Através delas, o governo Vargas buscava aperfeiçoá-los como cidadãos/trabalhadores aptos para o mercado e úteis para a Nação (GOMES, 1999, p. 55).

As políticas de saúde de Vargas estavam conectadas entre si e articuladas aos objetivos de seu governo: centralização administrativa e formação de cidadãos/trabalhadores. Tratava-se de uma complexa rede de serviços cuja prioridade era “curar” e disciplinar os pobres para o mercado, fossem eles trabalhadores ou não, mesmo que para isso fosse necessário adaptar localmente a segmentação institucional projetada pelo governo central.

FONTES

Jornal *A Batalha*, Campina Grande, PB. Edições de 1934 e 1935. Arquivo da Biblioteca Átila Almeida – UEPB.

Jornal *A União*, João Pessoa, PB. Edições de 1924 a 1943. Arquivo do Instituto Histórico e Geográfico da Paraíba; Biblioteca da Secretaria de Educação do Município de Esperança, PB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRA, Giscard Farias. **Modernidade aos goles**: a produção de uma sensibilidade moderna em Campina Grande, 1904 a 1935. Recife: Dissertação (Mestrado) – UFPE/CFCH, 2008.

ALMEIDA, Anna Beatriz de Sá. As doenças “do trabalho” no Brasil no contexto das políticas públicas voltadas ao trabalhador (1920 – 1950). **Revista Mundos do Trabalho**. v. 7, n. 13, janeiro-junho de 2015, p. 65 – 84. Disponível em



<https://periodicos.ufsc.br/index.php/mundosdotrabalho/article/view/37100>. Acesso em: 13 set. 2018.

_____. **As parcelas (in)visíveis da saúde do trabalhador:** uma contribuição à história da medicina do trabalho no Brasil (1920 – 1950). Niterói: Tese (Doutorado) – Universidade Federal Fluminense, 2004.

ARAÚJO, Fátima. **Paraíba – Imprensa e vida:** Jornalismo Imprenso (1826 a 1986). 2. ed. João Pessoa, PB: Grafset, 1986.

CASTRO, Oscar Oliveira. **Medicina na Paraíba:** flagrantes da sua evolução. João Pessoa, PB: A União, 1945.

CHALHOUB, Sidney. **Cidade Febril:** cortiços e epidemias na Corte imperial. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

_____. **Trabalho, lar e botequim:** o cotidiano dos trabalhadores no Rio de Janeiro da *belle époque*. 3. ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2012.

COSTA, Emília Viotti da. **A dialética invertida e outros ensaios.** São Paulo: UNESP, 2014.

LUCA, Tania Regina de. A grande imprensa na primeira metade do século XX. In: MARTINS, Ana Luiza; LUCA, Tania Regina de (orgs.). **História da imprensa no Brasil.** 2. ed. 3ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2018.

_____. Trabalhadores – Direitos Sociais no Brasil. In: PINSKY, Jaime; PINSKY, Carla Bassanezi (orgs.). **História da cidadania.** 6. ed. São Paulo: Contexto, 2012, p. 469 – 493.

DINIZ, Ariosvaldo da Silva. **A maldição do trabalho:** homens pobres, mendigos, ladrões no imaginário das elites nordestinas (1850 – 1930). João Pessoa, PB: Editora Manufatura, 2004.

FONSECA, Cristina M. Oliveira. **Saúde no governo Vargas (1930 – 1945):** dualidade institucional de um bem público. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2007.

GOMES, Ângela de Castro. **A invenção do Trabalhismo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1994.

_____. “Ideologia e trabalho no Estado Novo”. In: PANDOLFI, Dulce (org.). **Repensando o Estado Novo.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1999, p. 53 – 72.

HARDMAN, Foot; LEONARDI, Victor. **História da indústria e do trabalho no Brasil.** 2. ed. São Paulo: Editora Ática, 1991.

HOCHMAN, Gilberto. Reformas, instituições e políticas de saúde no Brasil (1930 – 1945). **Revista Educar,** Curitiba, n. 25, 2005.

HOCHMAN, Gilberto; FONSECA, Cristina M. O. “O que há de novo? Políticas de saúde pública e previdência, 1937 – 45”. In: PANDOLFI, Dulce (org.). **Repensando o Estado Novo.** Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1999, p. 73 – 93.

MARTINS, Eduardo. **A União, Jornal e História da Paraíba:** sua evolução gráfica e editorial. João Pessoa, PB: A União, 1977.

MENDONÇA, Delosmar. **História dos Hospitais da capital paraibana.** João Pessoa, PB: Sal da Terra Editora, 2004.

SANTOS, Wanderley Guilherme dos. **Cidadania e justiça:** a política social na ordem brasileira. Rio de Janeiro: Campus, 1979.

SARTRE, Jean-Paul. **Questões de método.** Tradução de Guilherme João de Freitas Teixeira. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2002.

SINGER, Paul. A cidadania para todos. In: PINSKY, Jaime; PINSKY, Carla Bassanezi (orgs.). **História da cidadania.** 6. ed. São Paulo: Contexto, 2012, p. 190 – 263.

SOUSA, Fábio Gutemberg de. **Territórios de confrontos:** Campina Grande, 1920 – 1945. Campina Grande, PB: EDUFCEG, 2006.

WAMBIER, Josiane de Fátima. A liberdade em Sartre: unidade entre projeto e engajamento. **Revista Emancipação.** v. 3, n. 1, p. 41 – 54, 2003. Disponível em <http://www.revistas2.uepg.br/index.php/emancipacao/article/view/38/35>. Acesso em: 01 nov. 2018.

SEXUALIDADE E ENSINO: O QUE PENSAM AS PROFESSORAS QUE ATUAM ENSINO FUNDAMENTAL I

Gilcineia Gonçalves Ferreira ¹
Fátima Aparecida da Silva Iocca ²

Resumo

Abordagens sobre a sexualidade humana, sobretudo no que diz respeito ao ensino escolar, nem sempre é tarefa fácil. Historicamente, este tema está envolto em preconceitos, crenças, tabus e valores singulares, que são difundidos de geração em geração. A temática tem sido discutida e com visibilidade em diferentes contextos socioculturais, mas ainda gera desconfortos e inseguranças nos profissionais da educação em especial aos professores e, falar sobre o assunto não tem sido prioridade nas instituições escolares, sobretudo nos anos iniciais do Ensino Fundamental. O objetivo deste trabalho foi compreender as concepções de sexualidade e a importância da temática nos anos iniciais do Ensino Fundamental em uma escola pública do estado do Mato Grosso. A investigação foi qualitativa, realizada com um grupo de professoras que atuam nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Os dados foram coletados utilizando questionário diagnóstico com foco na percepção de sexualidade e a relevância da temática na sala de aula. A análise foi realizada a partir dos procedimentos do método de Análise de Conteúdo, na modalidade da Análise Temática. Os resultados apontam para a predominância de uma concepção hedonista do ato sexual e a busca infinita pelo prazer sem a visão da amplitude que a temática carece. Constatou-se também que a temática é considerada relevante nos anos iniciais do Ensino Fundamental e, que a ausência de uma abordagem no âmbito da sexualidade pode estar relacionada a falta de formação e conhecimento sobre a temática.

Palavras-Chave: Formação continuada, Concepções de sexualidade, Práticas pedagógicas.

INTRODUÇÃO

Falar em sexualidade, para a maioria das pessoas, em especial aos/as professores/as, não é uma tarefa fácil, visto que, regra geral, implica não só no conhecimento da temática, mas numa série de fatores que influenciam o processo de ensino e aprendizagem evitando que ações voltadas para o assunto sejam abordadas na sala de aula. Assim, estabelecido como verdade absoluta, o conceito errôneo de que a sexualidade abrange exclusivamente a prática sexual,

¹ Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, pela Universidade do Estado de Mato Grosso –UNEMAT e professora da educação básica do Estado de Mato Grosso, gil77ferreira@hotmail.com

² Doutora em Ecologia, Professora no Programa de Ensino de Ciências e Matemática, Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT, iocca@unemat.br

Recorte da dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Matemática-Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT-Barra do Bugres/MT

impede o desenvolvimento de ações que contribuem para o entendimento da temática em questão. Dessa forma, a sexualidade humana constitui-se no imaginário coletivo como um conjunto de proibições e segredos que devem continuar silenciados (RUFINO *et al.* 2013; FOUCAULT, 2017), sobretudo nas instituições de ensino, uma vez que a falta de conhecimento e a percepção que se tem do assunto não propiciam uma abordagem de forma efetiva no campo educacional.

As dificuldades em abordar assuntos relacionados à sexualidade na sala de aula tornam-se ainda mais relevantes quando trata-se dos anos iniciais do Ensino Fundamental (BRASIL, 2000; BONFIM, 2012; RUFINO *et al.*, 2013; QUIRINO, 2014; LOURO, 2014; SILVA, 2015). Provavelmente, esse fato está relacionado à concepção de que a criança é incapaz de compreender tal assunto, negligenciando o fato de que a sexualidade é inerente à vida e que há diversas formas de esse assunto chegar a esse público específico, instigar o interesse e a curiosidade dos mesmos acentuando ainda mais a necessidade de informações apropriadas no âmbito da temática.

Pensar em sexualidade envolve, por um lado, a desconstrução de certos conceitos e tabus, antes tidos como verdades, e, por outro lado, a construção de novos conceitos a partir de novas concepções acerca da temática, com base na compreensão de que esta é natural ao ser humano e intrínseca à vida (TEODORO & CUNHA, 2014). Esse sentimento de que estamos lidando com um assunto proibido, pode ser observado ainda na infância, como algo que se manifesta na criança desde muito cedo. Já nessa etapa, o público infantil é capaz de perceber atitudes de reprovação, tais atitudes, faz com que a criança silencie seus questionamentos em torno da temática. Isso acontece, principalmente, em ambiente marcado por preconceitos e falta de conhecimento por parte dos adultos.

Trazer essa discussão para o espaço escolar é de suma importância e pode contribuir para a construção de um currículo que considere a relevância dessa temática para desenvolvimento integral do indivíduo. Além disso, é fundamental que os professores e professoras tenham formação e informação específicas no que tange a sexualidade para que possam sentir-se aptos e seguros ao colocá-la em ação no cotidiano escolar e, assim, apresentá-la como uma prática pedagógica que ajude a compreender não só assuntos relacionados a sexualidade, identidades e relações de gênero, mas outros aspectos essenciais à formação humana e a construção de saberes que propicie atitudes de respeito ao próximo (SILVA, 2015).

Atualmente, as discussões a respeito da sexualidade humana têm se intensificado no meio acadêmico. Muito se tem questionado a respeito da inclusão da temática nas instituições de ensino. Estudos como o de Bonfim (2012), Gagliotto (2014), Louro (2014) e Furlani (2017)

entre outros, têm mostrado que a abordagem de temas relacionados à sexualidade nas escolas, contribuem de maneira significativa para a superação das desigualdades, preconceitos e violências relacionadas a orientação sexual e gênero, além de promover respeito, saúde física e psicológica. Nessa perspectiva os debates são necessários para desestabilizar as verdades únicas que, são incumbidas de normatizar um modelo hegemônico de sexualidade na sociedade contemporânea. De acordo com Furlani (2017, p. 70), é preciso “[...] apresentar as várias possibilidades sexuais presentes no social, na cultura e na política da vida humana, problematizando o modo como são significadas e como produzem seus efeitos sobre a existência das pessoas”.

Não obstante a sexualidade tenha ganhado visibilidade e espaço para discussões nas diferentes conjunturas e esferas sociais, ainda assim, há limitações e receios, sobretudo no que diz respeito ao ensino e a aprendizagem no espaço escolar. Conforme Gagliotto (2014, p. 53), “a educação sexual, na família e na escola, é ainda parcial e deficitária. Existe uma tendência [...] em falar nos aspectos biológicos, transmitir conhecimentos técnicos, biologistas, e higienistas, sem a preocupação do todo”. De acordo com a autora, a abordagem transversal da sexualidade, nas diretrizes educacionais, apresenta-se “incompatível com a proposta de sexualidade emancipatória [...]” (GAGLIOTTO, 2014, p. 80).

Embora existam vários dispositivos institucionais que ao longo do tempo estabelece metas e diretrizes para a educação brasileira, há uma desconexão na implantação da temática sexualidade nos cursos de formação tanto inicial quanto continuada (BONFIM, 2012). As iniciativas de políticas públicas educacionais, no contexto atual, não têm dado a devida importância para desenvolvimento de práticas pedagógicas que busquem superar as dificuldades de abordagens em sala de aula. A carência de políticas de implantação e implementação mantém a descontinuidade das ações que promova a temática, portanto, esse parâmetro dicotômico, favorece um cenário com todas as formas de violências e preconceitos, sobretudo os que estão relacionados a sexualidade.

Por tratar-se de um assunto considerado complexo, uma vez que envolve uma série de questões que consequentemente faz parte do universo sociocultural de cada indivíduo, a temática acaba sendo restrita ao planejamento pedagógico, devido à falta de formação e conhecimento no campo da sexualidade. Muitas vezes, incluir ou não a temática no plano de trabalho, definir os conteúdos a serem trabalhados e a amplitude da discussão, ficam a critério do próprio professor ou professora, que o fará segundo as suas concepções, as suas crenças, os seus valores, as suas convicções o seu nível de conscientização sobre o assunto, a sua formação, as suas condições de trabalho – enfim, as suas circunstâncias, sua subjetividade e o seu

horizonte de possibilidades. Assim, as poucas iniciativas de implementação são pontuais, isoladas e não condiz com a realidade atual. Provocar discussões a partir de contextos proposto em sala de aula pode favorecer a abordagem, uma vez que o trabalho com a temática precisa envolver todos no processo e não apenas professores de Ciências, embora, considera-se que este, tenha mais habilidade para tal.

Compreende-se que a complexidade que subjaz a este assunto, sobretudo nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Conforme afirma Silveira (2010), no escopo da sexualidade, temos, ao mesmo tempo, construções sociais, desejos e orientações individuais. No entanto, tal complexidade não justifica a ausência de discussões e reflexões da temática em sala de aula, ainda que nos anos iniciais. Contudo, faz-se necessário o entendimento do processo histórico e os paradigmas responsáveis por normatizar conceitos e preconceitos no tocante a sexualidade, para compreender as manifestações nas sociedades atuais.

Nessa perspectiva, a problemática para esta pesquisa embasou-se no seguinte questionamento: Qual a concepção que se tem de sexualidade e possíveis abordagens nas séries iniciais no ensino fundamental? Teve como objetivo compreender as concepções de sexualidade e possíveis abordagens nos anos iniciais do Ensino Fundamental em uma escola pública do estado do Mato Grosso.

METODOLOGIA

Metodologicamente, este trabalho seguiu a abordagem qualitativa com foco na pesquisa de campo. Foi realizada no período de março a junho de 2019, buscou compreender as concepções de sexualidade e possíveis abordagens nos anos iniciais do Ensino Fundamental em uma escola pública no interior do estado do Mato Grosso.

Os dados foram coletados utilizando questionário diagnóstico com foco na percepção de sexualidade e a relevância da temática na sala de aula.³

O questionário diagnóstico continha perguntas abertas, foi parte das estratégias utilizadas para obtenção de dados durante o processo investigativo da pesquisa e foi entregue a vinte e dois (22) participantes. A escolha desse instrumento para coleta de dados se justifica pelo fato de entender, que poderia ser utilizada uma linguagem própria do sujeito participante

³ Este artigo é recorte da pesquisa desenvolvida para dissertação do mestrado. O diagnóstico inicial foi fundamental para delinear a pesquisa, a partir do qual foi organizada as etapas seguintes, como base para o desenvolvimento da metodologia da pesquisa-ação (THIOLLENT, 2011).

da pesquisa, não havendo influência a partir de respostas pré-estabelecidas pelo pesquisador (MINAYO, 2014). Dentre os questionários entregues aos professores, onze (11) foram devolvidos devidamente respondido.

Para garantir o anonimato das participantes como estabelecido no termo de livre consentimento (TCLE) foi utilizada a letra **P** seguido de algarismos indo-arábico para referir-se as professoras.

Com base na Resolução 466/2012⁴, foram elencados possíveis riscos associados à pesquisa, respeitando a decisão de participar ou não da investigação. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas - CEP (Parecer n.º 3.090.145, de 17 de dezembro de 2018).

Os dados coletados foram analisados pautados em Bardin (2016) e Minayo (2014), a partir da perspectiva de análise de conteúdo na modalidade de análise temática.

RESUSTADOS E DISCUSSÕES

SEXUALIDADE NA PERCEPÇÃO DAS PARTICIPANTES

A sexualidade é uma das dimensões da humanidade mais complexas, e necessita ser entendida na sua essência e amplitude, pois esta configura-se como um dos núcleos estruturantes que formam a totalidade humana. Werebe (1998) a esse respeito assegura que a sexualidade humana “(...) comporta dimensões biológicas, psicossociais e culturais”, sendo que seu significado transcende os limites de prazer e reprodução.

No âmbito da cultura e da história Louro (2000, p. 62), afirma que “a sexualidade envolve rituais, linguagens, fantasias, representações, símbolos, convenções, ou seja, processos profundamente culturais e plurais”. No entanto, o entendimento de que a sexualidade perpassa por todas essas dimensões, ainda é um grande desafio, já que o conceito predominante está relacionado a uma ideia reducionista que detém a sexualidade apenas sobre aspecto biológico ressaltando a busca do prazer a partir do contato físico entre as pessoas.

Concepções muitas vezes equivocadas classificam a sexualidade como algo totalmente proibido, uma espécie de segredo vergonhoso, que deve ser guardado entre adultos. Não se compreende, assim, que a sexualidade é inerente à vida e que é preciso abrir espaço para discutir o assunto também entre crianças e adolescentes, a fim de esclarecer as dúvidas e as curiosidades

⁴ Resolução do Conselho Nacional de Saúde- CNS n.º 466 de 12 de dezembro de 2012. Disponível em: <https://bit.ly/338Zeqf>. Acesso em: 28 set. 2019.

que são próprias dos seres humanos em geral e desse público em particular. A carência de conhecimento associada a limitações e a concepções, muitas vezes impostas culturalmente, contribui para a não abordagem da temática nos espaços educacionais, sobretudo, nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Nessa perspectiva e com intuito de compreendermos a percepção de sexualidade entre as professoras fizemos o seguinte questionamento: De acordo com sua concepção sexualidade para você é? São citadas seis respostas que representativas

P.1: “A noção de sexualidade pode ser a busca pelo prazer, descoberta de sensações proporcionadas pelo toque ou contato, atração por outras pessoas do mesmo sexo ou sexo diferente, ou seja, um conjunto de comportamentos a respeito da satisfação do desejo sexual”.

P.2: “É a maneira que cada um tem, ou desenvolve para a busca do prazer”.

P.9: “Sentimentos de prazeres”.

P.6: “Prazer dentro dos limites”.

P.8: “É um assunto muito complicado de ser abordado”.

P.10: “Sexualidade é o comportamento referente ao sexo”.

Provavelmente essas compreensões são as que circundam o pensamento humano sendo recorrente em grande parte da população, bem como nas sociedades distintas a partir do ponto de vista sociocultural. Historicamente a existência da sexualidade foi negada ao longo do tempo como uma dimensão da vida humana que envolve outros fatores, sendo restrita ao conceito puramente biológico sem a devida abrangência epistemológica que a temática detém (LOURO, 2000).

A esse respeito pode-se dizer que com base nas conceituações das participantes da pesquisa o entendimento que se tem inicial é de ato sexual e não de sexualidade. Pressupõe-se que a sexualidade ainda apresenta uma identidade naturalista, distante da compreensão da dimensão que esta detém. Isso nos remete ao conceito de que não há, assim, uma compreensão mais ampla de que a sexualidade é uma dimensão da vida humana que envolve outros aspectos além do físico – aspectos sociais, psicológicos, culturais, econômicos e religiosos (BONFIM, 2012; QUIRINO, 2014).

Entender a sexualidade apenas como uma forma de prazer obtida a partir do ato sexual pode contribuir para legitimar o conceito de proibição associado à abordagem dessa temática nas instituições escolares. Do ponto de vista sociocultural, falar de questões que envolvem a sexualidade é algo que remete a medo, a limitações, a vergonha e a aflições. Na perspectiva

pedagógica esse pensamento reforça o impedimento de ações voltadas para implantação e implementação da temática nos espaços escolares, especialmente, nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

O conceito biológico e higienista da sexualidade apresentado nos livros didáticos e em documentos oficiais da educação também aparece entre as concepções das professoras relacionando sexualidade apenas com a formação do corpo humano e as fases a ser estudadas.

P.3: “Pra mim é um termo que abrange a educação que estuda a formação do corpo e sua mudanças com o tempo, as fases da adolescência/ criança/adulto”.

P.7: “Para mim, sexualidade é macho e fêmea.

De acordo com Nunes e Silva (2000, p. 73) “a sexualidade transcende a consideração meramente biológica, centrada na reprodução das capacidades instintivas (...)”. Segundo os autores, a sexualidade é a própria “vivência e a significação do sexo, para além do determinismo naturalista, isto carrega dentro de si a intencionalidade e a escolha que a torna uma dimensão humana, dialógica, cultural” devendo ser entendida na sua totalidade. Quando não se tem esse entendimento, fica-se restrito a uma visão reducionista, construída socialmente a partir de conceitos do senso comum.

A resposta da P.7 demonstra uma concepção redutora da sexualidade. Certamente, essa opinião é uma das “invenções sociais” (FOUCAULT, 2017) que contribuem para a sustentação de certos discursos sobre sexualidade na sociedade contemporânea.

Diante do enredamento e da intensidade, abordar a temática no âmbito escolar demanda que o/a professor/a tenha uma fundamentação teórica e metodológica numa perspectiva multidisciplinar que além de considerar os conceitos biológicos, contemple também as diversas áreas do conhecimento como ressalta Bonfim (2012, p. 27) que “além de contemplarem as ciências biológicas, sejam embasadas em diversas áreas das ciências humanas, como a pedagogia, a filosofia, a história, a sociologia, a antropologia, a psicologia”.

Do ponto de vista pedagógico compete ao sistema educacional como um todo superar a visão epistemológica que ainda se tem da temática e criar novas possibilidades metodológicas que possa transpor os paradigmas existentes, uma vez que a carência de informações, especialmente nos anos iniciais minimiza a construção do saber, bem como a autonomia do pensamento da criança que por conseguinte tornará um adulto repleto de dúvidas, preconceitos, medos e tabus diante de determinadas situações que lhe exigirá posicionamento e deliberações.

Entre os conceitos das professoras pesquisadas há concepções que evidenciam que a sexualidade não é apenas sexo, que engloba outros fatores sendo vários aspectos que abrange a sexualidade.

P.4: “Sexualidade para mim está no modo de agir, no modo de se vestir de falar, são vários”.

P.5: “Acredito que não é apenas sexo, mas a forma que cada um se comporta e engloba inúmeros fatores”.

Estes conceitos estão em consonância com a concepção de sexualidade defendida por vários autores como Louro (2000), Bonfim (2012), Quirino (2014) e Foucault (2017), pois remete a ideia de que engloba outros fatores, porém nos excertos aparecem implicitamente a questão cultural não ficando claro quais outros fatores se referem. Assim subentende-se que a amplitude da sexualidade ainda não é compreendida de fato e, provavelmente, essa carência de conhecimento é o que impede o desenvolvimento de práticas pedagógicas que incluam a temática na sala de aula.

No contexto atual, a reivindicação é a de que a sexualidade precisa ser compreendida como uma dimensão humana que envolve os aspectos físicos, sociais e psicológicos, além de incluir a compreensão do nosso corpo, nossa cultura, nossa história, nossos costumes, nossa religião e nossas relações afetivas (BONFIM, 2012). Sem esse entendimento por parte dos professores e professoras, torna-se difícil estabelecer diálogos, em sala de aula, que fomentem as discussões no âmbito da sexualidade.

Certamente, esse abismo que existe entre a prática pedagógica e o enfoque da sexualidade está relacionado às questões socioculturais, filosóficas e religiosas que normatizam e conseqüentemente impede o diálogo sobre o assunto a partir de uma fundamentação teórica-metodológica na perspectiva da transversalidade. Mas também há outro fator que pode contribuir para a não abordagem da temática que são as lacunas existentes nas formações tanto inicial quanto contínua dos/as professores/as no tocante a Sexualidade.

Nessa perspectiva, fizemos o seguinte questionamento: Durante a sua formação acadêmica, você se lembra de alguma disciplina que abordou a temática da sexualidade voltada para o contexto escolar e a sala de aula? Todas as respostas coadunam para o entendimento de que a temática não é considerada relevante dentro da esfera da formação docente.

P.1: “Não me lembro de ter estudado essa temática”.

P.5: Eu, na minha formação inicial, não tive nada sobre isso, e os cursos que a gente participa também não traz nada sobre isso.

P.6: “Nunca estudei sobre sexualidade”.

P.2; P.3; P.4; P.7; P.8; P.10 e P.11: “Não”.

p.9: “Não especificamente”.

A falta de conhecimento, gerada pela carência de informação nos processos formativos, tanto inicial quanto continuado (PIMENTA, 1996), é um dos fatores que certamente impedem o desenvolvimento do ensino e da aprendizagem, uma vez que as especificidades não são priorizadas e nem discutidas na sua essência. Esta é uma questão histórica, visto que a finalidade da educação sempre esteve vinculada às classes dominadoras (BONFIM, 2012).

Em se tratando da sexualidade, a ausência de informação sobre essa temática é algo impactante no campo da Pedagogia, sobretudo em relação ao conhecimento biológico da morfologia e da fisiologia que diz respeito à forma e ao funcionamento do corpo humano (PEREIRA; MONTEIRO, 2015).

O diagnóstico evidenciou uma carência de formação docente no âmbito da temática, pois as participantes foram unânimes em dizer que, na formação inicial, não cursaram disciplinas que ofereciam uma abordagem da sexualidade e que nunca houve enfoque dessa temática nas formações continuadas que tiveram lugar na instituição escolar pesquisada. Deste modo, as habilidades a serem desenvolvidas no campo da temática acabam sendo negligenciadas por falta de conhecimento, e isso seguramente compromete o ensino e a aprendizagem dos alunos no que tange a globalidade dos temas transversais.

A ausência de conhecimento em relação à sexualidade é um fator que deve ser levado em consideração, uma vez que impede não só a abordagem da temática, mas, principalmente, uma reação adequada às manifestações dos estudantes – manifestações essas que são algo comum, mas que merecem os devidos esclarecimentos. Ter domínio, nesse contexto, implica compreender que a sexualidade é inerente à vida e é moldada socialmente, constituindo-se a partir do dispositivo histórico (FOUCAULT, 2017), de acordo com os valores e costumes estabelecidos em cada sociedade.

De acordo com Quirino (2014), com a carência de formações e informações adequadas, as fragilidades, ora conceituais, ora de formação, tendem a crescer, sobretudo no âmbito da sexualidade.

Os/as professores/as ficam limitados e não conseguem desenvolver uma prática que de fato inclua a formação do/a aluno/a para a compreensão e respeito à diversidade na sociedade

contemporânea. Os novos paradigmas exigem do/a professor/a um trabalho constante e reflexivo, sendo preciso superar as dificuldades para um melhor desempenho da ação pedagógica na perspectiva da diversidade sexual (LOURO, 2019).

No que diz respeito à área voltada para a sexualidade humana, a falta de informação e a dúvida são pressupostos que geram, em primeira instância, a discriminação, o preconceito, e o desrespeito ao diferente. Além disso, fazem com que papéis estereotipados sejam perpetuados socialmente. Mas o que a escola tem que ver com isso? A instituição escolar colabora na promoção de posturas promotoras de violência quando se exime da responsabilidade de formação de um sujeito reflexivo, omitindo informações essenciais para a desconstrução de preconceitos.

Segundo as Orientações Curriculares do Estado de Mato Grosso (2012, p. 41), quando a escola não trabalha com seus alunos e alunas, a inclusão da temática “relega-os a uma condição de inferioridade, produzindo sofrimento, e toda sorte de discriminação, agressões e preconceitos e com isso afronta totalmente os direitos dos estudantes garantidos tanto na CF como na LDB (Lei n.º 9394/96) e no Estatuto da Criança e Adolescente”.

Nessa perspectiva, os diferentes campos do conhecimento podem abordar a sexualidade no espaço escolar, não sendo restrita somente ao Ensino de Ciências (QUIRINO, 2014). Isso tem implicações para a formação do/a professor/a, pois este precisa estar preparado, com embasamento teórico e didático, para ter condições de implementar, no processo educativo, as discussões necessárias e, assim, contribuir plenamente para a construção da cidadania da criança e do adolescente.

A relevância da temática segundo as professoras

A Educação Infantil, o primeiro e o segundo Ciclo do Ensino Fundamental geralmente ficam sob a responsabilidade do pedagogo. Considerado como global e polivalente, este profissional precisa desenvolver todas as áreas da educação e do ensino, ou seja, trabalhar todos os componentes curriculares das Ciências Humanas e Naturais, Matemática e Linguagem, desenvolvendo competências e habilidades. Ainda precisa dar conta de todas as nuances existente numa sala de aula. Conectado a isso, estão as especificidades deontológicas que são exigidas desse pedagogo, como postura profissional ética e coerente. Nesse sentido, o professor carece de uma formação que lhe dê condições para o cumprimento das suas funções e potencialize o seu fazer pedagógico, para que ele seja capaz de problematizar situações e

sensibilizar seus alunos quanto aos sentidos preconceituosos e heteronormativos que normalmente são comuns em espaços educativos (LOURO, 2009).

De acordo com Quirino (2014), a superação do mito da “democracia sexual” demanda que o/a professor/a tenha constante renovação no que tange à sua prática pedagógica, pois a sexualidade abrange outras grandezas e envolve diversos campos dos saberes. De acordo com Schroeder *et al* (2008, p. 33) “ninguém é indiferente à sexualidade, pois ela marca não só o organismo, mas, principalmente, a mente”, e a instituição escolar compete o importante papel de desenvolver nos sujeitos, via conhecimento científico, uma ação reflexiva e crítica, enfim, educativa.

Enquanto agente de transformação, o/a professor/a tem papel fundamental, para tanto é necessário ter mecanismos para superação dos preconceitos e dogmas, o que advém do conhecimento, para que, de fato, possa compreender e trabalhar com as diversidades existentes na sala de aula, contribuindo não só para a formação acadêmica, mas também para a formação integral da criança e do adolescente. Nesse sentido, buscamos a partir da perspectiva das professoras compreender como estas, consideram a temática nos anos iniciais do Ensino Fundamental, com o questionamento: Você considera importante a discussão sobre sexualidade nos anos iniciais? Por quê?

P.1: “Sim. Porque a informação dá conhecimento e ajuda a esclarecer qualquer tipo de dúvida”.

P.2; P.3; P.8 e P.9: “sim”

P.4: “Sim, considero importante a discussão sobre sexualidade, pois vai me ajudar ou seja vai contribuir com minha prática pedagógica”.

P.5: “A discussão da temática é muito relevante para nós que trabalhamos nos anos iniciais e pode amenizar as dificuldades de falar sobre o assunto, porque muitas vezes a vergonha e o constrangimento que a gente tem é por falta de conhecer o assunto”.

P.6: “Sim, é importante, pois na nossa sociedade tem muitos tabus, distorções e repressões sobre a sexualidade e quanto menos tabus nós tivermos menos tabus a criança terá quando crescer”.

P.7: Sim com toda certeza, porque é um assunto difícil, mas, que faz parte do cotidiano da sala de aula.

P.10: “É um assunto muito importante de ser trabalhado. Devia ser mais abordado na escola para quebra de tabu, e os alunos passarem a saber realmente o que é sexualidade, porque eles

ouvindo e aprendendo de profissionais eles não ficam tão vulneráveis as pessoas “maldosas” que tem lá fora”.

P.11 “Sim. Porque precisamos aprender mais sobre o conceito”.

As respostas evidenciam a importância da discussão da temática no espaço escolar e coadunam com a ideia de que a temática é difícil de ser abordada, ora por constrangimento, vergonha e preconceitos, ora por falta de conhecimento. Certamente, esse pensamento influencia o trabalho em sala de aula de maneira negativa, impedindo o desenvolvimento pleno do aluno enquanto sujeito e cidadão. Partindo do pressuposto de que o/a professor/a também é responsável pela formação integral do aluno, esses entraves reforçam a ideia de que a tão sonhada “formação plena do indivíduo” ainda está distante da realidade no campo educacional, sendo que diversos fatores contribuem para fortalecer o silenciamento na perspectiva da diversidade (SILVA, 2015).

Segundo Foucault (2017), a sexualidade é uma invenção social que está condicionada pelos discursos sobre sexo e por uma ideologia predominante que determina normas e saberes que reprimem, controlam e limitam a visão e a compreensão sobre o assunto. Foucault (2017, p. 9) também afirma que “a repressão foi, desde a época clássica, o modo fundamental de ligação entre poder, saber e sexualidade”. A partir desse tripé é que foram construídos culturalmente saberes difundidos entre as gerações. Esses conhecimentos de certa maneira corroboram para a manutenção do cenário atual.

De acordo com Pimenta (1996, p. 74) “[...] na sociedade contemporânea cada vez se torna mais necessário o trabalho do/a professor/a enquanto mediador nos processos constitutivos da cidadania dos alunos, para que ocorra a superação das desigualdades sociais”. Torna-se imprescindível repensar as políticas de formação de professores/as em todas as esferas institucionais com foco nos novos paradigmas emergentes.

É preciso compreender que as influências exercidas, principalmente pela cultura, controlam, direcionando comportamentos que permitem a internalização de conceitos e preconceitos estabelecidos como verdades inquestionáveis.

Nesse sentido, a resposta da **P.6** reforça a ideia de que quanto menos tabus forem demonstrados, menos tabus a criança vai ter ao se tornar adulta. O pensamento da **P.10** reafirma a necessidade de abordar a temática nos anos iniciais a fim de superar a vulnerabilidade das crianças a partir de informações corretas.

As respostas corroboram para o entendimento de que a educação na perspectiva da transversalidade pode possibilitar à criança uma melhor compreensão da sexualidade,

percebendo-a com naturalidade e sem ter receio de questionar a fim de elucidar suas dúvidas (BONFIM, 2012).

A fim de compreendermos o encadeamento entre teoria e prática em relação as experiências vivenciadas em sala de aula, questionamos: Você já presenciou situações na sala de aula entre os alunos em que a sexualidade ficou evidente? Qual foi a sua atitude?

P.3: “Até o momento não apareceu nenhuma situação evidente”.

P.5: “Nunca houve essa situação na minha sala de aula”.

P.10: “Não nunca presenciei”.

Os demais responderam: “Não”.

As Orientações Curriculares do Estado de Mato Grosso asseguram que a diversidade sexual está presente no contexto escolar, mas que “não é percebida ou se é, acaba sendo tolhida, mascarada, e engolida pela sociedade que quer normatizar comportamentos e acaba por excluir os que não se enquadram no perfil preestabelecido pela maioria” (MATO GROSSO, 2012, p. 37)

É evidente que a sala de aula é constituída não só pela diversidade sociocultural, mas também pelas representações de gênero, identidades sexuais e sexualidade. Na maioria das vezes é nesse espaço que as crianças demonstram as primeiras manifestações de sua sexualidade. Contudo essas experiências nem sempre são notadas pelos/as professores/as, visto que o conceito que se tem de sexualidade quase sempre não permite essa percepção, sendo que este geralmente, é concebido numa perspectiva reducionista que ainda marca fortemente as concepções das pessoas (SANTOS E FELIPE, 2018).

As respostas comprovam que ainda predominam pensamentos de que a sexualidade não faz parte do contexto escolar. Essa impressão ficou evidenciada nas respostas, visto que coadunam para compreensão do anulamento da sexualidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Contudo, esse é um processo natural e constituinte nesses espaços, no entanto faz-se necessário esse entendimento. Segundo Bonfim (2012, p. 73), “a sexualidade está conosco desde que somos gerados e [...] ela se desenvolve em todas as fases da vida; [...] ainda que não abordemos esse assunto com a criança, sua sexualidade não será anulada”.

A carência de compreensão a esse respeito se justifica pela ausência de conhecimento. Embora os/as professores/as sejam parte integrante desse universo cultural, precisam inteirar-se de informações que contribuem para desfazer o conceito de que a sexualidade é algo distante

da realidade escolar. É preciso leva-lo a entender que, se tratando da sexualidade humana, a mesma está presente em todos os contextos, desde que sejam habitados por pessoas.

A partir dessa perspectiva considera-se fundamental repensar as ações pedagógicas no sentido de possibilitar ao aluno uma formação integral, buscando conhecimentos para compreender os novos paradigmas e os desafios existentes não só em suas salas de aula, mas também em outras conjunturas.

A análise das respostas também mostrou a convergência entre as práticas pedagógicas desenvolvidas pelas professoras. Contudo, das onze participantes, três assumiram ter vivenciado experiências em sala de aula, que fomentavam uma abordagem no âmbito da sexualidade.

P.1: “Sim, conversei expliquei que isso era natural e necessidade do nosso corpo, mas que era um gesto obsceno, na frente dos colegas, então que devemos ter cuidado com o nosso corpo na presença dos outros”.

P.8: “Com certeza já passei por alguns momentos assim e tentei conversar de uma maneira simples e clara”.

P.9: “Sim, dei minha opinião e respeitei eles, ouvindo o que eles tinham a dizer”.

De acordo com Gagliotto (2014, p. 162), o entendimento da sexualidade é “pressuposto teórico” para abordagem da temática, de maneira que falar sobre as questões que envolvem a sexualidade implica ter conhecimento das suas diversas dimensões, sobretudo da “história do homem e de seus aspectos filosóficos e antropológicos, o que remete à compreensão das suas relações materiais concretas constituídas de todos os aspectos que lhe hominizam [...]”. Sendo assim, tratar desse assunto em sala de aula é também promover a igualdade de gênero e uma perspectiva emancipatória nesse domínio.

Melo e Pocovi (2002, p. 39) reforçam a ideia de que essa abordagem de cunho global implica engendrar uma ruptura às ordens estabelecidas, à procura de novos conceitos que apontem para uma nova sociedade, que estabeleça a “igualdade, atendendo a diversidade cultural, com uma nova compreensão da dimensão da sexualidade como parte indissociável dos direitos humanos no processo da construção da cidadania”.

Louro (2000) assegura que a escola constitui-se como um campo excepcional para trabalhar a temática. A autora aponta para a necessidade de problematizar e desconstruir os conceitos hegemônicos de corpo, gênero e sexualidade que permanecem no contexto escolar, sobretudo no que se refere a atitudes e valores. Para tanto, é imprescindível que tanto a escola

quanto o/a professor/a estejam e sintam-se preparados para esse enfoque, enquanto agentes de transformações.

Todavia, as discussões no campo da diversidade sexual precisam ser potencializadas, de forma que contemplem as expectativas dos/das professores/as no âmbito da sexualidade. É necessário superar o conhecimento dominante que, no entendimento de Britzman (1999, p. 102), sempre esteve ligado e constituído “pelos discursos do pânico moral, pela suposta proteção de crianças inocentes, pelo eugenismo da normalização e pelos perigos das representações explícitas da sexualidade”. A partir disso, eles poderão ser priorizadas metodologias que desenvolvam habilidades e conduzam os alunos e alunas ao entendimento e a reflexão de maneira efetiva e significativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sexualidade humana traz conceitos que são produtos culturalmente difundidos e compartilhados; portanto, disputam espaços nas representações de cada sujeito. As considerações que permeiam a temática evidentemente são influenciadas por outros meios, que, por vezes, não estão empenhados com a educação científica da sociedade. Dessa maneira, exercem a formação de concepções inadequadas e errôneas que, conseqüentemente, geram preconceitos e incertezas perante as situações apresentadas em sala de aula impedindo o desenvolvimento de práticas que contemplem as necessidades formativas dos alunos.

Embora os dados apontam para a predominância de uma concepção hedonista do ato sexual e a busca infinita pelo prazer, cremos que a sexualidade, deve ser entendida como um conjunto de sentimentos, conhecimentos, representações e interações que se estabelecem durante toda a vida e em cada fase de maneira muito peculiar. Constatou-se ainda, a relevância da temática nos anos iniciais do Ensino Fundamental, entretanto, o enfoque sobre a sexualidade revela-se de forma insuficiente diante das prerrogativas correlacionadas as representações sociais e plurais e que a ausência de uma abordagem constante a esta temática pode estar relacionada a constrangimentos, tabus, dogmas, medos, vergonha e falta de conhecimento sobre a temática.

Acreditamos que é possível romper com o silenciamento e avançar numa outra direção, para incluir a temática nos planejamentos e nas práticas cotidianas da sala de aula, o que significa comprometimento da escola com as questões para além do ler e do escrever. Há que se compreender que este movimento não pode ser dissociado da transformação social,

favorecendo a compreensão de circunstâncias que ocorrem no cotidiano escolar e que, por vezes, são esquecidas ou passam despercebidas por falta de informação.

Entendemos que a constituição dos conhecimentos sobre sexualidade deve ser uma construção gradativa fundamentada em uma prática reflexiva entre os saberes populares e os científicos, a fim de promover a participação ativa e crítica tanto do/a professor/a quanto dos alunos e alunas na ressignificação e na apreensão dos novos conhecimentos. No entanto, esse entendimento só será possível a partir de uma formação tanto inicial quanto contínua e continuada, que permita a discussão da temática propondo informações essenciais, de forma a minimizar o descompasso entre as políticas públicas e quem vai executá-la. Estas devem dar condição para além da compreensão promover as habilidades por meio de práticas pedagógicas no campo da sexualidade.

Defendemos que os temas relacionados à sexualidade e às manifestações dos alunos e alunas devem ser problematizados e discutidos ainda nos anos iniciais do Ensino Fundamental, para que eles possam ampliar seus conhecimentos, possibilitando uma ressignificação da realidade em que estão inseridos. É preciso que nós tenhamos condições para uma abordagem que atenda às necessidades formativas dos alunos e das alunas, nas diversas direções, para que estes disponham de informações corretas, isentas de preconceitos, que contribuam, de fato, para o desenvolvimento global desses sujeitos.

BIBLIOGRAFIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições. 70, 2016.

BONFIM, C. **Desnudando a educação sexual**. Campinas, SP: Papyrus, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: pluralidade cultural: orientação sexual**. 2. ed. Brasília: MEC/SEF, 2000, v. 10, p. 112-128

BRITZMAN, D. **Curiosidade, sexualidade e currículo. O corpo educado: pedagogias da sexualidade**. Belo Horizonte: Autêntica, 1999.

FOUCAULT, M. **História da sexualidade I: a vontade de saber**. 6. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2017.

FURLANI, J. **Educação sexual na sala de aula: relações de gênero, orientação sexual e igualdade étnico-racial numa proposta de respeito às diferenças**. Belo Horizonte: Autêntica, 2017.

GAGLIOTTO, G. M. **A Educação Sexual na Escola e a Pedagogia da Infância: Matrizes Institucionais, Disposições Culturais, Potencialidades e Perspectivas Emancipatórias.** Jundiaí: Paco Editoria, 2014.

LOURO, G. L. **Currículo, gênero e sexualidade.** Porto, Portugal: Porto Editora, 2000.

LOURO, G. L. LOURO, G. L. **Heteronormatividade e homofobia.** In: Diversidade sexual na educação: problematizações sobre a homofobia nas escolas. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade; Unesco, p. 84-93, 2009.

LOURO, G. L. **Gênero, sexualidade e educação: Uma perspectiva pós-estruturalista.** 16. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

LOURO, G. L. LOURO, G. L. *et al.* **O corpo educado: pedagogia da sexualidade.** 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Educação. **Orientações Curriculares para a Educação Básica: Concepções para a Educação Básica.** Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso. Cuiabá: Gráfica Print, 2012.

MELO, S. M.; POCOVI, R. M. de S. **Caderno pedagógico: Educação e sexualidade.** Florianópolis: UDESC, 2002.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** Petrópolis: Vozes, 2014.

NUNES, C.; SILVA, E. **A educação sexual da criança: subsídios teóricos e propostas práticas para uma abordagem da sexualidade para além da transversalidade.** Campinas, SP: Autores Associados, 2000.

PEREIRA, Z.; MONTEIRO, S. **Gênero e sexualidade no ensino de ciências no Brasil: análise da produção científica recente.** Revista Contexto & Educação, v. 30, n. 95, p. 117-146, 30 out. 2015. Disponível em: <https://revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/3155>. Acesso em: 15 mar. 2019.

PIMENTA, S. G. **Formação de professores: saberes da docência e identidade do professor.** Revista da Faculdade de Educação, v. 22, n. 2, p. 72-89, 1996.

QUIRINO, G. S. **Prática docente em sexualidade e educação sexual no espaço escolar.** 1. ed. Curitiba, PR: Appris, 2014.

RUFINO, C. B. *et al.* **Educação sexual na prática pedagógica de professores da rede básica de ensino.** Revista Eletrônica de Enfermagem, v. 15, n. 4, p. 983-91, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/338jUP9>. Acesso em: 14 abr. 2020.

SANTOS, A. C. dos; FELIPE, E. M. C. **Sexualidade na escola: a voz do silêncio.** 1. ed. Curitiba: Appris, 2018.



CONGRESSO NACIONAL
de PESQUISA e ENSINO
em CIÊNCIAS
V CONAPESC

SILVA, K. da. **Currículo e gênero: a sexualidade na formação docente.** 1. ed. Curitiba, PR: Appris, 2015.

SILVEIRA, J. M. **Manifestações da sexualidade da criança na educação infantil: estranhamentos e desafios.** Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2010.

SCHROEDER, E. *et al.* **A teoria histórico-cultural do desenvolvimento como referencial para análise de um processo de ensino: a construção dos conceitos científicos em aulas de ciências no estudo da sexualidade humana.** Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica - 2008

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011

WEREBE, M. J. G. **Sexualidade, Políticas e Educação.** São Paulo: Autores e associados, 1998.

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA FUGA DE ÓLEO A PARTIR DE UM DUTO SUBMERSO EM CORRENTEZA MARÍTIMA VIA CFD

Gicelia Moreira ¹
Túlio Rafael Nascimento Porto ²
Severino Rodrigues de Farias Neto ³
Antonio Gilson Barbosa de Lima ⁴

RESUMO

A indústria de petróleo faz uso de tubulações para o transporte de óleo por longas distâncias. A cadeia produtiva de petróleo está submetida diariamente a riscos de acidentes, podendo levar ao derramamento de óleo com danos elevados ou irreparáveis de grande impacto na natureza. Diante desses fatos, entender o comportamento desses fluídos no ambiente marinho é de suma importância para tomar decisões de grande importância destinadas a contenção de vazamentos e minimização de danos ambientais de uma forma geral. Diante disto, este estudo tem por objetivo avaliar o escoamento interno e externo em tubulações horizontais imersas em correnteza marítima. No domínio de análise, uma tubulação submersa de 10 m de comprimento e 20 m de coluna de água constitui o domínio físico. Além disso, uma malha computacional hexaédrica com 139.488 elementos foi gerada usando o software ICEM-CFD 15.0. Na modelagem matemática, o modelo de superfície livre e o modelo de turbulência k- ϵ padrão foram usados para descrever o escoamento bifásico (água/óleo). Nas simulações realizadas, foram variadas as densidades e as viscosidades do óleo. Os resultados mostram que o modelo proposto foi capaz de prever adequadamente o escoamento água/óleo na tubulação com vazamento, assim como os campos de velocidade, pressão e fração volumétrica da fase óleo e água nos dois domínios de estudo.

Palavras-chave: Simulação numérica, Oleoduto, Petróleo, Correnteza, CFX.

INTRODUÇÃO

Grandes números de estudos têm se aperfeiçoado a entender e quantificar o movimento de derramamento de óleo na superfície da água. Diante disto, modelos de fuga de óleo e sistemas de simulação numérica foram desenvolvidos para prever as trajetórias de petróleo vazado, porém, as atividades relacionadas à perfuração e produção de petróleo em alto-mar e também ao transporte de óleo em navios de cargas e oleodutos submersos e costeiros aumentam o potencial de vazamento de óleo (SUN et al., 2019, MOREIRA et al., 2020).

¹ Doutoranda do Curso de Eng. Química da Universidade Federal - UFCG, gicelia.moreira@eq.ufcg.edu.br

² Doutorando do Curso de Eng. Mecânica da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, trnporto@gmail.com

³ Professor Orientador Dr., da Universidade Federal de Campina Grande, severino.rodrigues@eq.ufcg.edu.br

⁴ Professor Orientador Dr., da Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, antonio.gilson@ufcg.edu.br

No entanto, nesta estimativa, informações são empregadas de maneira que as agências de segurança marítima sejam capacitadas para lidar cada vez mais com acidentes de derramamento de óleo caso a primeira emergência seja falha (ZHU et al., 2017).

Um entendimento aprofundado do processo de flutuação de óleo através da coluna de água pode ajudar os operadores a determinar como rastrear o óleo lançado na correnteza e como limpá-lo assim que atinja a superfície da água (ZHU, et al., 2017). Grandes são as explorações em larga escala de petróleo e gás offshore resultando em grandes liberações de petróleo e gás em águas do oceano. Pode acontecer que alguns derrames de petróleo são provocados intencionalmente para danos maliciosos ou até mesmo escapar da punição da poluição, porém outros acidentes são devidos a colisões de navios de petróleo bruto fora de controle de poço de petróleo submerso ou até mesmo falha nas tubulações submarinas entre outros.

O vazamento de óleo em oleodutos de águas profundas Deepwater Horizon (DWH) no Golfo do México em 2010 (Costa da Louisiana, EUA) é tido como o maior acidente com óleo marinho registrado que durou três meses e cerca de 205,8 milhões de galões de petróleo foram liberados, esse derramamento de óleo não só causou grandes danos ao ecossistema marinho mas também aos habitantes da vida selvagem e abastecimento de água resultando em um grande acidente ecológico em uma plataforma de petróleo no Mar de Bohai (China). Com objetivo de minimizar danos provocados pela poluição do petróleo derramado no leito marinho, uma resposta rápida e métodos eficazes de prevenção como o de recuperação, torna-se necessário. No entanto, as principais questões em frente a equipe marítima de resgate de emergência é a localização onde e quando o óleo derramado atinge a superfície do mar (WANG et al., 2013; ZHU et al., 2017).

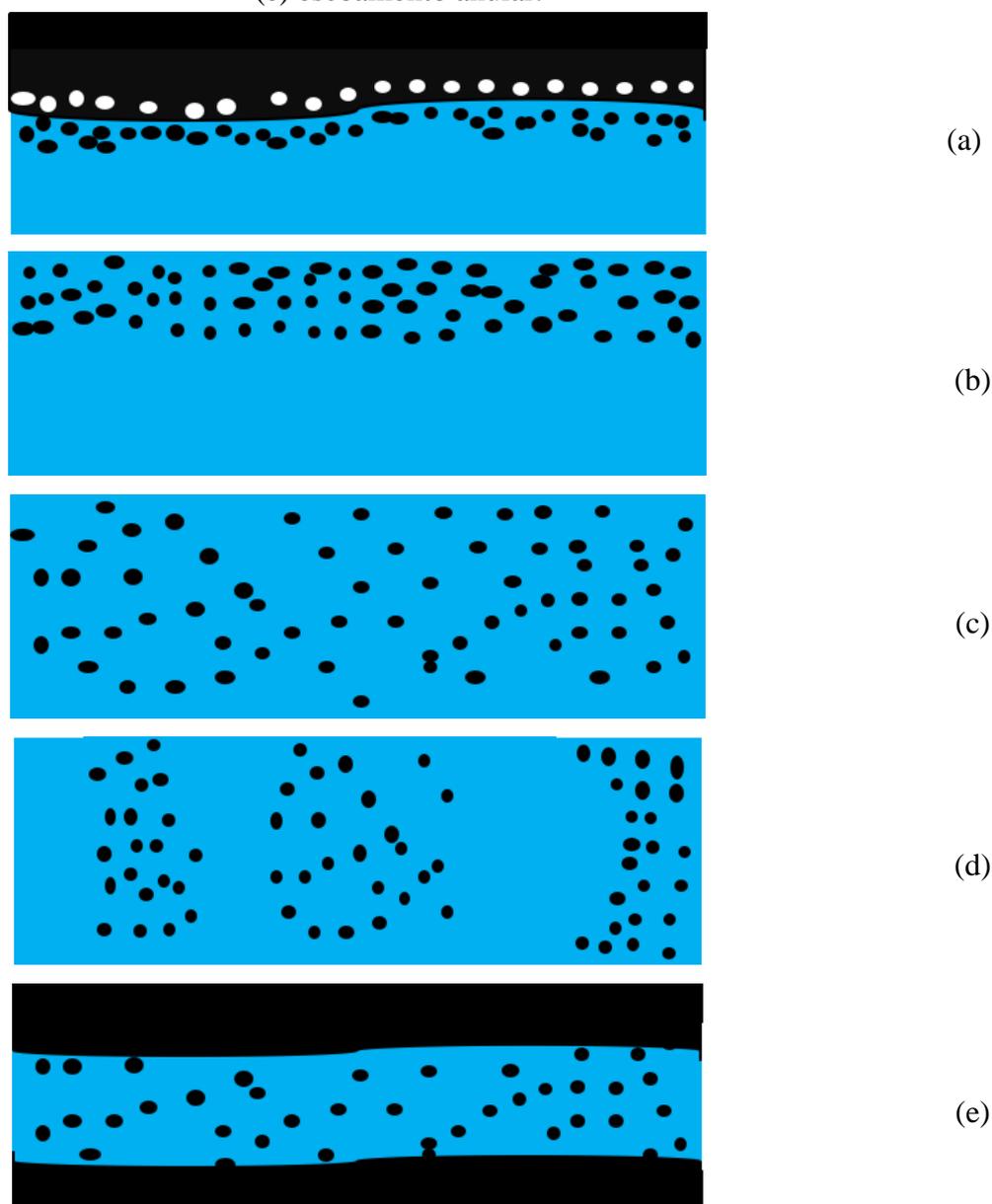
Grande é a quantidade de acidentes que podem surgir devido à ocorrência de vazamentos durante a exploração de petróleo e gás natural em águas rasas (até 300 metros), profundas (de 300 a 1500 metros de lâmina d'água) e ultraprofundas (acima de 1500 metros). Muitas são os danos ambientais de grandes proporções, perdas humanas e financeiras devido a risco de incêndio, explosão, liberação de material tóxico entre outras situações (*site* PETROBRAS, 2017; MOREIRA, et al., 2020).

Com isso, o presente estudo tem por objetivo avaliar a o escoamento interno e externo em tubulações horizontais imersas em correnteza marítima.

ESCOAMENTO HORIZONTAL

Segundo Paladino (2005) e Arirachakaran *et al.* (1989), as configurações adotadas por sistemas bifásicos líquido-líquido em dutos horizontais, têm como base cada uma das fases, conforme as padronizações ilustradas na Figura 1.

Figura 1: Configurações geométricas adotadas por sistemas bifásicos líquido-líquido em dutos horizontais: (a) escoamento estratificado, (b) escoamento com dispersão de óleo em água, (c) escoamento com dispersão de óleo em água ou água em óleo, (d) escoamento intermitente e (e) escoamento anular.



Fonte: Próprio autor.

(a) Escoamento estratificado: Ocorre em escoamentos horizontais, onde duas fases escoam separadas por uma interface com ondulações, a fase óleo dispersa na parte superior da tubulação e a fase água na parte inferior. Segundo Spedding e Hand (1997), o escoamento do petróleo e seus derivados ocorrem com mais frequência em mais de uma fase presente;

(b) Escoamento com dispersão de óleo em água: Nesse tipo de escoamento, a fase óleo se encontra dispersa na parte superior do duto sobre a fase água;

(c) Escoamento com dispersão de óleo em água ou água em óleo: As fases óleo e água se encontram dispersas uma na outra. Nesse padrão de escoamento, ambas as fases se movem com velocidades semelhantes, fazendo com que ocorra a dispersão entre fases;

(d) Escoamento intermitente: O escoamento intermitente é um escoamento semelhante ao pistonado em sistemas líquido-gás, onde a fase óleo cessa e recomeça em pequenos intervalos que não são contínuos, ou seja, com interrupção;

(e) Escoamento anular: Ocorre com um aumento na velocidade da fase óleo, fazendo com que o óleo flua para o núcleo central, podendo conter gotículas de água, formando uma interface um pouco ondulada no centro da tubulação.

METODOLOGIA

O domínio físico analisado consiste de uma tubulação submersa em um domínio bidimensional, com 20 m de comprimento e 10 m de altura (Figura 2). No interior da tubulação ocorre o escoamento do óleo e na região acima da tubulação o escoamento da água. O tubo possui um diâmetro de 0,2 m sendo a espessura da parede de 0,02 m e um furo de 0,02 m de diâmetro localizado a 10 m da seção de entrada da tubulação.

A malha computacional que representa o domínio, foi gerada utilizando o software ICEM-CFD presente no pacote computacional da Ansys 15.0. Na Figura 3, pode ser vista a malha numérica gerada com 13.9488 elementos hexaédricos e 93.666 pontos nodais, com destaque para as regiões de tubulação e vazamento.

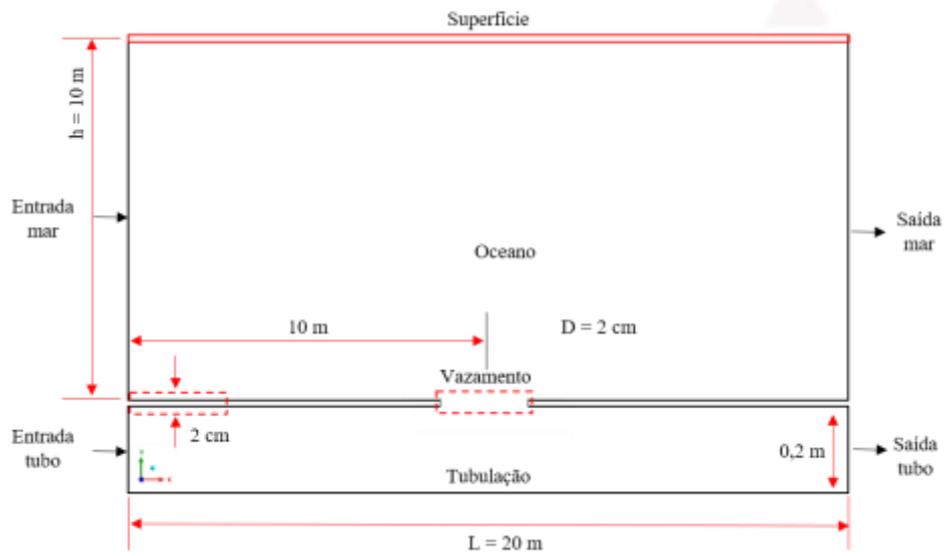


Figura 2: Domínio físico analisado.

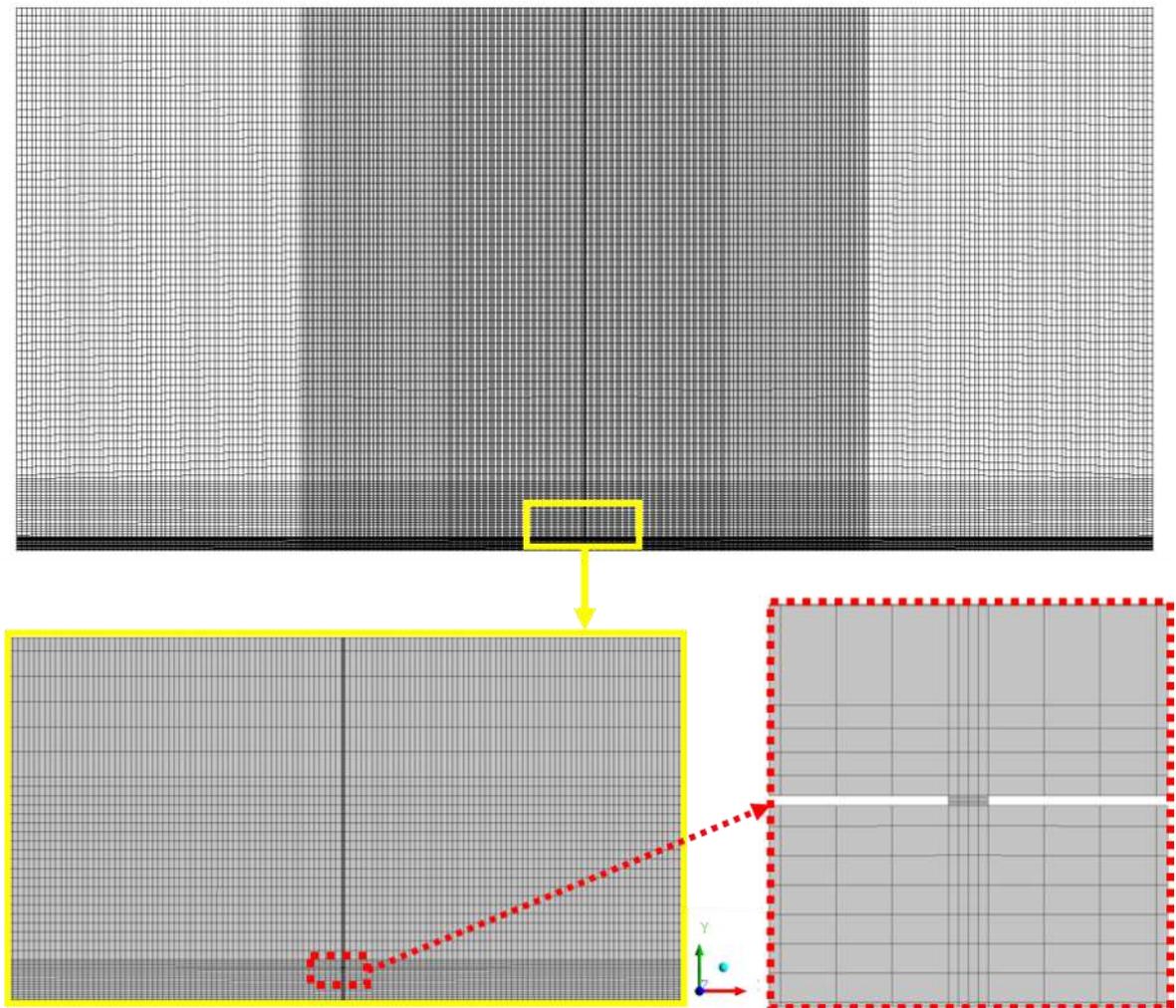


Figura 3: (a) Malha numérica do domínio físico analisado; (b) Região central do domínio físico e (c) Região do vazamento.

MODELO MATEMÁTICO

Adotou-se o modelo de superfície livre para analisar o escoamento bifásico água-óleo, adotando as seguintes considerações:

- Escoamento isotérmico em regime laminar no interior da tubulação;
- Escoamento isotérmico em regime turbulento transiente no domínio mar;
- Domínio bidimensional;
- Não há transferência de massa entre as fases;
- Propriedades físico-químicas dos fluidos constantes;
- Coeficiente de arraste constante e igual a 0,44;
- Adotou-se o modelo de turbulência k- ϵ padrão no domínio mar;
- Adotou-se uma pressão de referência igual a 1 atm;
- Adotou-se tubulação lisa (rugosidade nula).

Desconsiderando o termo fonte de massa $S_{MS\alpha}$ e o termo de difusividade mássica por unidade de volume da fase β para a fase α , $\Gamma^{\alpha\beta}$, a equação de conservação da massa da mistura é dada por:

$$\frac{\partial}{\partial t}(f_{\alpha}\rho_{\alpha}) + \nabla(f_{\alpha}\rho_{\alpha}\vec{U}_{\alpha}) = 0 \quad (1)$$

onde, ρ , f e U são respectivamente a massa específica, fração volumétrica e o vetor velocidade da fase α , $S_{MS\alpha}$ representa os termos de fonte de massa, os subíndices α e β correspondem às fases envolvidas no escoamento multifásico.

Conservação do momento linear

A equação da conservação do momento é dada por:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t}(f_{\alpha}\rho_{\alpha}\vec{U}_{\alpha}) + \nabla \cdot [f_{\alpha}(\rho_{\alpha}\vec{U}_{\alpha} \otimes \vec{U}_{\alpha})] = \\ -f_{\alpha}\nabla p_{\alpha} + \nabla \cdot \left\{ f_{\alpha}\mu_{\alpha} [\nabla\vec{U}_{\alpha} + (\nabla\vec{U}_{\alpha})^T] \right\} + \vec{M}_{\alpha} \end{aligned} \quad (2)$$

onde ρ e μ são a densidade e a viscosidade da fase α , respectivamente. O Termo \vec{M}_{α} , correspondente as forças interfaciais sendo escritas como:

$$\vec{M}_{\alpha} = \frac{3}{4} \frac{C_D}{dp} f_{\beta}\rho_{\alpha} |\vec{U}_{\beta} - \vec{U}_{\alpha}| (\vec{U}_{\beta} - \vec{U}_{\alpha}) \quad (3)$$

As equações de fechamento aplicadas para as equações de conservação podem ser inseridas em diferentes formas. Para a equação da continuidade, a soma das frações volumétricas da fase contínua é igual a 1. Para a equação de transferência de quantidade de movimento o fechamento é feito pela força que atua entre as fases sendo expresso pelo coeficiente de arraste (ANSYS, 2015).

Uma outra consideração adotada para o modelo matemático é o modelo de superfície livre, onde, para duas fases presentes na mistura, a equação usada para o cálculo da densidade de área interfacial é dada por:

$$A_{\alpha\beta} = |\nabla f_{\alpha}| \quad (4)$$

Quando se tem mais de duas fases presentes no escoamento, utiliza-se a seguinte equação:

$$A_{\alpha\beta} = \frac{2|\nabla f_{\alpha}||\nabla f_{\beta}|}{|\nabla f_{\alpha}| + |\nabla f_{\beta}|} \quad (5)$$

Modelo de turbulência k-ε padrão

Para todos os casos estudados e considerando ambas as fases (água/óleo) como sendo contínuas, utilizou-se o modelo de turbulência k-ε padrão. Onde, a equação da energia cinética turbulenta é dada por:

$$\frac{\partial(\rho_\alpha f_\alpha k_\alpha)}{\partial t} + \nabla \cdot \left\{ f_\alpha \left[\rho_\alpha \vec{U}_\alpha k_\alpha - \left(\mu + \frac{\mu_{t\alpha}}{\sigma_k} \right) \nabla k_\alpha \right] \right\} = f_\alpha (G_\alpha - \rho_\alpha \varepsilon_\alpha) \quad (6)$$

onde k é a energia turbulenta, ε é a taxa de dissipação de energia cinética turbulenta, μ_t é a viscosidade turbulenta, σ_k é uma constante empírica de valor igual a 1.

A taxa de dissipação turbulenta é dada por:

$$\frac{\partial(\rho_\alpha f_\alpha \varepsilon_\alpha)}{\partial t} + \nabla \cdot \left\{ f_\alpha \rho_\alpha \vec{U}_\alpha \varepsilon_\alpha - \left(\mu + \frac{\mu_{t\alpha}}{\sigma_\varepsilon} \right) \nabla \varepsilon_\alpha \right\} = f_\alpha \frac{\varepsilon_\alpha}{k_\alpha} (C_1 G_\alpha - C_2 \rho_\alpha \varepsilon_\alpha) \quad (7)$$

onde G_α é a geração de energia cinética no interior da fase α , f_α é a fração volumétrica da fase α , e C_1 , C_2 , σ_k , σ_ε são constantes empíricas de valores iguais a 1.44, 1.92, 1.0 e 1.3 respectivamente.

Condições iniciais e de contorno

Para os casos isotérmicos, considerou-se apenas o óleo escoando no interior da tubulação, assumindo o comportamento completamente desenvolvido (Equação 8). As condições iniciais e de contorno adotadas, estão representadas na Figura 3.

$$U_o = U_{m\acute{a}x} \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right] \quad \text{Re} < 2300 \quad (8)$$

Para o domínio externo a tubulação (mar) considerou-se água parada de acordo com as condições adotadas (Figura 3). Sendo adotada a seguinte equação:

$$U_{e,m} = \frac{U \max}{3} \quad (9)$$

onde, $U_{e,m}$ é a velocidade de entrada mar; U_{max} é o valor máximo de velocidade da água na correnteza e 3 é um parâmetro de referência de velocidade da água. As simulações foram realizadas adotando-se duas situações: a primeira em regime laminar e a segunda em regime transiente, condições iniciais e de contorno adotadas para entrada e saída da tubulação, paredes e faces frontal e traseira da tubulação e da correnteza marítima estão representados na Figura 4.

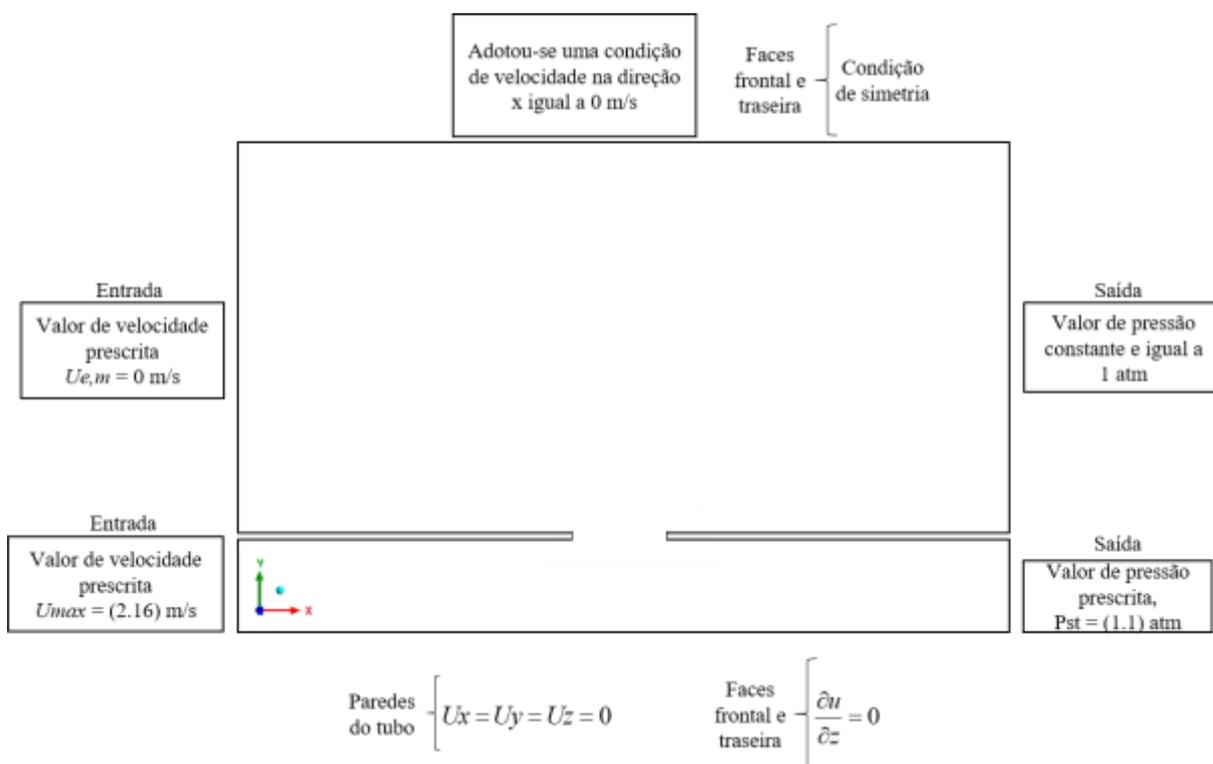


Figura 4: Condições iniciais e de contorno adotadas para o domínio da tubulação e mar.

Tabela 1 - Propriedades físico-químicas dos fluidos adotados para simulação.

Propriedades Físico-químicas	Água	Óleo
Densidade (kg/m ³)	997 ⁽¹⁾	(780; 810; 840)
Viscosidade dinâmica (Pa.s)	0,000889 ⁽¹⁾	(0.04; 0.07; 0,1)
Tensão superficial (N/m)		0,07 ^(*)

Fonte: Rodriguez ^(*)

Tabela 2 - Representações das considerações adotadas para o problema físico.

Caso	Velocidade de entrada tubo (U_{max}) m/s	Pressão na saída do tubo ($P_{s,t}$) atm	Velocidade de entrada mar ($U_{e,m}$) m/s	Densidade do óleo	Viscosidade do óleo
1	2,16	1.1	0	780	0.1
2	2,16	1.1	0	810	0.1
3	2,16	1.1	0	840	0.1
4	2,16	1.1	0	810	0.04
5	2,16	1.1	0	810	0.07
6	2,16	1.1	0	810	0.1

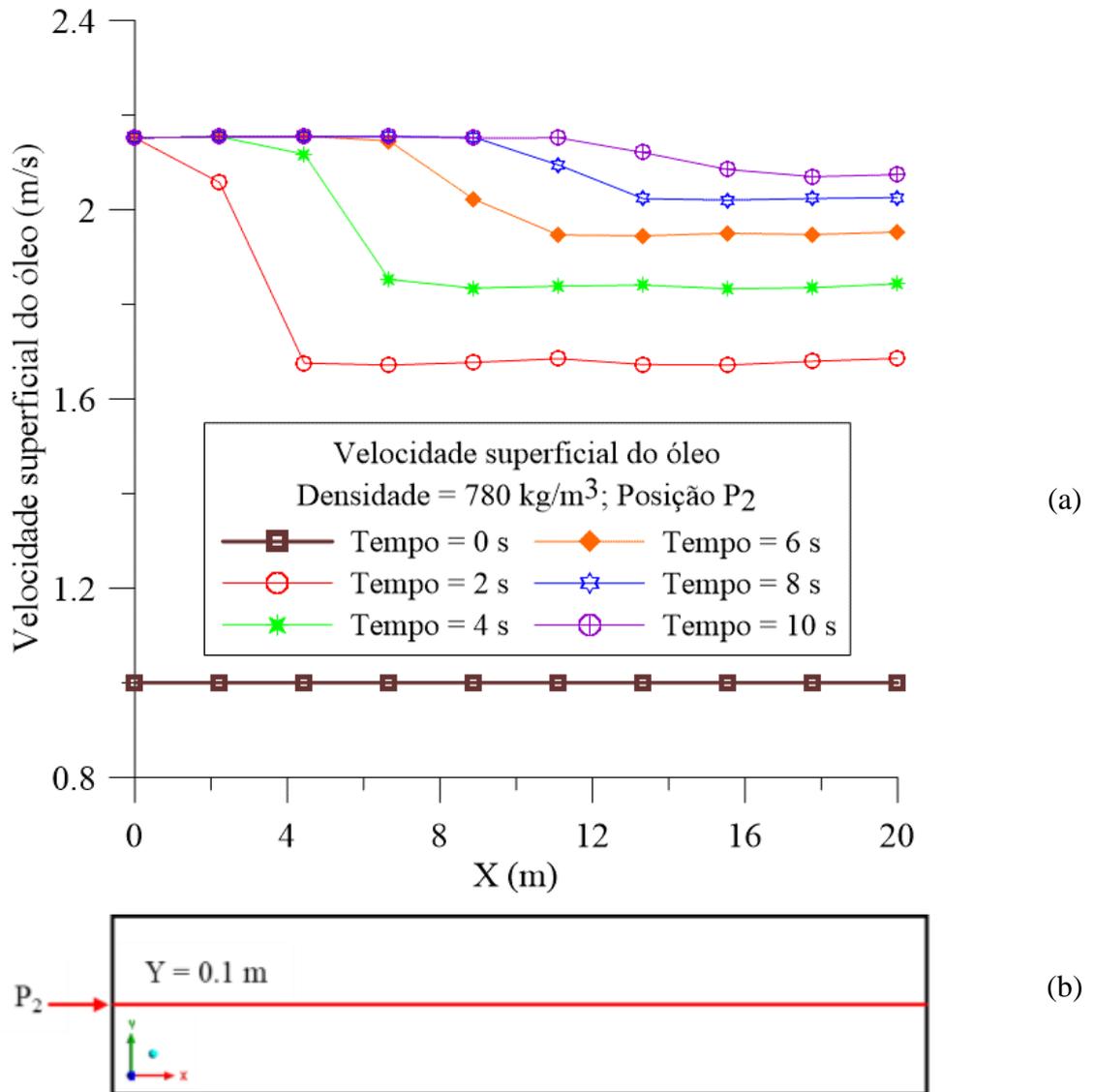
Para os casos estudados são aplicadas condições de contorno em todo domínio físico, equações de conservação da massa e momento linear para resolução, um critério de convergência de 10^{-6} Kg/s para o resíduo. As propriedades físico-químicas dos fluidos adotados e as condições de contorno aplicadas para o problema encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os casos avaliados neste estudo têm por objetivo avaliar o escoamento interno e externo em tubulações horizontais imersas em correnteza marítima considerando escoamento bifásico, isotérmico, com vazamento. Com objetivo de analisar a pressão total, velocidade superficial e fração volumétrica das fases ao longo de todo domínio de estudo com vazamento sobre planos transversais, foram definidas diferentes posições.

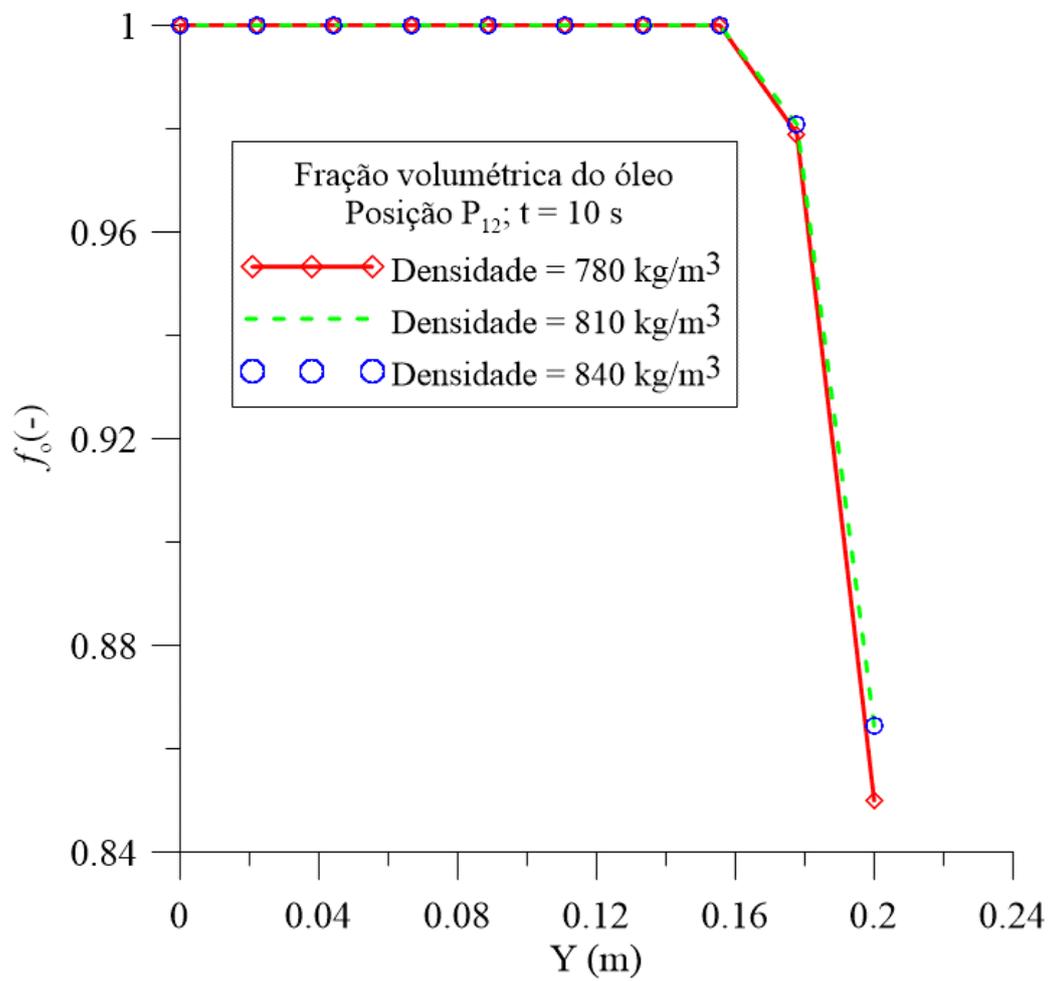
A Figura abaixo, mostra a velocidade superficial do óleo no tubo em diferentes tempos de vazamento para a posição P_2 ($Y = 0.1$ m), para uma densidade de óleo igual a 780 kg/m^3 . Pode ser observado que para um tempo de simulação igual a 2 s, a velocidade superficial do óleo chega ter um decréscimo de 1,7 m/s na sua velocidade em 4 m da tubulação horizontal, para um tempo de 10 s chega a uma queda de 2,2 m/s em 11 m. Isso significa dizer que, quanto maior for o tempo maior será a variação da velocidade superficial no tempo ao longo do comprimento do oleoduto.

Figura 5: (a) Velocidade superficial do óleo no tubo para densidade de 780 kg/m^3 ; (b) posição de aálise

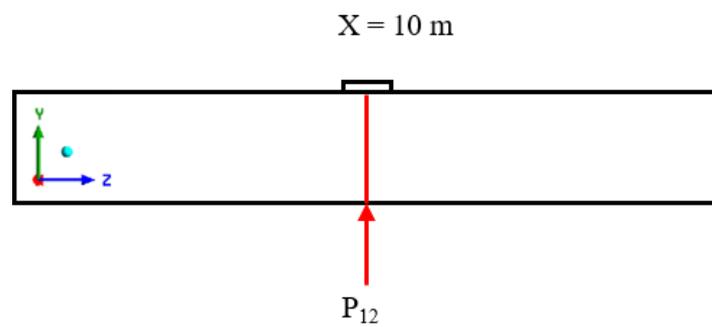


Com objetivo de avaliar o efeito da densidade no campo de fração volumétrica de óleo, tomou-se uma posição de análise ($X = 10 \text{ m}$) da seção de entrada do oleoduto no plano radial YZ , posição P_{12} , como pode ser observado na Figura 6a e 6b. Com efeito, para um óleo menos denso, uma pior queda de fração na região do vazamento em 10 s. A Figura 7, mostra o campo de pressão total em todo o comprimento do oleoduto horizontal no plano XY , na posição P_2 ($Y = 0,1 \text{ m}$). Como pode ser observado, quanto menor for a densidade do óleo maior a queda de pressão total em toda a tubulação em um tempo de 10 s.

Figura 6: (a) Fração volumétrica do óleo, 10 s; (b) Posição de análise

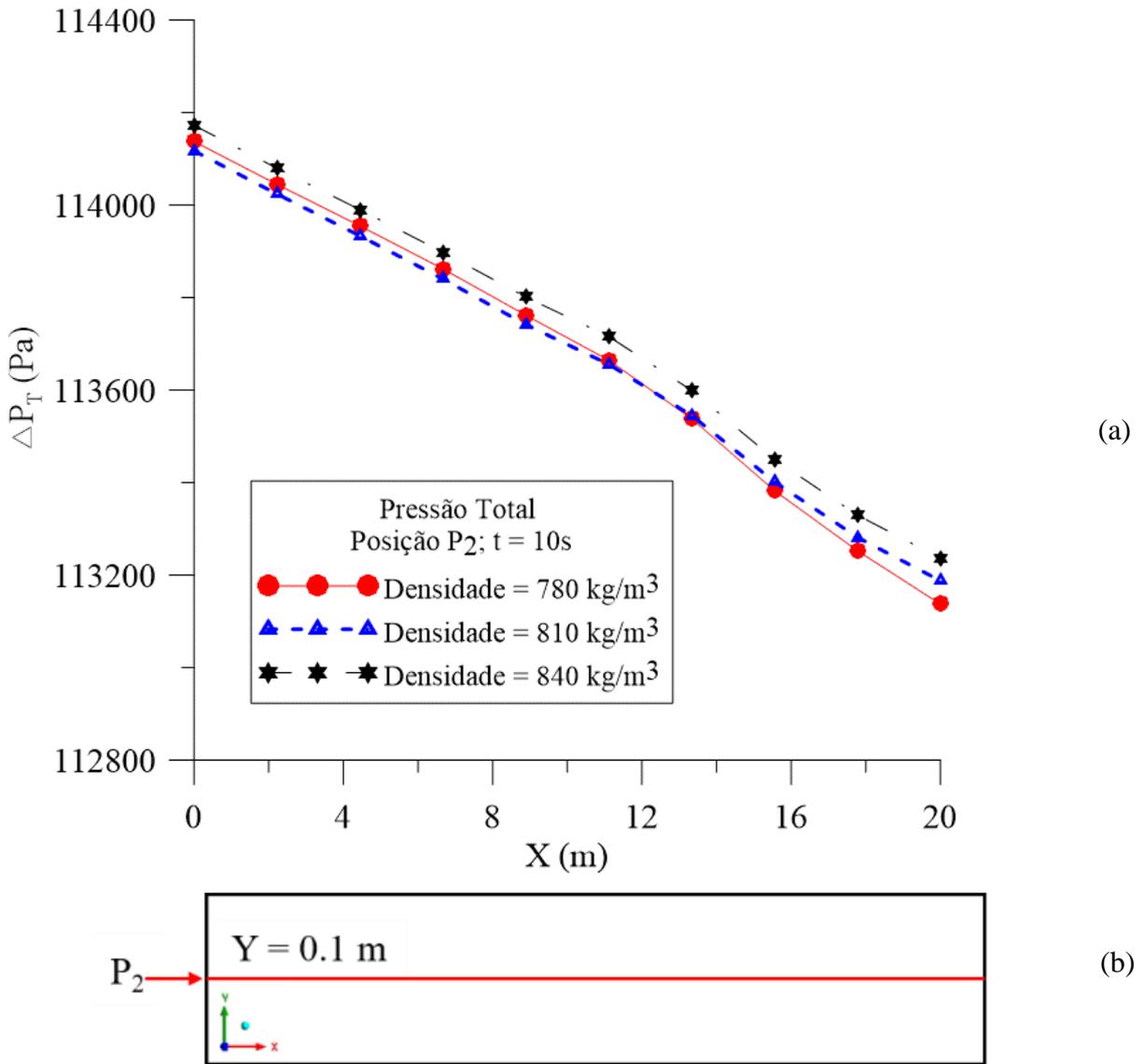


(a)



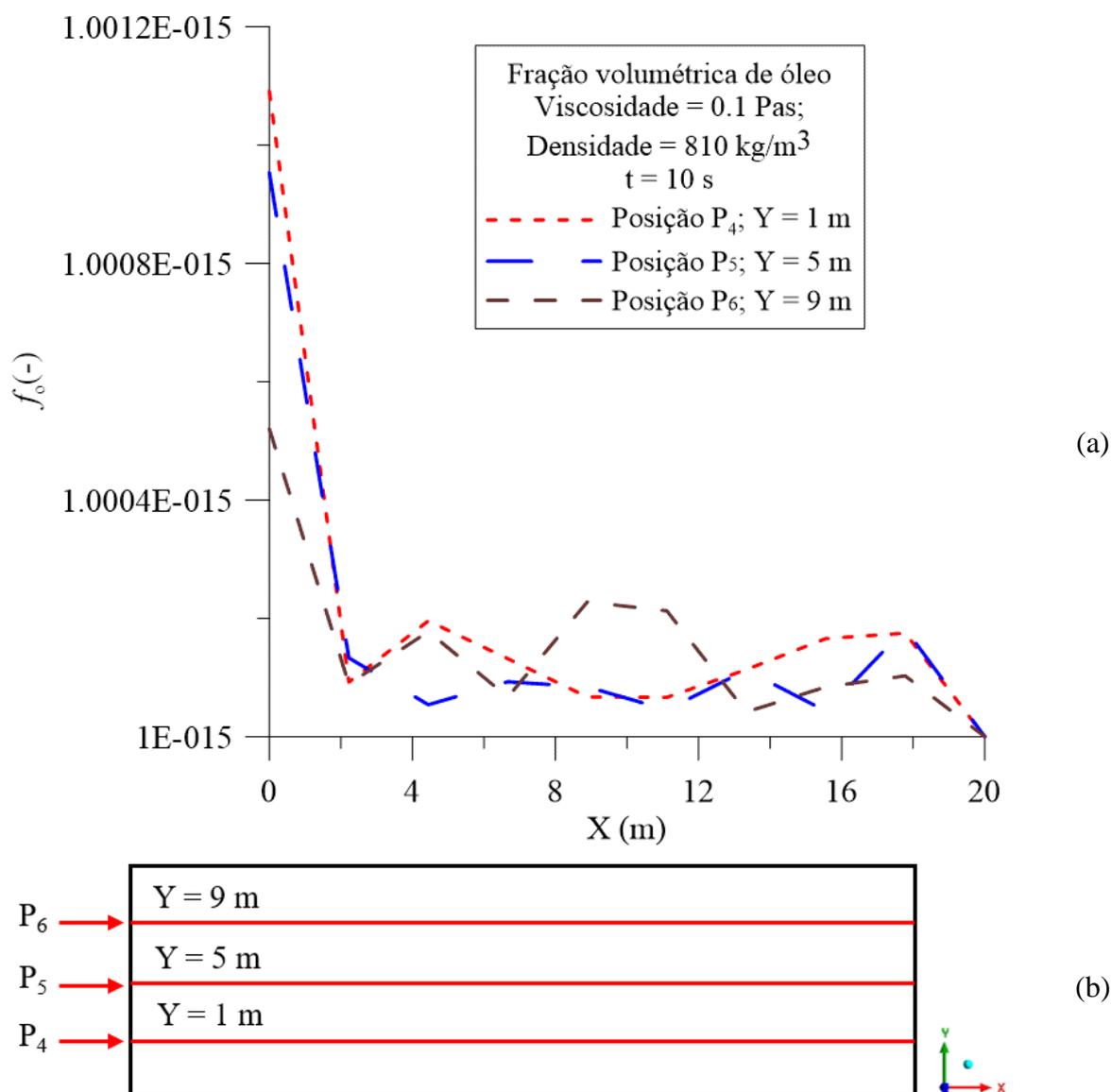
(b)

Figura 7: (a) Pressão total na tubulação horizontal, 10 s; (b) Posição de análise



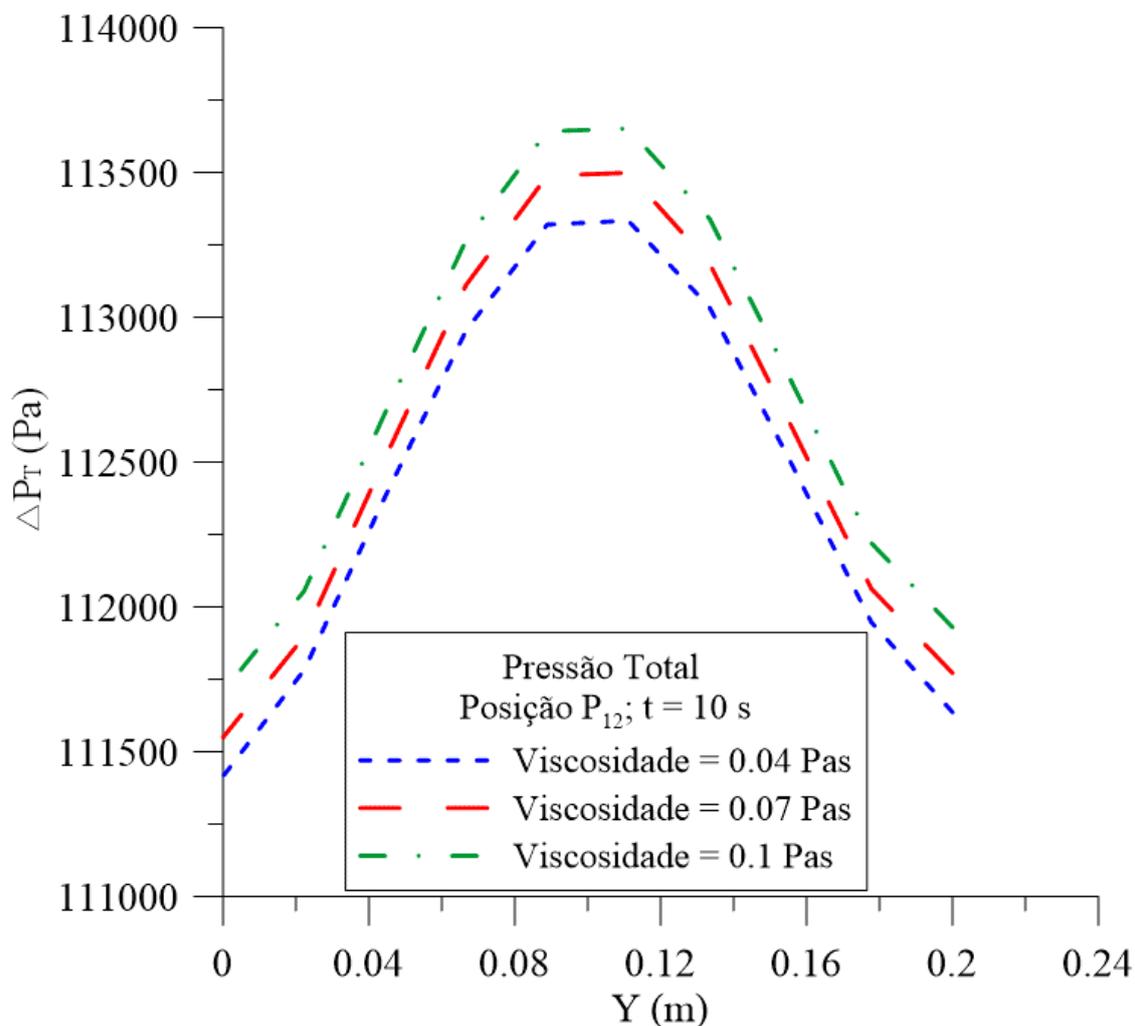
A Figura 8, mostra a distribuição da fração volumétrica de óleo no tubo, no plano XY em um tempo de 10 s, para as posições P₄, P₅ e P₆. Como pode ser visto no gráfico abaixo, quanto mais próximo da região do orifício de vazamento maior a fração de óleo, como mostra a posição P₄ (Y = 1 m). Consequentemente, a medida que se afasta da região de fuga de óleo a posição de análise, maior a queda de fração de óleo para a região analisada, como mostra as posições P₅ e P₆.

Figura 8: (a) Distribuição da fração volumétrica do óleo no mar no plano XY, em tempo de 10s; (b) Posições de análises.

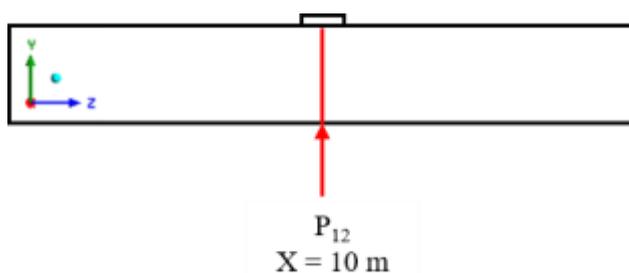


Pode-se observar na Figura 9 a variação no campo de pressão total ao longo dos 20 m da tubulação em todo o tempo de estudo. De acordo com o plano YZ na posição P₁₂ em (X = 10 m), para óleos mais viscosos maior a variação de pressão ao longo do oleoduto com uma elevação maior na região do vazamento.

Figura 9: (a) Campo de pressão total; (b) posição de análise.



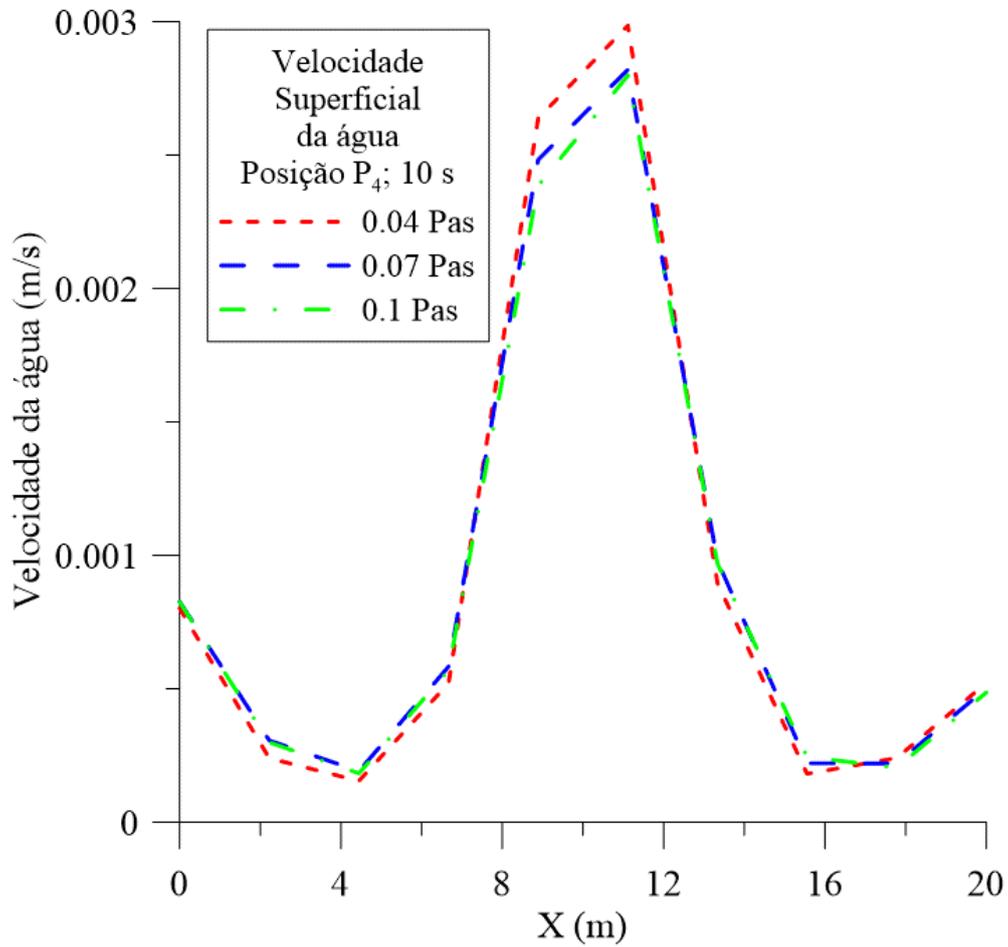
(a)



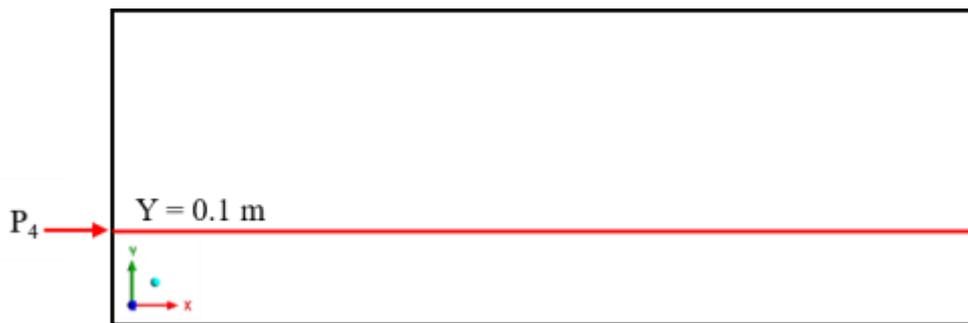
(b)

A Figura 10, mostra o efeito da viscosidade do óleo na velocidade superficial da água no domínio mar para a posição P_4 ($Y = 0.1$ m) em diferentes viscosidades do óleo. Como no domínio mar considerou-se água parada, quando o óleo adentra no oceano, tem-se uma velocidade para a correnteza de 0.003 m/s para a região do vazamento ($X = 10$ m). E quanto pode ser observado também que, quanto menor a viscosidade do óleo maior a velocidade superficial da água.

Figura 10: (a) Velocidade superficial da água no mar; (b) Posição de análise



(a)



(b)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo foi possível avaliar o escoamento transiente, isotérmico de óleo em um domínio horizontal com, podendo concluir que:

O modelo proposto e analisado, mostrou resultados de campo de pressão, fração volumétrica e velocidade superficial das fases que representam bem a física do problema abordado; o vazamento tem grande influência no campo de pressão total;

As densidades analisadas para o óleo têm grande influência nos campos de pressão, fração volumétrica e velocidade superficial do óleo no oleoduto em diferentes posições de análise; ao analisar o efeito da viscosidade do óleo no domínio mar, percebeu-se que para óleo menos viscosos maior a velocidade superficial da água no oceano;

Nas regiões próximas ao orifício de vazamento ocorre as maiores quedas de fração volumétricas das fases, velocidade superficial e pressão como já era de se esperar e também como ocorre na prática.

REFERÊNCIAS

ANSYS Inc., CFX-Theory Manual Guide, 2015.

ARIRACHAKARAN, S.; OGLESBY, K. D.; MALINOWSKY, M. S.; SHOHAM, O.; BRILL, J. P. An Analysis of Oil/Water Flow Phenomena in Horizontal Pipes. Proceedings of SPE Production Operations Symposium, Oklahoma, 1989.

MOREIRA, G.; MAGALHÃES, H. L. F., TAVARES, D. P. S. A; CORREIA, B. R. B; LEITE, B. E.; PEREIRA, A. B. C; FARIAS NETO, S. R.; LIMA, A.G.B. Fluid Leakage in Submerged Offshore Pipeline: An Analysis of Oil Dispersion in Seawater. Open Journal of Fluid Dynamics, 2020, v.10, p. 95-121. <https://doi.org/10.4236/ojfd.2020.102007>

PALADINO, E. E.; Estudo do Escoamento Multifásico em Medidores de Vazão do Tipo Pressão Diferencial. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica, 263 f.: il. color. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis/SC, 2005.

PETROBRAS S.A. 2015. Disponível em <www.petrobras.com.br>.

RODRIGUEZ, O. M. H.; Forma da Interface e Gradiente de Pressão no Padrão Líquido-Líquido Anular Vertical Ascendente. Tese de Doutorado, Pós-Graduação de Engenharia Mecânica, 239 f.: il. color. Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2002.

SPEDDING, P.L.; HAND, N. P.; 1997. Prediction in stratified gas-liquid co-current flow in horizontal pipelines. Int. J. Heat Mass Transfer 40, 1923 - 1935.

SUN, Y.; CAO, X.; LIANG, F. Investigation on underwater spreading characteristics and migration law of oil leakage from damaged submarine pipelines. Energy, Process Safety and Environmental Protection, v. 127, p. 329-347, 2019.

WANG, C.; LI, X.; LV, X. Numerical Study on Initial Field of Pollution in the Bohai Sea with an Adjoint Method. Mathematical Problems in Engineering Volume 2013, Article ID 104591, 10 p., 2013.

ZHU, H.; YOU, J.; ZHAO, H. An experimental investigation of underwater spread of oil spill in a shear flow. Marine Pollution Bulletin, Edição 116, p. 156-166, 2017.

SISTEMAS ALTERNATIVOS COLETIVOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO BRASIL

Whelton Brito dos Santos¹
Fernanda Gomes Bernardino²
Lívia Lúcia Sabino Silva³
Weruska Brasileiro Ferreira⁴

RESUMO

O desenvolvimento econômico e a complexidade da organização das sociedades humanas vêm produzindo inúmeras alterações no ciclo hidrológico e na qualidade da água. No nordeste brasileiro, a falta de água de boa qualidade para consumo humano se agrava devido aos períodos de longa estiagem, sendo que em muitos casos as fontes de água disponíveis não são potáveis e para disponibilizar água de qualidade para essa população há linhas de pesquisa no Brasil voltadas para o desenvolvimento de tecnologias alternativas que disponham de água potável para a população, com baixo custo e de fácil operação e manutenção. Para tanto, o trabalho tem como objetivo discutir os sistemas alternativos coletivos de água no Brasil, a fim de avaliar sua aplicabilidade na região semiárida nordestina. O estudo consiste em uma revisão de literatura, utilizando o método revisão integrativa, o qual se baseia na análise sobre o conhecimento já construído em pesquisas anteriores sobre um determinado tema. Os sistemas avaliados foram a filtração lenta, a filtração em múltiplas etapas, sistemas simplificados que simulam as etapas do tratamento convencional, dessalinização, o SALTA-z, tecnologia que associa a *Moringa oleifera* e desinfecção solar, além de alguns sistemas de desinfecção, como o SOPAS, o Clorador Embrapa e desinfecção com radiação ultravioleta. Os resultados obtidos demonstram que a escolha da solução alternativa é determinante para que funcione plenamente, uma vez que esta deverá estar de acordo com a realidade e configuração diferenciada do meio rural, levando em consideração os aspectos econômicos e técnicos.

Palavras-chave: Tratamento de água, Sistema alternativo, Zona rural.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e a complexidade da organização das sociedades vêm produzindo inúmeras alterações no ciclo hidrológico e na qualidade da água e o uso indisciplinado da água afeta diretamente a universalização o acesso a água potável para a população e consequentemente do saneamento básico (TUNDSI, 2006).

De acordo com a Organização das Nações Unidas (2017), seis a cada dez pessoas do mundo, em um total de 4,5 bilhões de pessoas, não dispõem de saneamento básico seguro.

¹ Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, wheltonbrt@gmail.com;

² Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, fernandabernardino@live.com;

³ Graduanda pelo Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, liviasabino93@gmail.com

⁴ Professora Doutora do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, weruska_brasileiro@yahoo.com.br;

Sendo que um a cada três indivíduos, não possuem acesso à água potável em suas residências, totalizando 2,2 bilhões de pessoas sem acesso à água tratada, o que acarreta em um alto índice de doenças de veiculação hídrica, sobretudo nas zonas rurais, que sendo mais afastadas dos grandes centros urbanos não possuem a atenção necessária dos órgãos públicos e geralmente não são contempladas pelo sistema tradicional de abastecimento de água.

Esse problema se faz tão preocupante, que o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número seis tem como meta que até 2030 haja o acesso de modo universal e equitativo de água potável, menor contaminação e poluição da água através das indústrias e que os países em desenvolvimento tenha maior apoio internacional ao desenvolvimento de atividades relacionadas a água e ao saneamento básico, incluindo a dessalinização. Para que todas as pessoas tenham acesso à água de qualidade e conseqüentemente haja a diminuição na quantidade de doentes e mortes por doenças de veiculação hídrica (ONU, 2020).

No Brasil, cerca de 90% da população tem acesso à água potável e, geralmente, esses indivíduos que ainda não contam com o serviço de abastecimento habitam regiões mais afastadas dos centros urbanos como as zonas rurais, bem como os povoados indígenas (ANA, 2020).

Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra em Domicílio, as áreas rurais brasileiras que possuem cerca de 30 milhões de pessoas são as mais desfavorecidas tanto na infraestrutura quanto no saneamento básico. Sendo que, 67,2% da população rural capta água de chafarizes e poços, sendo eles protegidos ou não, em cursos de água que não dispõem de tratamento, e em outras fontes geralmente insalubres (FUNASA, 2019). Desse modo, é perceptível o quanto que os sistemas de saneamento básico possuem um grande deficit em suas áreas de cobertura, de modo especial no norte e nordeste brasileiro.

De acordo com Batista (2008), no interior do nordeste, a falta de água de boa qualidade para consumo humano se agrava devido aos períodos de longa estiagem. No meio rural, as principais fontes de abastecimento de água são os poços rasos e nascentes, superfície de coleta (água de chuva); caixa de tomada (nascente de encosta); galeria filtrante (fundo de vales); poço escavado (lençol freático); poço tubular profundo (lençol subterrâneo) tomada direta de rios, lagos e açudes (FUNASA, 2006). Porém, essas fontes de água são bastante suscetíveis a contaminação e segundo a Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde, toda água destinada a consumo, fornecida coletivamente, deverá passar por processo de desinfecção ou cloração.

O Plano Nacional de Saneamento Básico afirma que o atendimento adequado de abastecimento é caracterizado pelo fornecimento de água potável por rede de distribuição ou

por poço, nascente ou cisterna, com canalização interna, em qualquer caso sem intermitências (paralisações ou interrupções). Já o fornecimento inadequado é determinado pelo conjunto com fornecimento de água por rede e poço ou nascente, a parcela de domicílios que não possui canalização interna, recebe água fora dos padrões de potabilidade e tem intermitência prolongada ou racionamentos, uso de cisterna para água de chuva, que forneça água sem segurança sanitária e/ou em quantidade insuficiente para a proteção à saúde e uso de reservatório abastecido por carro pipa (PLANSAB, 2014).

O tratamento convencional, também conhecido como tratamento de ciclo completo, consiste no tratamento de água bruta através de um processo de aplicação de coagulante na etapa de mistura rápida, seguido de uma etapa de mistura lenta com o objetivo de formar flocos mais densos para posterior sedimentação ou flotação. Após esta etapa de clarificação, a água segue para uma unidade filtração descendente com material filtrante de granulometria apropriada (DI BERNARDO; PAZ, 2008).

O sistema de tratamento de água convencional atende plenamente às necessidades de um eficiente processo de tratamento, compondo a maioria das estruturas de tratamento de água. Sua principal vantagem corresponde à eficiência do tratamento tanto em relação à remoção de cor e turbidez como em relação à eliminação de possíveis patógenos presentes na água para consumo humano. Todavia, seu custo para implantação é elevado e dessa forma se torna inviável sua implantação em pequenas comunidades, levando em consideração que é necessário um tratamento químico para que se obtenha essa eficiência, o que aumenta seu custo.

Devido a essa problemática, em regiões remotas, faz-se necessário o desenvolvimento de tecnologias alternativas que disponham de água potável para a população, com baixo custo e de fácil operação e manutenção.

Os Sistemas Alternativos Coletivos de Água podem ser providos de rede com abastecimento próprio vertical ou horizontal ou ser desprovidas de rede, sendo associadas a fontes, veículos transportadores, poços comunitários e chafarizes. Geralmente, esses sistemas sem rede, são empregados nas regiões rurais mais afastadas (BRASIL, 2007).

Outra problemática observada nas áreas rurais é a dispersão populacional e baixa capacidade de pagamento, fazendo com que determinadas tecnologias se tornem inviáveis e os prestadores de serviços não tenham interesse em atuar no local (SILVEIRA, 2013).

Diante dessa situação em alguns estados criaram o SISAR (Sistemas Integrados de Saneamento Rural), como alternativa para assegurar o funcionamento e a manutenção de sistemas de abastecimento de água implantados na zona rural, cuja prestação dos serviços não

era atrativa à companhia estadual de saneamento básico. Esse modelo tinha como pressupostos o comprometimento com a manutenção e operação do sistema e a participação da comunidade na sua gestão, o que garantiria a continuidade dos serviços à população (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

Para tanto, o trabalho tem como objetivo discutir os sistemas alternativos coletivos de água no Brasil, a fim de avaliar sua aplicabilidade no nordeste brasileiro.

METODOLOGIA

O estudo consiste em uma revisão de literatura, utilizando o método revisão integrativa, o qual se baseia na análise sobre o conhecimento já construído em pesquisas anteriores sobre um determinado tema (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008), no presente estudo analisou-se os sistemas de abastecimento de água coletivos e alternativos empregados no Brasil.

A busca dos artigos ocorreu nas bases de dados *Web of Science*, acessada através da plataforma Periódicos CAPES, e SciELO. Utilizou-se os seguintes descritores e suas combinações nas línguas portuguesa e inglesa: “Sistema de abastecimento de água,” “Sistema alternativo de água” e “Sistema Coletivo de água”.

Os critérios de inclusão definidos para a seleção dos artigos foram: artigos publicados em português, inglês e espanhol, artigos publicados em revistas científicas e em revistas indexadas nos referidos bancos de dados nos últimos quinze anos (2006 a 2020).

A etapa seguinte consiste na categorização dos estudos selecionados. Nessa etapa ocorre a extração das informações dos artigos, com o objetivo de analisar separadamente cada artigo (URSI, 2005). Para categorizar e analisar as informações utilizou-se o método escolha ou exclusão de estudos.

Por fim, fez-se a análise e interpretação dos resultados, que se refere à discussão sobre os textos analisados na revisão integrativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o estudo foram avaliados 10 trabalho acadêmicos e técnicos, na Tabela 1 estão descritos estes e os seus respectivos objetivos.

Tabela 1: Trabalhos avaliados e seus objetivos

Autor	Objetivo
CAMPOS (2007)	Avaliação do custo-benefício de sistemas de dessalinização de água em comunidades rurais cearenses
CANGELA (2014)	Avaliação do uso <i>Moringa oleifera</i> na coagulação-floculação e do sistema solar na desinfecção no tratamento de água
CARNEIRO et al. (2016)	Desenvolvimento de um sistema composto por proteção de nascente, acrescida de pós-tratamento com pré-filtração, decantação e filtração lenta com retrolavagem
EMBRAPA, 2020	Desenvolvimento de um clorador para ser aplicado na desinfecção de água
FOLLMANN et al., 2018	Avaliação de métodos de desinfecção
FRANCO (2010)	Análise da aplicação de coagulante extraído de sementes de <i>Moringa oleifera</i> como auxiliar no tratamento de água por filtração em múltiplas etapas
FUNASA (2017)	Propõe uma Solução Alternativa de Tratamento de Água que utiliza zeólita como meio filtrante
JAMIL et al. (2009)	Avaliação do potencial da utilização da energia solar para desinfecção da água na área rural do Paquistão
NEVES et al. (2016)	Propõe um sistema de tratamento de água que utiliza a radiação solar
SILVA et al., 2018	Avaliação da eficiência de um sistema de filtração lenta no tratamento de água de uma nascente da zona rural de Minas Gerais

Fonte: Autor (2020)

Dados do último censo demográfico de 2010 apontam que as regiões rurais brasileiras apresentam baixa cobertura de abastecimento de água potável. Da totalidade, apenas 64,6% recebem esse serviço de forma adequada, os tipos de abastecimento de água levantados foram: rede geral de distribuição, poço ou nascente na propriedade, poço ou nascente fora da propriedade, carro-pipa, água de chuva armazenada em cisterna, água de chuva armazenada de outra forma, rio, açude, lago ou igarapé, poço ou nascente na aldeia, poço ou nascente fora da aldeia, entre outros (IBGE, 2020).

A Tabela 2 apresenta algumas características dos tipos de abastecimento comumente observados em comunidades rurais.

Tabela 2: Características de soluções alternativas de abastecimento de água

Solução alternativa	Características
Nascente	Apresentam, geralmente, propriedades compatíveis com os padrões de potabilidade.
Poço	Necessita de dispositivo para captar a água, como por exemplo, bombas. As vazões individuais dos poços são relativamente pequenas, sendo limitadas pelas características geológicas do manancial subterrâneo.
Manancial superficial	Coleta e transporte da água realizada pelos próprios moradores, não havendo garantias em relação à qualidade da água, mesmo que realize posterior tratamento domiciliar. Esse tipo de manancial apresenta maior suscetibilidade de

	contaminação.
Água de chuva	Possibilidade de utilização em localidades com baixo índice pluviométrico. Risco de contaminação da água por falta de barreiras de proteção sanitária adequadas. Ausência de legislação relacionadas à vigilância da qualidade da água de chuva.
Cisternas	É instalada na área externa do domicílio evitando deslocamento dos moradores para obtenção de água; possui baixo custo de implantação e demanda mão-obra local.
Chafariz	É instalada na área externa do domicílio evitando deslocamento dos moradores para obtenção de água; possui baixo custo de implantação e demanda mão-obra local.
Veículos Transportadores	Apresentam riscos de degradação da qualidade da água se não forem bem operados.

Fonte: Adaptada de Raid (2017)

Para atenuar os problemas relacionados à falta de abastecimento de água potável e/ou sanar problemas provenientes das fontes de água disponíveis, alguns sistemas alternativos foram desenvolvidos, tendo sua aplicabilidade, principalmente em regiões remotas.

Um dos primeiros sistemas a serem utilizados no tratamento de água é a filtração lenta, esse sistema apresenta algumas características que adequam para pequenas comunidades ou regiões com escassos recursos técnicos e financeiros, como simplicidade de construção, operação e manutenção, não requer o uso de coagulantes ou de outro produto químico, não requer mão de obra qualificada para sua operação, produz menos quantidade de lodo e esse lodo pode ser utilizado na agricultura e na piscicultura. (PATERNIANI, 2017).

Os filtros lentos apresentam resultados favoráveis na remoção de bactérias, turbidez, ferro, odor e sabor, no entanto a remoção de cor é baixa, cerca de 30%. Dentre as desvantagens tem-se a inviabilidade para turbidez superior a 40ppm ou para turbidez e cor acima de 50ppm e a ocupação de grandes áreas devido a baixa velocidade de filtração (RODRIGUES, 2018).

Experiências na zona rural de Passabém, no estado de Minas Gerais, demonstram a eficiência dos filtros lentos para o tratamento de água de nascentes, os resultados alcançados demonstram que o sistema foi eficiente na remoção de *E. Coli*, turbidez, cor aparente, cor verdadeira e sólidos totais (SILVA et al., 2018).

Outro sistema voltado para comunidade rurais é a filtração em múltiplas etapas (FIME), é uma tecnologia de simples construção, com instalações de baixo custo, nas quais a instrumentação pode ser praticamente eliminada, proporciona água filtrada com baixa turbidez, sem a presença de impurezas e organismos patogênicos devido ao seu

funcionamento, dividido em etapas com remoção gradativa das impurezas e atenuação de picos de concentração de sólidos suspensos. (FRANCO, 2010).

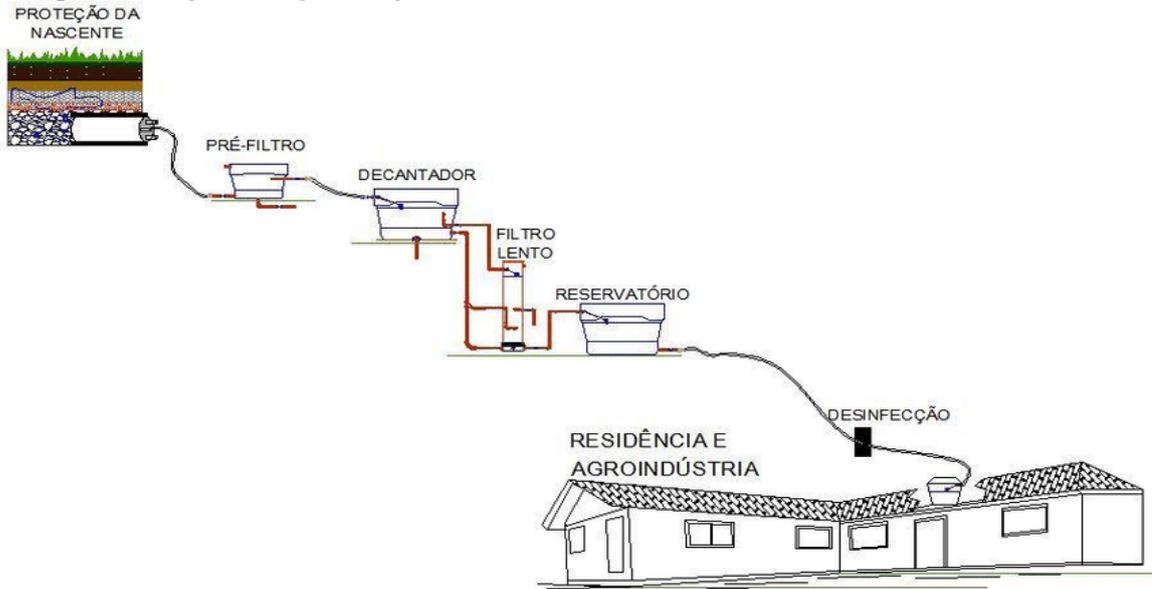
A FIME envolve a utilização de pré-filtro dinâmico de pedregulho seguido de pré-filtro de pedregulho de escoamento horizontal ou vertical (ascendente ou descendente) e a filtração lenta como barreira microbiológica. O conceito da filtração em múltiplas etapas se origina, portanto, da busca de opções de acondicionamento ou pré-tratamento para fontes superficiais de água cuja qualidade não é compatível com o uso da filtração lenta, e que apresentem, ao mesmo tempo, eficiência de remoção, níveis de complexidade técnica e custos de manutenção compatíveis com a própria filtração lenta (VISSCHER et al., 1996).

Recomenda-se a aplicação da FIME em projetos com vazão de até 40 L/s, em função dos custos envolvidos, uma vez que essa tecnologia requer grande área em planta e terá elevado investimento inicial pelas baixas taxas de filtração adotadas nos pré-filtros e filtros lentos (SABOGAL PAZ, 2007; DI BERNARDO E SABOGAL PAZ, 2008).

Carneiro et al. (2016) avaliaram a aplicabilidade de uma sistema simplificado, baseado no sistema de tratamento convencional utilizado na estação de tratamento de água (ETA) para potabilizar água oriunda de nascente em propriedades rurais. A tecnologia contém um pré-tratamento composto de sistema de proteção de nascente, pré-filtro ascendente e decantador com fluxo horizontal e reservatório para retrolavagem, seguido de filtro lento com retrolavagem e reservação final (Fig. 1).

Os resultados obtidos demonstram que o mesmo é eficiente em relação os parâmetros físico-químicos analisados, turbidez e cor aparente, no entanto o sistema foi ineficiente na remoção de microrganismos, necessitando assim de ajustes no sistema, como a implantação da etapa de desinfecção, Carneiro et al. (2016) os autores destacam que o sistema é de fácil operação e de baixo custo.

Figura 1: Representação simplificado baseado no sistema convencional de tratamento



Fonte: Carneiro et al, (2016)

Dentre os métodos alternativos de desinfecção da água tem-se o SOPAS (Pasteurização Solar da Água), este consiste na destruição de microrganismos a um determinado tempo e temperatura (LEWIS; HEPPELL, 2000). Jamil et al. (2009) avaliaram o potencial da utilização da energia solar para desinfecção da água na área rural do Paquistão, utilizando uma caixa solar tipo pasteurizador com capacidade para três litros, mantendo a temperatura da água ao entorno de 60 a 70°C por mais de uma hora, conseguiu desativar as bactérias do grupo Coliformes presente na água.

Outro sistema de desinfecção é o Clorador Embrapa, é um aparelho muito simples, barato e de fácil instalação para clorar a água do reservatório (caixas d'água) das residências rurais. O aparelho pode ser montado pelo próprio usuário, é indicado usar o cloro granulado, do tipo hipoclorito de cálcio 65%, tendo eficiência comprovada na eliminação de microrganismos e não dá sabor forte à água e deve ser instalado entre a entrada de captação de água e o reservatório da residência (EMBRAPA, 2020).

A desinfecção com radiação ultravioleta (UV) surgiu por volta do século 20, no entanto o baixo custo da cloração inviabilizou o seu uso. A sua aplicabilidade em comunidades rurais se dá porque é um processo que não necessita de manipulação, transporte e armazenamento de produtos químicos tóxicos, perigosos ou corrosivos, é eficaz na inativação de microrganismos, não há efeito residual danoso ao homem, é de fácil operação e requer menores tempos de contato, quando comparada a outros desinfectantes. O custo do sistema de desinfecção por UV é em função do modelo de reator adotado, lâmpadas a serem

utilizadas, capacidade de tratamento, consumo de energia, produtos químicos utilizado na limpeza das lâmpadas, reparos em equipamentos, substituição de lâmpadas e reatores (FOLLMANN et al., 2018).

Cangela (2014) avaliou uma tecnologia simplificada de tratamento de água utilizando *Moringa oleifera* e desinfecção solar, através da técnica SODIS, que segundo Wegelin (2002) se demonstra eficiente na remoção de *Cryptosporidium* e *Giardia*.

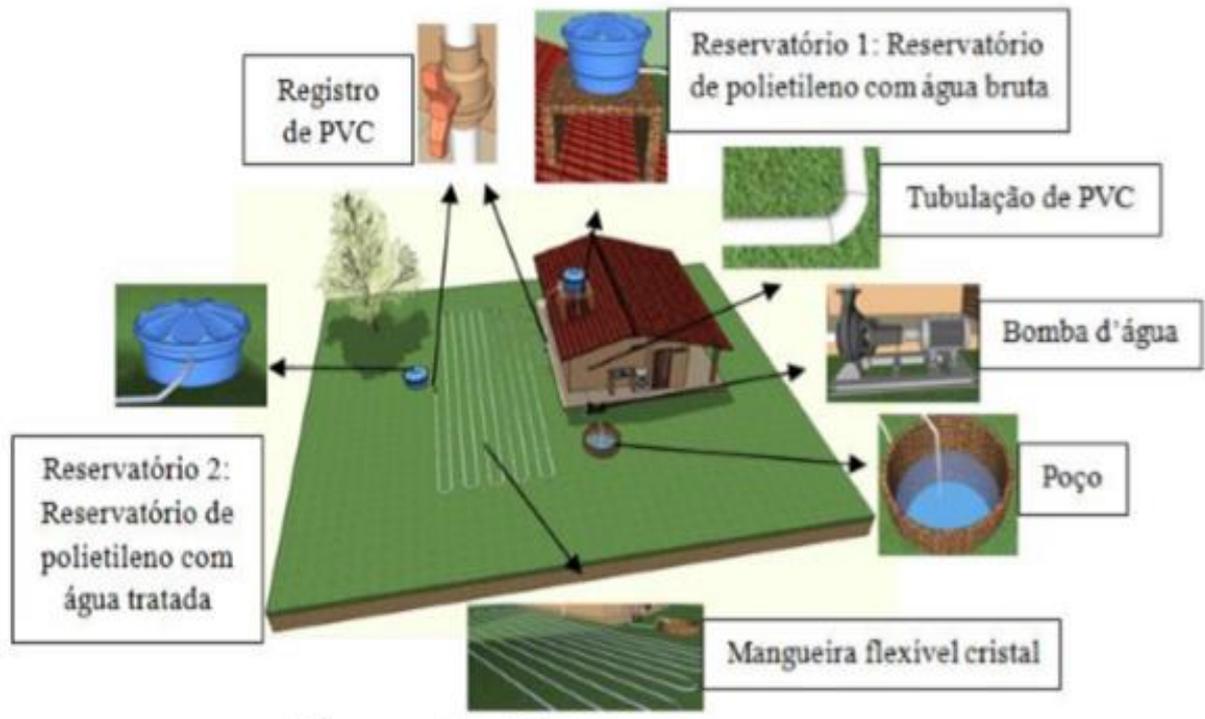
O sistema consiste na inserção da *Moringa oleifera* dentro de recipiente com a água a ser tratada, após duas horas de permanência o sobrenadante é retirado e encaminhado para o sistema SODIS, que é baseado pela exposição ao sol durante um intervalo de tempo, geralmente seis horas.

Os resultados alcançados demonstram que o sistema é eficiente para a remoção de coliformes totais e turbidez, vale salientar que o estudo foi baseado em escala de bancada e diante dos resultados satisfatórios é necessário a sua aplicação em escala real para se avaliar o desempenho do sistema.

Meierhofer e Landolt (2009) destacam que a tecnologia SODIS já é utilizada para a desinfecção de água para consumo humano por mais de dois milhões de pessoas em 33 países e os resultados apontam para redução drástica na ocorrência de casos de diarreia, os autores estimam que o custo-benefício da adoção do sistema pode chegar até 1:49, ou seja, para cada dólar investido na SODIS é possível economizar 49 dólares no setor da saúde.

Neves et al. (2016) propuseram um sistema de tratamento por meio de radiação solar utilizando água subterrânea e em uma escala maior, comparado ao apresentado anteriormente, nesse o sistema é formado por dois reservatórios de polietileno, situados em cotas diferentes e conectados por uma mangueira flexível cristal e o objetivo é expor a água da mangueira à radiação solar. A água a ser tratada será retirada do poço e elevada até o reservatório 1 através da energia fornecida pela bomba, os registros serão abertos permitindo que a água percorra toda a mangueira por gravidade e finalmente a água será exposta a radiação solar para o tratamento e logo após, armazenada no reservatório 2 (Fig. 2). Os autores destacam que os resultados foram satisfatórios na eliminação de patógenos, no entanto pH e turbidez não estão de acordo com a portaria de potabilidade.

Figura 2: Representação sistema de tratamento por meio de radiação solar utilizando água subterrânea



Fonte: Neves et al. (2016)

A dessalinização é uma técnica bastante consolidada nas comunidades rurais do Brasil para abastecimento humano, a partir desta se obtém água potável, mas também produz um subproduto, uma água residual chamada de rejeito, de concentração salina muito maior do que a água salobra original e de poder poluente para o solo, fauna e flora (VALE; AZEVEDO, 2013). Algumas alternativas para uso do rejeito estão sendo implantadas, como cultivo de tilápia rosa (*Oreochromis*) e irrigação da erva sal (*Atriplex nummularia*) (AMORIM et al., 2001; SOUSA; FERREIRA, 2015). Sousa Neto et al. (2011) obtiveram resultados satisfatórios ao utilizar efluente de dessalinizador para irrigação de mudas de espécies nativas do bioma Caatinga-Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) e Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora* Willd. Poir) em reflorestamento.

Outra característica da dessalinização é o elevado consumo de energia para o seu funcionamento (DAWOUND; AL MULLA, 2012), diante disso alguns estudos estão sendo desenvolvidos para substituir o uso de energia proveniente de combustíveis fósseis por energias limpas, como por exemplo, a dessalinização térmica, destilação de múltiplos estágios, destilação de múltiplos efeitos, destilação compressão de vapor e a destilação solar.

Campos (2007) avaliou o custo-benefício de sistema de dessalinização de água em comunidades rurais do Ceará, foi avaliado cinco sistemas de dessalinização e o autor

determinou os valores das infraestruturas de cada sistema, acrescida do dessalinizador, como também o demonstrativo das receitas, a preços econômicos, de cada sistema de dessalinização por osmose reversa segundo o consumo efetivo e a produção potencial do Ceará em 2002, os resultados estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3: Descrição dos valores das infraestruturas e do dessalinizador e o demonstrativo das suas receitas, a preços econômicos, de cada sistema de dessalinização avaliado segundo o consumo efetivo e a produção potencial do Ceará em 2002

Tipo de Dessalinizador	Valores da infraestrutura e do dessalinizador (R\$)	Consumo Efetivo (m ³ /ano)	Produção Potencial (m ³ /Ano)	Tarifa (R\$/m ³)	Receita Efetiva (R\$/Ano)	Receita Potencial (R\$/Ano)
Tipo I (400 litros/hora)	16.935,06	463,08	1.168	4,70	2.176,48	5.489,60
				9,40	4.352,95	10.979,20
Tipo II (600 litros/hora)	18.215,06	467,4	1.752	4,70	2.196,78	8.234,40
				9,40	4.393,56	16.468,80
Tipo III (800 litros/hora)	20.092,69	906,24	2.336	4,70	4.259,33	10.979,20
				9,40	8.518,66	21.958,40
Tipo IV (1.200 litros/hora)	22.905,83	1.882,68	3.504	4,70	8.848,60	16.468,80
				9,40	17.697,19	32.937,60
Tipo V (vazão de 1800 litros/hora)	26.745,83	2.304,00	5.256	4,70	10.828,80	24.703,20
				9,40	21.657,60	49.406,40

Fonte: Adaptada de Campos (2007)

Os dessalinizadores do tipo I, tipo IV e tipo V mostram-se viáveis nas duas tarifas, sendo o tipo V o que apresenta melhor viabilidade econômica, o sistema do tipo II é viável apenas no caso de o aparelho funcionar em sua capacidade de produção potencial e o sistema do tipo III mostra-se inviável apenas quando se considera o consumo efetivo e a tarifa de R\$ 4,70/m³ (CAMPOS, 2007).

Com o objetivo de fornecer um tratamento de água simplificado a FUNASA (Fundação Nacional de Saúde) desenvolveu um SALTA-z (Solução Alternativa de Tratamento de Água, o z refere-se a zeólita, o mineral-chave da proposta). O sistema de tratamento foi inicialmente desenvolvido para fornecer água tratada para uso doméstico às populações ribeirinhas do Pará e atualmente esta se estudando a aplicabilidade deste para outras regiões, a exemplo da região semiárida do nordeste (FUNASA, 2017).

O SALTA-z tem como objetivo disponibilizar água potável a pequenas comunidades, de zonas rurais, ribeirinhas e povoados indígenas e quilombolas, com cerca de 25 indivíduos. Dentre as características do Salta-z tem-se: fácil aplicação, instalação e apropriação dos sistemas pelas comunidades, baixo custo, facilidade operacional. (CNM, 2019).

O SALTA-z reúne todas as etapas do tratamento convencional de água de forma compacta, o diferencial desse sistema é a utilização da zeólita como meio filtrante. A zeólita é um mineral natural oriundo de cinzas vulcânicas, são minerais microporosos, com poros menores que dois nanômetros de diâmetro, fazendo com que as zeólitas se tonem altamente adsorventes. Materiais que são atraídos para eles se aderem a sua superfície. Estudos indicam que a utilização de zeólita como meio filtrante permite a remoção de ferro, manganês e outros metais pesados, amônia, cloroaminas, matéria orgânica, proteína e lipídios (CNM, 2019).

Figura 3: Representação esquemática do SALTA-z



Fonte: FUNASA (2017)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ausência ou insuficiência do acesso aos serviços de abastecimento de água potável nas comunidades rurais afetam diretamente a saúde pública e o meio ambiente e para solucionar esse problema faz-se necessário que o poder público juntamente com a população residente assumam o compromisso de universalizar o abastecimento de água, juntamente com os outros serviços que compõe o saneamento básico.

E diante dessa problemática, a definição da solução alternativa a ser aplicada é o que afeta todo o funcionamento do sistema a longo prazo, uma vez que essas, necessariamente, deverão ser adaptadas de acordo com a realidade e configuração diferenciada do meio rural, levando em consideração os aspectos econômicos e técnicos.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/90-dos-brasileiros-taam-acesso-a-a-gua-pota-vel.2019-03-14.0448875933>. Acesso em 25 mar. 2020.

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E; R.; SILVA JÚNIOR, L. G. A. **Evaporação solar como alternativa de reuso dos efluentes da dessalinização por osmose inversa**. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa. Anais...João Pessoa, UFPB, 2001. CD-ROM.

BACCI, D. C.; PATACA, E. M. **Educação para a água**, Estud. av. Vol.22 no.63 São Paulo, 2008.

BATISTA, C. H. **Estudo do processo de desinfecção de água via energia solar utilizando um reator experimental**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Processos – Universidade Tiradentes, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde, 2017.

BRASIL. **Manual de orientação para cadastramento das diversas formas de abastecimento de água**. Ministério da Saúde, 2007.

CAMPOS, R. T. Avaliação benefício-custo de sistemas de dessalinização de água em comunidades rurais cearenses. **RER**, Rio de Janeiro, vol. 45, nº 04, 2007.

CANGELA, G. L. C. **Tratamento de água para consumo humano em comunidades rurais com utilização de *Moringa oleífera* e desinfecção solar**. (Dissertação) Mestrado Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS), 2014.

CARNEIRO, C. G., BUCK, A. L. B., SOUZA, F. H. SENS, M. L. Desenvolvimento de um sistema alternativo para o tratamento de água oriunda de nascente em propriedades rurais. 27º. Encontro Técnico AESABESP. 2016.

CNM. Confederação Nacional de Municípios – CNM Coletânea Guias de Reaplicação (5 volumes) - Programa SALTA-Z - Abaetetuba/PA (v.1) Brasília: CNM, 2019.

DAWOUD, M.A., AL MULLA, M.M “Environmental Impacts of Seawater Desalination: Arabian Gulf Case Study”, **International Journal of Environment and Sustainability**, vo. 11, 2012, n. 3, pp. 22-37.

DI BERNARDO, L; PAZ L. P. S. **Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água**. São Carlos: Editora LDiBe, 2008. v. 2. 1560 p.

DI BERNARDO, L; SABOGAL PAZ, L. P. **Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água**. Editora LDiBe. v 1 e v.2. p.1560, 2008.

EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/716/clorador-embrapa>. Acesso em 25 mar. 2020.

FRANCO, M. **Uso de coagulante extraído de sementes de moringa oleífera como auxiliar no tratamento de água por filtração em múltiplas etapas**. Campinas, SP: [s.n.], 2010.

FOLLMANN, A. P., BITTENCOURT, K. S., SILVA, T. S., OLIVEIRA, J. V. Tratamento de água em sistemas rurais de abastecimento: alternativas, viabilidade técnica e econômica. XXVI Seminário de Iniciação Científica. Unijuí, 2018.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual da solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa/ Superintendência Estadual do Pará**. – Brasília: Funasa, 2017. 49 p.

FUNASA. **Manual de Saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo demográfico de 2010. Dados da amostra.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Relatório Acesso à água nas regiões Norte e Nordeste do Brasil: desafios e perspectivas, 2018.

LEWIS, M. J; HEPPEL, N. J. **Continuous Thermal Processing of Food: Pasteurization and UHT Sterilization**, Aspen Publishers, Inc., A Wolters Kluwer Company, Gaithersburg, MD, 2000.

MEIERHOFER, R.; LANDOLT, G. Factors supporting the sustained use of solar water disinfection: Experiences from a global promotion and dissemination programme. **Desalination**, v. 248, n. 1, p.144-151, 2009.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764, out./dez. 2008.

MORAIS, J. B. S. **Soluções Alternativas Coletivas de Abastecimento de Água: Um desafio para a vigilância e o controle da qualidade da água no município de Matelândia/Pr. ROCA**. 2014.

NEVES, Y. T., SANTOS, L. L., LEAL, E. S., GOMES, B. M. C. Tratamento de água em comunidades rurais por meio da radiação solar. XIV ENEEAmb, II Fórum Latino e I SBEA – Centro-Oeste. 2016.

ONU. Organização Nações Unidas. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-45-bilhoes-de-pessoas-nao-dispoem-de-saneamento-seguro-no-mundo/>. Acesso em 25 mar. 2020

PATERNIANI, J. E. S. **Tecnologias de Tratamento de Água para pequenas comunidades**. Editora Margem da palavra. 2017, 264p.

PLANSAB. Disponível em: <https://www.cidades.gov.br/saneamento-cidades/plansab/texto-do-plansab>. Acesso em 26 mar. 2020.

RAID, M. A. M. **Soluções técnicas de abastecimento de água e modelos de gestão: um estudo em quinze localidades rurais brasileiras.** Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Minas Gerais, 2017.

ROCHA, C. M. B. M. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênicosanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Caderno de Saúde Pública**, v.22, n 09, p 1967-1978, 2006.

RODRIGUES, D. G. **Sistema alternativo para desinfecção da água por pasteurização solar para pequenas comunidades.** Tese (doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP, 2018.

SABOGAL PAZ, L P. **Modelo Conceitual de Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água para Abastecimento de Comunidades de Pequeno Porte.** Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos/SP, 2007.

SILVEIRA, A. B. G. **Estratégias para a universalização do saneamento rural: um estudo baseado em experiências internacionais.** (Dissertação) Mestrado Profissional em Gestão e Regulação dos Serviços Públicos de Saneamento Básico – Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz. Brasília, 2013.

SOUSA NETO, O. N.; DIAS, N. S.; FERREIRA NETO, M.; LIRA, R. B.; REBOUÇAS, J. R. L. Utilização do rejeito da dessalinização da água na produção de mudas de espécies da caatinga. **Revista Caatinga**, v.24, n. 4, p. 123-129, out.-dez., 2011.

SILVA, D. E., CORDEIRO, J., CALAZANS, G. M., VIEIRA, E. D., PEREIRA, S. L. C. S. Análise da eficiência da filtração lenta para o tratamento de água de uma nascente situada na zona rural de Passabém – MG. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 6, p. 01-25, e676184, 2018 ISSN 2525-3409 (CC BY 4.0), 2018.

SOUSA, Y. M. M.; FERREIRA, E. G. Tecnologia para tratamento de água salobra: estudo do caso de Santa Inês-PB. **Revista Ambiental**.V.1, n. 1, p. 82 -92, Jan/Mar, 2015.

TUNDSI, J. G. **Novas Perspectivas para Gestão de Recursos Hídricos, 2006.**

URSI, E. S. **Prevenção de lesões de pele no perioperatório: revisão integrativa da literatura.** 2005. 130 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2005.

VALE, M. B, AZEVEDO, P. V. Avaliação da produtividade e qualidade do capim e do sorgo irrigados com água do lençol freático e do rejeito do dessalinizador. **Holos**. 2013;3(29) 181-195.

VISSCHER, J. T., GALVIS, G., LATORRE, J. **Filtracion en multiples etapasFiME: bondades e limitaciones.** In: Conferencia Internacional Mejoramiento de la Calidad del Agua, Santiago de Cali, Colombia, 1996.

WEGELIN, M. Solar water disinfection: scope of the process and analysis of radiation experiments. **Journal of Water**. SRT-Acqua, v. 43, n. 3, p. 154-169. 2002.

JAMIL, Y., AHMAD, M. R., ALI, K. HABEEB, A., HASSAN, M. Use of solar energy for disinfection of polluted water, **Soil & Environ**, 2009.

TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TICs) NA EDUCAÇÃO QUÍMICA: REGISTROS DAS CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DE MANAUS/AMAZONAS/BRASIL

Eleonora Celli Carioca Arenare ¹
Ana Frazão Teixeira (in memoriam)* ²

RESUMO

O artigo aborda as dificuldades que os professores têm em integrar as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) como ferramenta de motivação para o problema do desinteresse dos alunos pelas aulas de Química. A observação foi feita com professores de Química de treze escolas públicas da cidade de Manaus na Zona Centro-Oeste, da Secretaria de Estado da Educação do Amazonas - SEDUC. Os resultados obtidos por meio dos questionários aplicados foram tabulados e analisados por meio da escala Likert, demonstrando a insuficiência na prática de tal integração. Os resultados obtidos demonstram as dificuldades que precisam ser superadas em relação a utilização das TICs em aulas de Química, trazendo perspectivas sobre a necessidade de cursos de formação continuada para os profissionais envolvidos com a Ciência.

Palavras-chave: Educação Química, Tecnologias de Informação e Comunicação e Comunicação (TICs), Professores de Química.

INTRODUÇÃO

No processo educacional atual, é necessário discutir com os alunos, a função social do conhecimento químico e o significado dessa Ciência em fazer parte do currículo escolar. O que é preciso é "uma educação para a tomada de decisões, responsabilidade social e política. Uma educação que permita ao homem discutir corajosamente seus problemas. Uma educação que o ponha em constante diálogo entre si. Identifique-se com os métodos e processos científicos" (FREIRE, 2003). Esta formação é feita com recurso a metodologias que exploram a memorização e este cálculo de valor, mas com procedimentos que desenvolvem a capacidade de reflexão, investigação e ação empreendedora.

Ler o passado faz com que você entenda que, em todos os momentos, as tecnologias sempre foram um destaque social. Em cada estação, sempre havia uma determinada tecnologia que era utilizada pela comunidade educacional. O giz, o quadro, o jornal, os livros didáticos, a imagem magnética, embora sejam tecnologias desatualizadas, ainda hoje, quando bem

¹ Doutoranda do Curso de Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT/REAMEC/UEA, eleonoracelliquimica@gmail.com

² Doutora em Química. Orientadora no Curso de Ensino de Ciências Profissionalizante na Amazônia da Universidade do Estado do Amazonas. – UEA. (in memoriam)*

utilizadas no contexto educacional, podem, sem dúvida, favorecer a aprendizagem e contribuir de forma significativa no processo ensino-aprendizagem.

Em meio a presença inegável das tecnologias na vida humana, compreendo que a escola, como instituição educativa, não pode está alheia a este processo também de ensino-aprendizagem. Neste sentido muitos autores (FOFONCA, 2009; CHIAPINOTO, 2010; DANTE, 2004; RABBI, 2009; BOTTENTUIT JUNIOR, 2009;) têm pesquisado e publicado sobre esta temática, explicitando as contribuições significativas que as TICs podem promover ao processo educativo.

Segundo Perrenoud (2000), competência é “uma capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles” o que demonstra a necessidade de um aprofundamento teórico do professor, pois se é competente aquele que age eficazmente em uma situação, o será na mesma proporção em que tiver domínio do conhecimento que apóia nessa ação.

Como qualquer atividade profissional hoje, o professor não pode se limitar a reproduzir o mesmo conhecimento adquirido quando ele foi aluno. Precisa de uma atualização constante, uma formação contínua ao longo de sua carreira.

O desafio que se coloca é formular e propor seqüências didáticas que sirvam, simultaneamente, para o processo de aprendizagem do professor e como uma possível sugestão de processo de ensino que ele possa desenvolver com seus alunos. Atividades que, por fugirem do modelo de reprodução e transmissão de conteúdos, promovam a aprendizagem significativa do professor, tanto das questões conceituais envolvidas como da metodologia de ensino empregada. (TRIVELATO, 2003)

Ao integrar as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) com o Ensino de Química, espera-se maior eficiência no aprendizado desta disciplina. Para que isso aconteça é necessária a formação e preparação pedagógica dos professores. Segundo Paulo Freire (1996), “não se deve ser ingênuo em relação à tecnologia, mesmo que haja um enorme potencial para estimular e desafiar a curiosidade de crianças e adolescentes, há muito a ser feito para transformá-la em instrumento de inclusão social e de desenvolvimento da cidadania em um projeto político-pedagógico definitivo da escola ”.

Nessa perspectiva, o problema é: Os professores de Química da rede pública de Manaus estarão preparados para a integração das TIC no Ensino de Química, a fim de contribuir para a melhoria do processo ensino-aprendizagem em meio às dificuldades que as escolas de Manaus apresentam?

Este artigo é parte de uma Dissertação defendida em instituição pública da Região Norte, tem como objetivo geral: Divulgar as concepções de professores de Química na última década a partir da integração das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) no Ensino de Química em escolas públicas de Manaus / Amazonas / Brasil.

Para desenvolver esta investigação e estabelecer respostas ao problema, estabelecemos os seguintes objetivos específicos: 1-Distinguir como os professores de Química do ensino secundário obtinham conhecimentos nas Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs), como possibilidade de diversificar o ensino desta Ciência; 2- Diagnosticar o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) nas aulas de química do ensino médio em escolas estaduais da Zona Centro-Oeste da cidade de Manaus; 3- Conhecer a formação em Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), dos professores que ensinam Química na rede estadual de ensino de Manaus; 4-Identificar as concepções dos professores de química sobre a utilização das TICs nas suas aulas.

A relevância do artigo justifica-se pelo registo que evidencia como são as dificuldades que os professores de química têm para se integrar as TICs como ferramenta de motivação ou problema de desinteresse dos alunos nas suas aulas de química, leccionadas para o ensino secundário.

METODOLOGIA

A metodologia é um conjunto de procedimentos e técnicas utilizadas no processo de investigação, incluindo aspectos relacionados de como fazer a pesquisa. Pode-se dizer também que a metodologia está relacionada à postura ideológica do pesquisador, com seus objetivos e pressupostos (INÁCIO FILHO, 2004 p.71).

O desenvolvimento deste trabalho consiste em pesquisa bibliográfica, realização do estado da arte por meio de artigos, dissertações e teses atualizados e pesquisas de campo. Com abordagem quantitativa, como corrente de pensamento o materialismo histórico dialético, por meio de uma pesquisa-ação participativa, desenvolvida para obter informações sobre a integração das tecnologias de informação e comunicação no processo de ensino-aprendizagem em química nas escolas públicas de Manaus, sendo uma investigação empírica isso pressupõe uma pesquisa de campo, com a finalidade de análise dos dados.

O questionário baseou-se nos objetivos da pesquisa, abrangendo situações relacionadas com a caracterização dos sujeitos da pesquisa, o nível de formação do professor quanto ao uso das TIC para o Ensino de Química, as concepções dos professores sobre as TIC para o processo

de ensino-aprendizagem em Química e investigação sobre a necessidade de cursos de formação continuada no processo investigado.

O questionário baseou-se nos objetivos da pesquisa, abrangendo situações relacionadas à caracterização dos sujeitos da pesquisa, nível de formação do professor quanto ao uso das TICs no Ensino de Química, concepções dos professores sobre as TICs para o processo de ensino-aprendizagem em Química. Optamos por utilizar um questionário (questões fechadas), baseado na escala Likert.

A escala Likert, em homenagem ao seu criador Rensis Likert, é uma escala de classificação que exige que os respondentes indiquem o grau de concordância com cada uma das afirmações apresentadas. Entre as vantagens buscadas com a escala Likert estão: a) é uma escala de fácil construção e aplicação; b) utiliza afirmações que não estão explicitamente vinculadas à atitude estudada, permitindo a inclusão de qualquer item que seja verificado empiricamente; c) é consistente com o resultado final, além do fato de os entrevistados compreenderem rapidamente como usar a escala; d) apresenta facilidades, uma vez que é oferecido pela Internet dispensando a presença de pesquisadores no aplicativo (MATTAR, 2001).

Cada célula de resposta recebe um número que reflete a direção da atitude do respondente em relação a cada afirmação / informação. A pontuação total da atitude de cada respondente é dada pela soma das pontuações obtidas para cada declaração. Foram elaborados dois questionários que seguiram o planejamento especificado no Quadro 2.

Tabela 1 - Declaração do planejamento dos questionários 1 e 2

QUESTIONÁRIO	OBJETIVOS	PERGUNTAS
1	Caracterizar dados gerais dos professores	Sexo, idade, ano de conclusão da graduação, tipo de instituição, habilitação, experiência docente, utilização das TICs na graduação.
2 (Quadros 01,02,03,,04,05)	Identificar o nível de formação do professor em TICs para ensinar química Diagnosticar a integração das TICs no ensino de química em escolas públicas de Manaus	Posse de equipamentos tecnológicos e sua utilização em sala de aula, englobando TICs no ensino de química, recursos tecnológicos e sua utilização nas aulas de Química, desafios a serem superados neste contexto.

FONTE: ARENARE (2010)

Os dois questionários foram divididos em dois blocos, contendo questões abertas e fechadas. O questionário 1 solicita os dados gerais do indivíduo, sua formação e relação com as tecnologias (ano de graduação, tipo de instituição, habilitação, experiência docente, utilização das TICs nesta formação).

(83) 3322.3222 Quadro 1 - Perguntas sobre o Questionário

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

Questionário 1

01. Identificação ou código:
02. Gênero: () Masculino () Feminino
03. Idade: anos
04. ano de graduação
05. Você completou seu curso universitário: () Pública () Privada
06. Você concluiu sua graduação em: () Bacharelado () Ambos
07. Você está trabalhando na sua área de treinamento? () Sim não
08. Anos de ensino: anos.
09. Série que dá aula? () 1º () 2º () 3º período: () Manhã () Noite () Noite
10. Sua carga de trabalho:
11. Fez algum curso de especialização (+ 360 Horas): () Não () Sim 07.
12. Você tem mestrado ou doutorado? () Sim () Não
13. Na sua graduação você recebeu alguma instrução sobre como usar as TIC no Ensino de Química? () Não () Sim. Se positivo, como foi essa instrução?
14. Em algum curso de educação continuada oferecido pela SEDUC, você recebeu alguma instrução sobre como usar as TICs para ensinar Química? () Sim () Não. Se positivo, como foi essa instrução?
15. Se não obteve qualquer instrução sobre como integrar as TIC no Ensino de Química e já está a realizar este processo, como adquiriu este conhecimento como possibilidade de diversificar o ensino desta Ciência

FONTE: ARENARE (2010)

Como o número de professores (população) era pequeno, optou-se por trabalhar com o número total, sem erro estatístico neste caso, uma vez que o tamanho da amostra é igual ao da população. Optou-se por utilizar a Escala Likert com graus de concordância (variação de um a cinco), e algumas questões abertas. As questões da Escala Likert garantiriam dados das vivências dos professores envolvidos no processo e permitiriam modular estatisticamente os resultados obtidos na pesquisa, o que proporcionaria uma visão substancial do confronto teoria-prática.

Para uma melhor análise dos resultados da pesquisa por meio da Escala de Likert, optou-se por fazer uma análise quantitativa para estabelecer o Ranking Médio (RM) do questionário, a fim de medir o grau de concordância dos sujeitos que responderam aos questionários.

É possível verificar a concordância ou discordância das questões avaliadas, por meio da obtenção do RM da pontuação atribuída às respostas, referente à frequência das respostas dos respondentes.

$$\text{Média ponderada (MP)} = \Sigma (f_i \cdot V_i)$$

A ressonância magnética é obtida dividindo a média ponderada pelo número de respondentes.

Assim, o $RM = MP / (NS)$ Onde: f_i = frequência observada de cada resposta para cada item; V_i = valor de cada resposta; NS = N° de sujeitos.

A partir desse resultado deve-se considerar que os professores:

Discordo / $RM < 3$ / Indiferente / $RM = 3$ / Concordo • $RM > 3$

A ressonância magnética foi obtida a partir da pontuação atribuída às respostas, relativa à frequência das respostas dos respondentes que fizeram tal atribuição. Valores maiores que 3 são considerados concordantes e menores que 3, discordantes, considerando uma escala de 5 pontos. O valor exatamente 3 é considerado “indiferente” ou “sem opinião”, sendo o “ponto neutro”, equivalente aos casos em que os respondentes deixaram em branco.

A frequência dos assuntos é medida analisando o número de respostas dos participantes para cada uma das questões. Nas questões relacionadas ao grau de concordância, referentes à integração das TICs no processo de ensino-aprendizagem de química, correspondentes à Categoria "A", as opções de 1 a 5 significam: 1 Discordo Totalmente, 2 Discordo, 3 Sem opinião, 4 Concordo e 5 corresponde ao grau máximo de concordância, ou seja, concordo totalmente.

Para o cálculo da RM, é utilizado o método de análise da escala Likert (MALHOTRA, 2001; TRESKA & DE ROSE JR., 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 38 (trinta e oito) professores que deveriam participar da pesquisa, apenas 30 (trinta) responderam aos questionários e à entrevista gravada, o que corresponde a 78,9% da população. Neste caso, a relação entre a amostra estudada e a população considerada ainda é muito elevada, e o erro estatístico neste caso é próximo de zero.

A tabulação dos dados pessoais é apresentada na Tabela 1 e esta amostragem revelou um perfil de professor com as seguintes características:

Tabela 1- Perfil dos Professores de Química Participantes da Pesquisa

Sexo	Faixa Etária	Graduação	Pós Graduação	Tempo de docência (media)
Masculino 25%	+ 20 anos 30%	Bacharelado 20%	Mestres 6,66%	3 anos (20-29 anos)
Feminino 75%	+ 30 anos 60%	Licenciatura 60%	Especialistas 40%	12 anos (30-39 anos)
	+ 40 anos 10%	Áreas afins 20%		15 anos (+40 anos)

Fonte: ARENARE (2010)

A Tabela 1 mostra que a predominância é do sexo feminino, com faixa etária mais representativa acima de 30 anos e aproximadamente 12 anos de magistério. A maioria 70 possui graduação em Química, porém, menos de 50% dos professores entrevistados continuaram a estudar.

Como exemplo é possível analisar o caso da Questão 1 na Tabela 2:

Tabela 2 - Obtenção de uma classificação média (RM) para a pergunta 1

QUESTÃO 1	OPINIÃO DO PROFESSOR					
Information and Communication Technologies (ICTs) contribute to the improvement of the teaching-learning in chemical education in public schools.	1	2	3	4	5	RM
	0	5	0	10	15	4,16
Média Ponderada = $(0 \times 1) + (5 \times 2) + (0 \times 3) + (10 \times 4) + (15 \times 5) = 125$						
So, $RM = 125 / (5 + 10 + 15) = 4.16$						
-						
+						
[1] I Totally Disagree	[2]	[3]	[4]	[5]	I totally agree	

Fonte: ARENARE (2010)

O Quadro 4 representa o RM das questões referentes à Categoria “Tecnologias da Informação e Comunicação TICs” na escala Likert.

Tabela 3 - Perguntas, Número de Respostas e Valor Médio do Ranking da Categoria “Tecnologias da Informação e Comunicação TICs”

Questões	DT	D	SO	C	CT	RM
1. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) contribuem para a melhoria do ensino processo de aprendizagem em Educação Química em escolas públicas?	0	5	0	10	15	4,16
2. A integração de sites de pesquisa melhora o ensino processo e aprendizagem de Química no ensino médio?	3	7	0	5	15	3,73
3. A integração de sites específicos melhora o processo de ensino-aprendizagem de Química no ensino médio?	0	3	2	7	18	4,33
4. A integração de software educacional melhora o processo de ensino e aprendizagem de Química em alta escola?	0	0	0	5	25	4,83
5. A integração de vídeos educacionais melhora o processo de ensino e aprendizagem de Química no ensino médio?	0	0	0	3	27	4,90
6. A integração de aulas experimentais virtuais melhora o processo de ensino e aprendizagem de Química em alta escola?	0	0	0	1	29	4,96
7. Integre em suas aulas de Química, materiais retirados da Internet	0	0	0	15	15	4,50
8. Integraria as TICs no ensino de Química Desperta no aluno a vontade de aprender esta Ciência?	0	5	0	7	18	4,26
9. Integraria as TIC no ensino de Química, o processo de ensino e aprendizagem no ensino médio, melhora a percepção do aluno sobre sua importância para a sociedade?	0	2	0	5	25	4,63

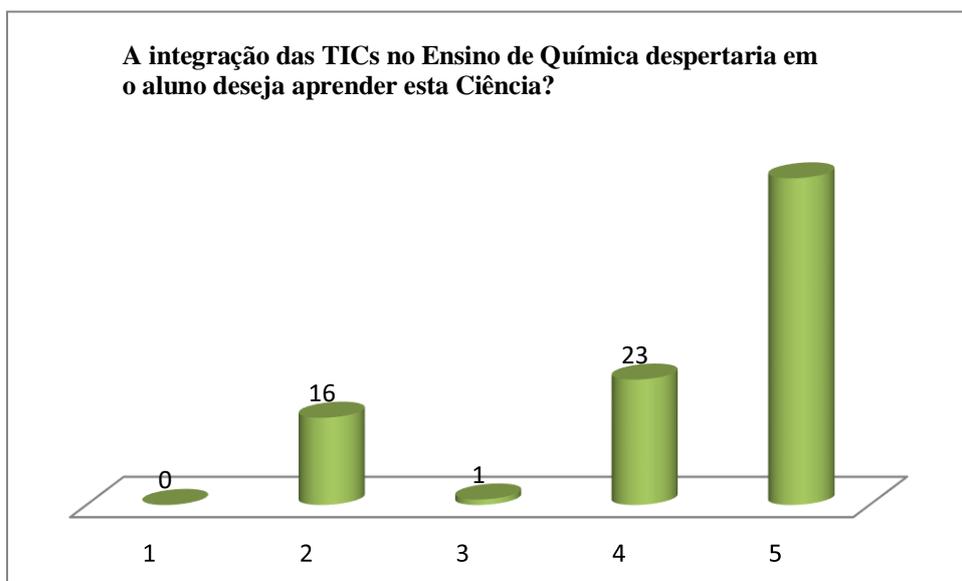
Legenda: DT = Discordo Totalmente; D = discordo; SO = Sem opinião; C = concordo; CT = concordo totalmente.

Fonte: ARENARE (2010)

O primeiro número da Tabela 3, visa investigar as percepções dos professores quanto à contribuição das TICs para o Ensino de Química nas escolas públicas de Manaus. O valor de RM igual a 4,16 expressa o grande grau de concordância com esta afirmação. Esse otimismo reflete o grande investimento que o Governo do Estado do Amazonas fez, distribuindo a todos os seus professores um computador.

Apesar da motivação expressa no resultado desta primeira questão, outras precisam ser levantadas a partir dessa afirmação inicial, para que esse entusiasmo não se transforme em uma visão ingênua do uso das TICs na escola, a fim de verificar como as contribuições das TIC são efetivamente processados, obtendo-se assim uma visão crítica para identificar possíveis obstáculos decorrentes dessas interações, que prejudicam a integração das TICs no ensino de química no ensino médio.

Gráfico 1 - Integração das TIC no Processo de Ensino-Aprendizagem de Química como fator motivador para o aluno



Legenda: 1 = Discordo Totalmente; 2 = discordo; 3 = Sem opinião; 4 = concordo; 5 = Concordo totalmente.
Fonte: ARENARE (2010)

Relacionando os resultados da Questão 8 apresentada no Gráfico 1, com a Questão 9 apresentada no Gráfico 2, questões da Categoria " Tecnologias da Informação e Comunicação TICs ", observamos que 60% dos professores afirmam que integrar as TIC no ensino de Química despertaria no aluno o desejo de aprender isso. Ciência. Concordam com essa afirmação 83%, 16% discordam, enquanto 77% afirmam que essa integração melhoraria a percepção do aluno, quanto à importância dessa disciplina para a sociedade e 93% dos entrevistados concordam que essa afirmação é verdadeira, ou seja, apenas 7% discordam desta

situação em análise. Esses dados levam à afirmação de que os professores têm interesse em despertar no aluno a vontade de aprender química, motivá-lo. A questão de atingir esse objetivo é a estratégia utilizada. Vale a pena citar novamente KALHIL (2003) no que diz respeito à estratégia: desenvolver tarefas ou ações previamente planejadas que levem ao alcance dos objetivos pré-estabelecidos com base em uma metodologia elaborada para esse fim, durante o processo pedagógico. No planejamento estratégico dessas tarefas ou ações, as TICs são ferramentas muito importantes.

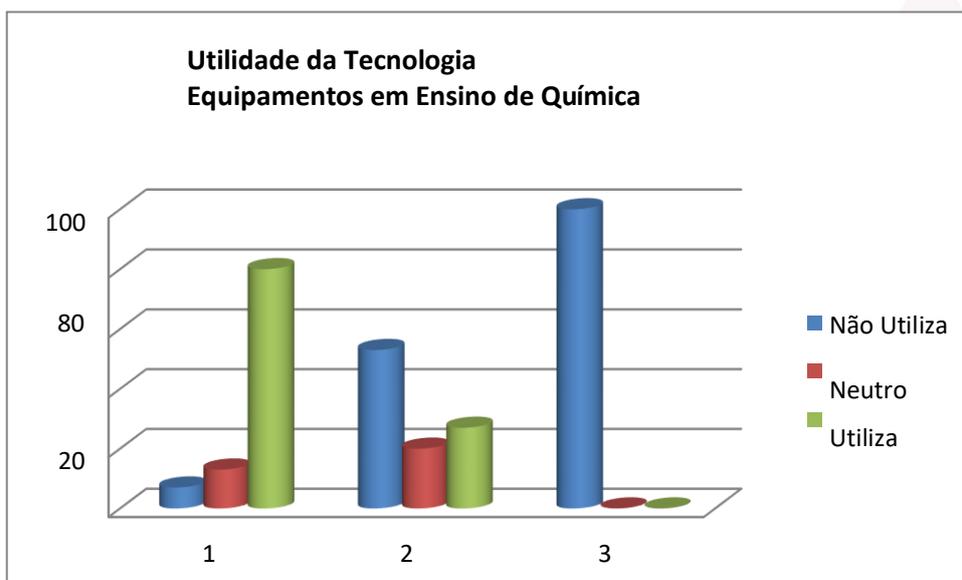
Tabela 4- Questões, Número de Respostas e Valor Médio de Classificação da Categoria "Uso de (TICs) nas aulas de Química"

Questões	I	PU	SU	U	MU	RM
10. No ministério de suas aulas de Química em sua escola, a integração das TICs acontece para que o processo de ensino-aprendizagem em Química seja ético, dinâmico e contextualizado.	7	15	6	2	0	2,1
11. No uso das TICs, está integrado nas suas aulas, sites específicos de Química?	27	2	0	1	0	1,16
12. Não uso de TICs, é integrado em suas aulas de Química, motores de busca?	28	1	0	1	0	1,13
13. No uso de TICs, é integrado em suas aulas de Química, software educacional?	11	18	0	1	0	1,7
14. No uso de TICs, é integrado em suas aulas de Química, vídeos educacionais?	18	10	0	1	0	1,4
13. No uso de TICs, é integrado em suas aulas de Química, experimentos virtuais?	28	2	0	0	0	1,06
16. No uso de TICs, é integrado ao seu aulas de química, materiais retirados da Internet?	18	5	2	5	0	1,8

Legenda: I = inútil; PU = pouco útil; SU = Sem utilidade; U = útil; MU = Fonte muito útil: Autoria própria

O entendimento de que a Ciência não é feita isoladamente é fundamental para o crescimento intelectual do professor e do aluno, essa interatividade e perspectivas distintas nessa construção, podem interferir significativamente no processo de ensino e aprendizagem de química. As TICs devem auxiliar na tarefa de propor sequências didáticas que sirvam simultaneamente para o processo de aprendizagem do professor e do aluno (TRIVELATO, 2003). É importante relacionar essas respostas com o que Castells (2000) diz em relação à Sociedade da Informação. A educação foi uma das áreas mais afetadas da atividade humana e o professor de forma empírica foi impulsionado a buscar conhecimento nas TICs.

Gráfico 2 – Uso dos Equipamentos Tecnológicos



Legenda: 1- Computador; 2- Televisão; 3- Fonte de Rádio.
Fonte: Autoria própria

O computador é o equipamento tecnológico mais utilizado pelos professores e pela relevância da informação, esses dados são apresentados no Gráfico 2. No entanto, na análise do Gráfico 3, de acordo com a RM 3.8 relacionada à categoria "somando as categorias "Usa Muito" e "Totalmente Usos", o grau de concordância é de 80%, ou seja, os professores afirmam que o computador é o equipamento mais utilizado nas escolas analisadas para ensinar química. Nas questões relacionadas ao grau de concordância, quanto à integração das TIC ao processo de ensino-aprendizagem química, correspondentes à Categoria "D" as opções 1 a 5 significam: 1 "Muito Difícil", 2 "Difícil", 3 "Normal", 4 "Fácil" e 5 corresponde ao grau máximo de concordância, ou seja, "Muito Fácil".

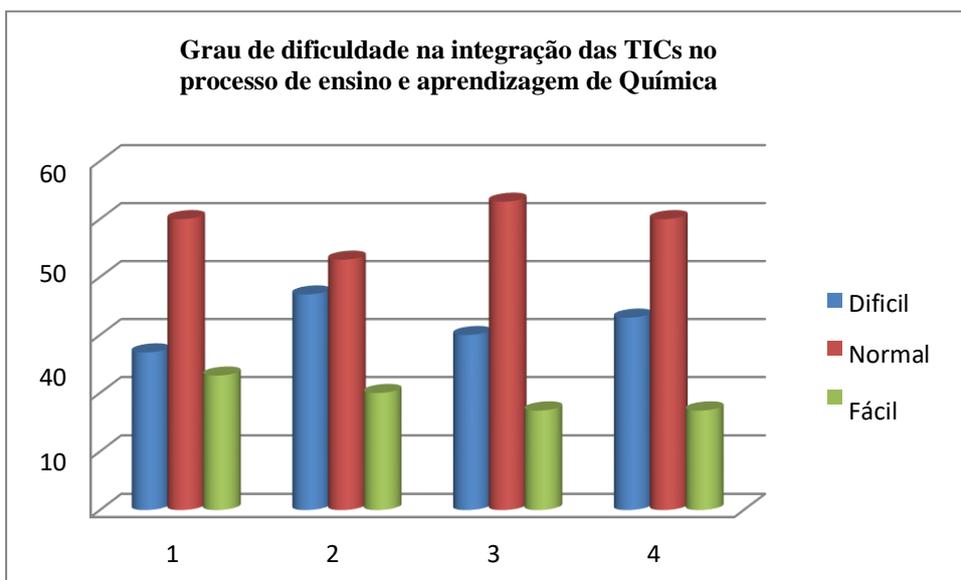
TABELA 5- Classificação de Perguntas, Número de Respostas e Valor de Médio da Categoria "Integração das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) nas aulas de Química do Ensino Médio"

Questões	MD	D	N	F	MF	RM
20. Em relação à integração das TICs na Química O ensino, o processo ensino-aprendizagem no ensino médio, você diria que é...	0	8	15	5	2	3,03
21. Em relação à integração das TICs no ensino de química, o processo ensino-aprendizagem no 1º ano do ensino médio, você diria que é ...	7	4	13	5	1	2,63
22. No que diz respeito à integração das TICs no ensino de química, o processo de ensino-aprendizagem na 2ª ano do ensino médio, você diria que é ...	4	5	16	4	1	2,4
23. Em relação à integração das TICs no ensino de química, o processo de ensino-aprendizagem no 3º ano do ensino médio, você diria que é ...	2	8	15	5	0	2,76

Concordo • RM > 3 Indiferente / RM = 3 Discordo RM < 3
Fonte: ARENARE (2010)

Os resultados obtidos, condensados na Tabela 04, são apresentados por meio do Gráfico 3 para uma melhor visualização. As categorias "Muito difícil" e "Difícil" foram adicionadas para obter a atribuição de "dificuldade" e adicionadas as categorias "Muito fácil" e "Fácil" para obter a atribuição de "facilidade".

Gráfico 3 - Grau de Dificuldade em Integrar as TICs no Ensino de Química



Legenda: 1 = Ensino Médio; 2 = 1º ano; 3 = 2º ano; 4 = Fonte do 3º ano;
Fonte: ARENARE (2010)

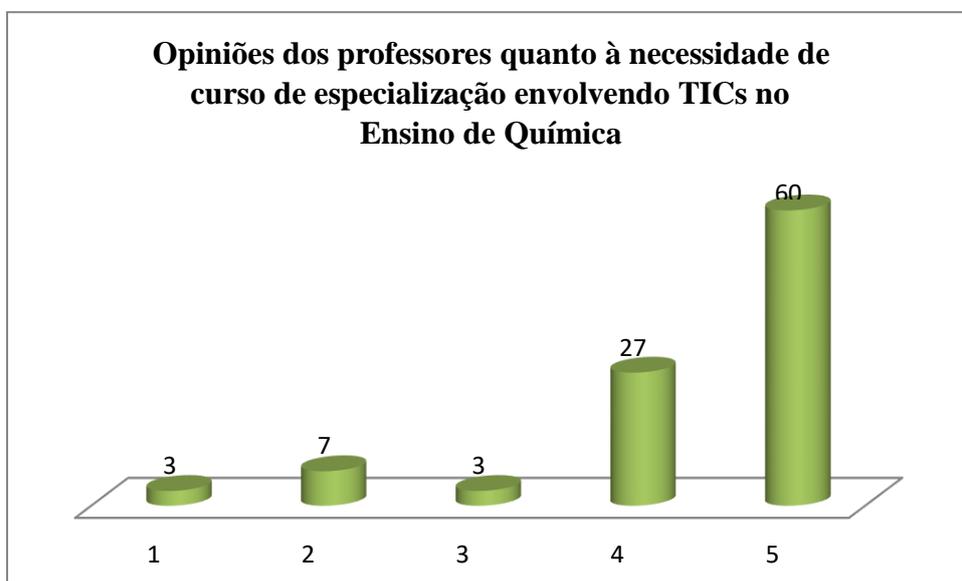
TABELA 6- Questões, Número de Respostas e Valor Médio do Ranking da Categoria "Atualização do Professor de Química em Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs)"

Questões	N	MN	RN	PN	SN	RM
24. Em sua opinião, integrar as TIC no ensino de química seria ...	0	2	3	6	19	4,4
25. A seu ver, o professor de química precisa conhecer e aplicar as TICs para que o ensino processo de aprendizagem atinge os objetivos desejados ...	4	5	5	4	12	3,5
26. Para ele, uma formação continuada envolvendo as TICs para o ensino de química seria ...	0	0	0	1	12	2,13
27 Em sua opinião, um curso de especialização envolvendo TICs para ensino de química seria ...	1	2	1	8	18	4,33

Legenda: N = obrigatório; MN = muito necessário; RN = razoavelmente necessário; PN = pouco necessário; SN = sem necessidade. Fonte: ARENARE (2010)

Dos professores entrevistados, 57% não responderam à “Questão 26” pertencente ao questionário 2 e à “Questão 14” do questionário 1 por não terem conhecimento sobre o que é uma formação continuada, logo uma RM de 2,13. Aqui é importante ressaltar que dos 13 professores que responderam, e que, portanto, presume-se que saibam o que é uma formação continuada, 12 afirmam ser “Super necessária” e 1 afirma que é “Muito necessária”.

Gráfico 4- Opiniões dos professores quanto à necessidade de curso de especialização envolvendo TICs no Ensino de Química

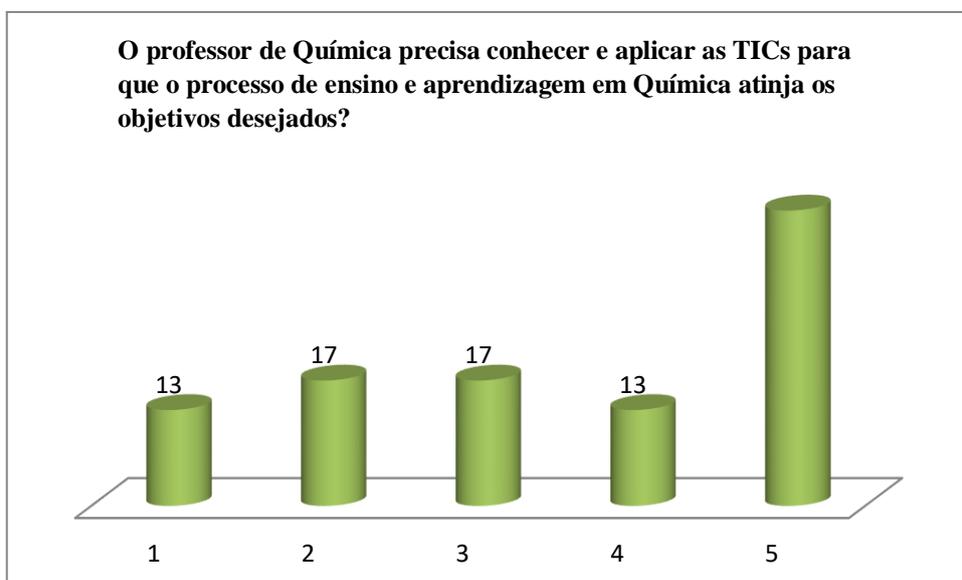


Legenda: 1 = Sem necessidade; 2 = Não muito necessário; 3 = Razoável; 4 = Muito necessário; 5 = Super necessária
Fonte: ARENARE (2010)

Como se pode observar na Tabela 8, os professores de química expressam uma ressonância magnética 3.5 para a questão 25, correspondendo a um grau de concordância ao adicionar as categorias "Muito necessário" com a categoria "Super necessária" em torno de 53% e um grau de discordância, acrescentando o categoria "Não há necessidade" com "Pouco necessário" em 30%.

O Gráfico 4 expressa as concepções dos professores entrevistados sobre a necessidade de um curso de especialização integrando as TICs ao ensino de química. Ao somar a quantidade de respostas, "muito necessário" e "super necessário" um valor de 87% dos professores entrevistados identificam essa necessidade, enquanto apenas 10% discordam, o que aponta significativamente para a necessidade de cursos de formação continuada.

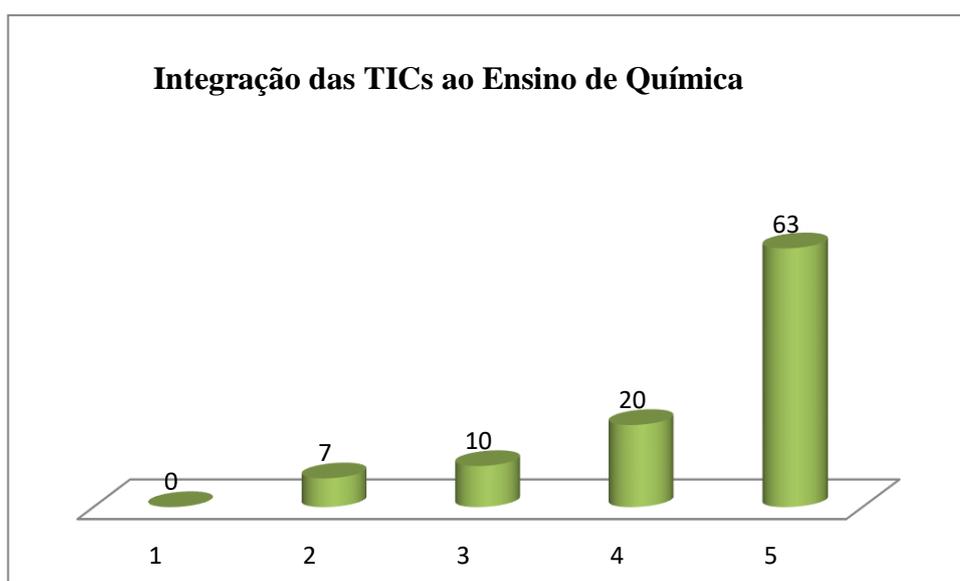
Gráfico 5 - Opinião dos Professores sobre a Necessidade de Conhecer e Aplicar as TIC para que os Objetivos do Processo de Ensino-Aprendizagem em Química sejam alcançados



Legenda: 1 = Sem necessidade; 2 = Não muito necessário; 3 = Razoável; 4 = Muito necessário; 5 = Super necessária; Autoria própria

Como se pode observar na Tabela 6, os professores de Química expressam uma ressonância magnética 3.5 para a questão 25, correspondendo a um grau de concordância ao adicionar as categorias "Muito necessário" com a categoria "Super necessário" em torno de 53% e um grau de discordância, acrescentando o categoria "Não há necessidade" com "Pouco necessário" em 30%

Tabela 2 - Perguntas sobre o Questionário 1



Legenda: 1 = Sem necessidade; 2 = Não muito necessário; 3 = Razoável; 4 = Muito necessário; 5 = Super necessário. Fonte: Autoria própria

O RM 4.4 é apresentado no Quadro 9, onde o grau máximo de concordância em relação à necessidade corresponde a 63% na opinião dos professores entrevistados. Ao adicionar as categorias "Muito necessário" com "Super necessário" temos um grau de concordância de 83%. O resultado é uma indicação para que a proposta desta dissertação seja considerada, analisada e aplicada. Com isso estaremos contribuindo para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem em Química nas escolas públicas de Manaus.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estado da arte, da leitura de artigos científicos, da participação em eventos científicos e dos resultados obtidos nesta pesquisa, foi possível compreender a importância e necessidade desta pesquisa para a realidade que se vivencia no contexto amazônico, especificamente em Manaus. , tendo em vista que são poucas as publicações, envolvendo a integração das TIC no ensino de Química, existe uma grande lacuna a ser preenchida por meio de publicações relacionadas ao trabalho que nós professores podemos produzir, a partir da sala de aula.

Quando buscamos estabelecer uma investigação sobre as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e o Ensino de Química na atualidade, constatou-se que os professores que ministram a disciplina "Química" em escolas públicas, apresentam uma visão limitada em relação àquela já modificada.

Envolvidos no contexto educacional, não podemos esquecer que a coerência na integração das TICs ao Ensino de Química e do Ensino Fundamental, tendo em vista que não podemos permitir ao aluno, apenas, “usar usando” essas ferramentas tecnológicas, como a confecção de cartazes para "decorar" os espaços escolares, use jogos apenas para "jogos" em sala de aula, acesse apenas a internet sem ter um objetivo específico, digite nos sites de busca o que precisa, fazendo cópias dos trabalhos solicitados de forma mais sofisticada.

Essas ferramentas tecnológicas devem ser utilizadas para que o aluno pesquise, interaja, adquira informações, de forma a colaborar na construção de um processo dinâmico e contextualizado, e não apenas para fazer cópias de informações, sem significado em seu conhecimento. Estabelecendo uma investigação sobre Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e Ensino de Química, constatou-se que professores que ministram a disciplina “Química” em escolas públicas, apresentam uma visão limitada em relação a este tema.

Entende-se que os conteúdos de Química não precisam ser explicados, mas novas formas de ensinar e aprender precisam ser debatidas, construídas, socializadas. O trabalho em equipe, a construção do conhecimento científico, a construção de vídeos experimentais, a criação de projetos com temáticas regionais, a utilização das TICs com esses objetivos, alavancarão subsídios que levarão os alunos a entender por que estudam esta ciência na escola e sua essência na construir uma sociedade melhor.

As questões que nortearam esta pesquisa tiveram as seguintes respostas: professores da rede pública estadual não receberam orientações específicas sobre o uso das TICs no ensino de graduação em Química ou em cursos de formação continuada; as ferramentas tecnológicas mais utilizadas são aquelas que não precisam da Internet na escola, descrevem as vantagens e desvantagens desse processo e uma dificuldade para a maioria delas, devido à falta de informação e conhecimento; a análise estatística realizada por meio de questionários que utilizaram a escala Likert, por meio de uma abordagem quantitativa, permitiu a associação dos dados e o entendimento da existência dessa necessidade.

Um dado positivo é que existe a compreensão por parte dos professores da necessidade de integrar as TIC nas suas aulas, visto que 83% concordam que integrar as TIC no processo de ensino-aprendizagem em Química contribuiria para a sua melhoria, 83% concordam que isso a integração é necessária, 93% afirmam que melhoraria a percepção do aluno quanto à importância da disciplina para a sociedade. Mas o que pode ser visto como um absurdo é que apenas 17% dos entrevistados usam algumas ferramentas de TIC para ensinar Química?

Somente por meio do estudo e do conhecimento é que se podem romper paradigmas existentes e para que isso aconteça, propõe-se um curso de especialização como instrumento que induz o professor primeiro a uma reflexão de suas práticas e, assim, efetivamente a existência de novas concepções sobre como, porque, em, de que forma, de onde, a partir de que, envolvidos na sua realidade poderiam “Integrar o Ensino de Química às TICs”

A outra questão abordada teoricamente e também refletindo a necessidade de cursos de atualização para professores é a contextualização do que é levado para discussão com os alunos. Essa contextualização que pode ser facilitada pelas novas Tecnologias da Informação e Comunicação não é automática e requer preparação do professor. Nos cursos de Química, seja de nível médio ou superior, o potencial da Amazônia deve ser valorizado, trazendo, neste contexto, as experiências da população local.

REFERÊNCIAS

BOTTENTUIT JUNIOR, J. B.; COUTINHO, C. P. Podcast uma Ferramenta Tecnológica para auxílio ao Ensino de Deficientes Visuais. In VIII LUSOCOM: Comunicação, Espaço Global e Lusofonia. Lisboa: Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. p.2114-2126, 2009.

CHIAPINOTTO, D. Linguagem, educação e TICs. Conjectura, v. 15, no 2, maio/ago, 2010.

DANTE, H. M. Sociedade, educação, tecnologia e os usos das TICs nos processos educativos. Trabalho Necessário. Ano2. no 2, 2004.

FREIRE, P. Educação e mudança. 27ª edição, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003.

FOFONCA, E. A Prática Comunicacional dos Blogs: Contribuições da Comunicação para a Educação Contemporânea. ANIMUS - Revista Interamericana de Comunicação Midiática. vol.16 n.2, 2009 .http://w3.ufsm.br/animus/animus_2009-2_art02.html. Acesso em Agosto de 2010.

INÁCIO FILHO, G. A monografia na universidade. 7 a ed. Campinas, Papirus, 2004.

KALHIL, J. B. Estrategia Pedagógica para el desarrollo de habilidades investigativas en la Disciplina Física de Ciências Técnicas. Tese de Doutorado em Ciências Pedagógicas. Universidade de Havana, Havana, Cuba, 2003.

PERRENOUD, P. As dez novas competências para ensinar. Porto Alegre, Artes Médicas, 2000.

RABBI, M. A.; NETO, D. M. C. Utilização de tecnologias de informação e Comunicação - TICs no ensino de ciências em espaços não formais. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2009 – Formação Continuada de Professores em Serviço: Educação de Qualidade para uma Sociedade da Aprendizagem Vitória, ES. <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/> . Acesso em Set. 2010.

TRIVELATO, S. L. F. Um programa de ciências para formação continuada. In CARVALHO, A. M. P. de. (Coord.). Formação continuada de professores: uma releitura das áreas de conteúdo. São Paulo. Thomsom, p.63-85, 2003.

TERRITÓRIO, AMBIENTE E SAÚDE: PESQUISAS REALIZADAS PELO PRÓ-SAÚDE GEO ENTRE 2010 E 2020 EM CAMPINA GRANDE - PB

Martha Priscila Bezerra Pereira ¹

RESUMO

A tríade “Território, Ambiente e Saúde” tem sido aprimorada desde a década de 1980 e gerado muitos estudos que relacionam a saúde e o meio ambiente como consequências das ações humanas no espaço geográfico. O referencial teórico foi realizado com base em principalmente três teorias: Teoria da produção do espaço, Teoria da Determinação Social da Saúde e Teoria Multiescalar. Este trabalho tem como objetivo fazer uma síntese das pesquisas realizadas entre 2010 e 2020 relacionadas a tríade “Território, Ambiente e Saúde” pelo grupo de pesquisa Pró-Saúde Geo. Foram utilizados os seguintes procedimentos metodológicos: a) levantamento de referências; b) análise de pesquisas de iniciação científica realizadas em Campina Grande, relacionadas à tríade “Território, ambiente e Saúde” entre 2010 e 2020 através do grupo de pesquisa Pró-Saúde Geo e; c) levantamento documental. Como principais resultados observou-se que: os bairros mais relacionados a impactos ambientais e para a saúde foram: Centro, Prata, Liberdade, Malvinas, Bodocongó, São José, Catolé, Nova Brasília e Louzeiro; Os problemas destacados estão relacionados à acidentes de trânsito, condições de trabalho em pontos de venda de plantas medicinais, locais de maior proliferação do *Aedes Aegypti* e atrativos turísticos que incluem a natureza.

Palavras-chave: Campina Grande, Saúde Ambiental, Pró-Saúde Geo.

INTRODUÇÃO

A partir da década de 1980 a discussão da relação entre Desenvolvimento, Ambiente e Saúde passou a ter maior relevância na área da saúde, em que passa a defender que o ambiente condiciona o padrão de saúde de uma população, impulsionando a área da saúde ambiental. Na década de 1990 a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio ambiente e Desenvolvimento (UNCED), no ano de 1992, a conhecida ECO-92, provocou um aumento dos movimentos ecológicos no país e houve um progressivo convencimento tanto da sociedade como do meio político (TAMBELINI E CÂMARA, 1998). No final da década de 1990 surgiram algumas publicações pela OPAS (Organização Panamericana de Saúde) sobre o tema, principalmente na área do “Saneamento ambiental”. Todavia, no meio acadêmico, já no início da década de 1990 houve grande movimento, tanto que em 1992 foram publicados dois volumes com o tema “Saúde, Ambiente e Desenvolvimento” (LEAL, SABROZA, RODRIGUEZ, BUSS, 1992 a e b). Outras publicações relevantes foram as de Forattini (1992), Barata (1997)

¹ Professora Associada 2 no curso Geografia na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, mpbcila@yahoo.com.br;

e Brilhante e Caldas (1999), além de muitos artigos publicados. Ao longo do tempo surgiram variantes desta tríade, entre elas “Território, Ambiente e Saúde”.

Na década de 2000 a OPAS, juntamente com o Ministério da Saúde, Ministério das Cidades e a Fundação Oswaldo Cruz, fizeram várias publicações relacionadas principalmente aos temas “Mudanças climáticas”, “Saneamento Ambiental” e Saúde do Trabalhador” (OPAS, 2020). Na academia também surgiram várias publicações dentre elas a de Augusto, Florencio e Carneiro (2001), Augusto, Carneiro e Martins (2005), Ribeiro (2005), Porto e Freitas (2002), Freitas e Porto (2006), Moreira e Watanabe (2006), Porto (2007), Miranda, Barcellos, Moreira e Monkey (2008), Rigotto (2008), Camello, Garcia, Araújo e Almeida (2009) e Viana, Ibañes e Elias (2009). Estas publicações oscilaram mais entre os temas “Trabalho, Ambiente e Saúde” e suas variantes e a questão da saúde ambiental.

Na década de 2010 as publicações da OPAS foram distribuídas em todas as categorias elencadas pela OPAS (‘avaliação e gerenciamento de risco’, ‘desenvolvimento sustentável’, ‘informação para decisão’, ‘mudanças climáticas’, ‘saneamento ambiental’ e ‘saúde do trabalhador’) (OPAS, 2020). Nesta década também há publicações na academia como os de Abreu, Abreu, Morais e Fernandes Neto (2010), Castiel, Guilam e Ferreira (2010), Gomez, Machado e Pena (2011), Oliveira (2013), Porto, Pacheco e Leroy (2013), Fernandes, Lima e Araújo (2014), Lima, Freitas, Pena e Trad (2017), Benini, Dias e Américo-Pinheiro (2019), entre outros.

Na década de 2020, devido estarmos no início e entrarmos diretamente em uma pandemia, há apenas uma publicação da OPAS e a mesma está relacionada à Pandemia da Covid-19, na área da ‘avaliação e gerenciamento de risco’ (OPAS, 2020), porém há várias publicações em forma de artigo, notas técnicas e outras modalidades com esta problemática em todo o mundo.

Percebe-se que esta tríade está presente a partir de várias especialidades e profissões, são várias as problemáticas trabalhadas, assim como são trabalhados vários locais em que essa tríade é utilizada de alguma maneira. A partir deste quadro de referência surgem alguns questionamentos: Quais os desafios para organização das informações disponibilizadas? Como a Geografia da Saúde pode lidar com essa tríade?

O Pró-Saúde Geo, ou o Grupo de Pesquisa em Geografia para Promoção da Saúde² tem como principal objetivo elaborar projetos em caráter transdisciplinar na área de Políticas

² Grupo surgido em 22 de abril de 2010, tem sede física na Unidade Acadêmica de Geografia da UFCG, em Campina Grande – PB.

Públicas de Saúde e Saúde Ambiental aproximando o conhecimento geográfico com a saúde coletiva (PRÓ-SAÚDE GEO, 2020).

Ao longo de sua existência, tem elaborado trabalhos em quatro linhas de pesquisa: a) arte de cuidar da saúde; b) metodologia da pesquisa; c) políticas públicas voltadas à saúde e; d) território, ambiente e saúde.

Este trabalho tem como objetivo fazer uma síntese das pesquisas realizadas entre 2010 e 2020 relacionados a tríade “Território, Ambiente e Saúde” pelo grupo de pesquisa Pró-Saúde Geo.³

Este texto está dividido em três partes, além desta introdução e das considerações finais. Na primeira “Metodologia” foram apresentados os procedimentos realizados na pesquisa. No item “Resultados e discussões” foram apresentadas as teorias principais destes trabalhos (Teoria da produção do espaço, Teoria da Determinação Social da Saúde e Teoria Multiescalar), os principais resultados e a síntese destes estudos.

METODOLOGIA

Para viabilizar esta síntese, optou-se pelos seguintes procedimentos: a) levantamento de referências; b) análise de pesquisas de iniciação científica realizadas em Campina Grande – PB relacionados à tríade “Território, Ambiente e Saúde” entre 2010 e 2020 pelo grupo de pesquisa Pró-Saúde Geo; e c) levantamento documental.

O levantamento de referências foi realizado para aprofundar um pouco mais sobre a tríade “Desenvolvimento, Ambiente e Saúde”, na fundamentação teórica e para trabalhar melhor as questões metodológicas no sentido da análise espacial.

A análise das pesquisas deu uma maior ênfase à análise espacial às pesquisas de Iniciação Científica realizadas entre 2010 e 2019, o que fez surgir novas perspectivas de pesquisas concluídas em variados períodos (quadro 1).

O levantamento documental foi realizado a partir dos relatórios de pesquisa. Foram ao todo 05 pesquisas pelo Programa Institucional de Voluntários de Iniciação Científica (PIVIC) e 02 pesquisas pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).

³ Este trabalho se apresenta como uma primeira síntese das atividades de Licença Capacitação realizada sob a orientação do prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima (UFPB).



QUADRO 01 - PESQUISAS REALIZADAS ENTRE 2010 E 2020 NO ÂMBITO DO PRÓ-SAÚDE GEO

TÍTULO/ OBJETIVO	PERÍODO/ PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	PRINCIPAIS RESULTADOS	REFERÊNCIAS
1. Modificação na paisagem e qualidade de vida: estudo de caso na Feira da Prata em Campina Grande - PB/ <i>Analisar a modificação na paisagem da Feira da Prata em Campina Grande – PB e suas consequências para qualidade de vida dos que vivem a feira</i>	2011-2012/ a) levantamento de referências; b) aplicação de questionários junto a comerciantes, consumidores e moradores do entorno; c) realização de entrevistas; d) coleta de fotografias antigas do local a partir do consentimento dos participantes da pesquisa; e) elaboração de mapas mentais; f) registro fotográfico; g) visitas ao local para diagnóstico ambiental; h) elaboração de mapas com elementos da paisagem do risco, da prevenção e da promoção da saúde.	Apesar da reforma com a consequente transformação da Feira da Prata em Mercado da Prata, vários tipos de risco estão associados a este local. Eles foram reunidos em oito grupos: a) físico; b) químico; c) bio sanitário; d) ergonômico; e) psicológico; f) de segurança; g) social e; h) ambiental. Em sua maioria, esses riscos foram diagnosticados pelos próprios indivíduos pesquisados. Esses riscos trazem danos à saúde do trabalhador de alguma maneira como: estresse (poluição sonora), problemas de visão (ambiente escuro no interior do mercado), doenças de veiculação hídrica (drenagem deficiente), giárdia lamblia (banheiros sem limpeza adequada), etc..	Silva e Pereira (2012); Nogueira (2013)
2. A Geografia aplicada à observação das paisagens de risco: uma análise da violência no trânsito de Campina Grande - PB/ <i>Identificar paisagens de risco à ocorrência de eventos de violência no trânsito decorrente de acidentes com transportes automotores na cidade de Campina Grande.</i>	2013-2014/ a) levantamento de referências; b) levantamento estatístico; c) levantamento documental; d) aplicação de formulários; e) análise da paisagem; f) realização de entrevistas.	As falhas de planejamento na mobilidade urbana, a falta de manutenção e a educação para o trânsito ainda deficiente por parte do Estado e da população tem como consequência elementos na paisagem que se configuram como risco à saúde e a vida dos condutores de automóveis e dos transeuntes refletindo em um número maior de acidentes com ou sem vítimas fatais, e que podem mutilar ou incapacitar sobreviventes.	Costa e Pereira (2014);
3. A Geografia aplicada à observação das paisagens de risco: uma análise da violência no trânsito em bairros de Campina Grande - PB/ <i>Identificar as paisagens de risco à ocorrência de eventos de violência no trânsito decorrentes de acidentes com transportes automotores na cidade de Campina Grande - PB</i>	2014-2015/ a) levantamento de referências; b) levantamento estatístico; c) levantamento documental; d) aplicação de formulários; e) análise da paisagem; f) realização de entrevistas.	Os bairros que mais tiveram acidentes sem vítimas foram: Centro, Catolé, Prata, Liberdade e São José; Os bairros que mais tiveram acidentes com vítimas foram: Centro, Catolé, Liberdade, Bodocongó e Prata. A avenida Floriano Peixoto ocupa primeiro lugar e isso pode ser explicado por ela passar por quase toda a cidade em sua extensão e passar pelo centro, bairro com maior índice de acidentes segundo a STTP (2013)	Lima Filho e Pereira (2015)
4. Perfil da rede de comércio de plantas medicinais em Campina Grande – PB: um estudo exploratório/ <i>Entender o perfil da rede de comércio de plantas medicinais em Campina Grande - PB</i>	2017-2018/ a) levantamento de referências; b) levantamento documental; c) trabalho de campo exploratório (registro fotográfico, localização relativa e absoluta) e; d) trabalho de campo (aplicação de formulários junto aos comerciantes/raizeiros e clientes).	Se observarmos o ambiente em que é comercializado há problemas no local de venda das plantas medicinais que ocorrem principalmente em feiras livres e mercados públicos. Todavia, quando se observa o uso da planta medicinal em si, esta prática tem auxiliado na manutenção da agricultura orgânica em vários locais do estado da Paraíba e outros locais, assim como tem trazido benefícios à saúde da população que se utiliza de plantas medicinais	Paiva e Pereira (2018)



QUADRO 01 - PESQUISAS REALIZADAS ENTRE 2010 E 2020 NO ÂMBITO DO PRÓ-SAÚDE GEO (CONT.)

TÍTULO/ OBJETIVO	PERÍODO/ PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	PRINCIPAIS RESULTADOS	REFERÊNCIAS
5. Políticas públicas para erradicação de morbidades relacionadas ao Aedes Aegypti em Campina Grande - PB/ <i>Analisar as políticas públicas para erradicação de morbidades relacionadas ao Aedes Aegypti em Campina Grande – PB.</i>	2018-2019/ a) levantamento de referências; b) levantamento estatístico; c) levantamento documental; d) definição da importância de indicadores; e) elaboração de banco de dados; f) espacialização e análise das informações; g) trabalho de campo exploratório e; h) trabalho de campo (análise da paisagem a partir dos indicadores definidos, registro fotográfico).	Não foi observado durante a pesquisa uma clareza na presença de políticas públicas a nível de estado e município, existindo apenas a execução de políticas públicas nacionais que alcançam os demais níveis e, que, de acordo com estudos em que a pesquisa foi baseada e nas políticas públicas que foram adotadas até a atual, não é possível erradicar o vetor, mas sim, buscar o controle que é foco para o qual a atual política é voltada.	Silva e Pereira (2019)
6. Relação entre elementos na paisagem e índices de infestação predial em bairros de Campina Grande - PB/ <i>Realizar uma análise comparativa entre os elementos da paisagem e dados estatísticos em bairros de Campina Grande – PB com maiores e menores índices de infestação predial média</i>	2019-2020/ a) levantamento de referências; b) levantamento estatístico; c) levantamento documental; d) trabalho de campo exploratório e; e) trabalho de campo (caderneta de campo, observação participante, registro fotográfico, análise da paisagem).	É necessário um aperfeiçoamento na prestação de serviços essenciais, e até na implantação deles em alguns casos, de políticas públicas que tratem do controle do vetor desde antes da sua alta de proliferação tanto em bairros com menor, quanto os de maiores índices de infestação predial.	Silva e Pereira (2020)
7. Turismo de natureza na região imediata de Campina Grande: da cura de doenças a promoção da saúde/ <i>Propor um turismo de natureza para a região imediata de Campina Grande com vistas a cura, prevenção de doenças e promoção da saúde</i>	2019-2020/ a) levantamento de referências; b) levantamento de informações na internet; c) espacialização dos resultados; d) trabalho de campo.	Percebe-se que na esfera que envolve o turismo de natureza e saúde há a repetição já esperada da associação da natureza e o homem. Desta vez, com o objetivo de promover, prevenir ou curar-se por meio de sensações, práticas e uso de elementos e estruturas dispostas na natureza em seu modo elementar ou adaptadas pelo homem. Identificou-se atrativos turísticos na Região Imediata de Campina Grande, na articulação dos mesmos com a saúde e na determinação de critérios parciais de classificação destes locais para a saúde.	Ambrósio e Pereira (2020)

Fonte: Grupo de Pesquisa Pró-Saúde Geo (2020)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta parte serão apresentados os seguintes itens: a) referencial teórico;

Referencial teórico:

Enquanto teorias, as mais abrangentes para auxiliar no entendimento do tema abordado seriam a **Teoria da produção do espaço** e a **Teoria da Determinação Social da Saúde**, sendo perpassadas pela **Teoria Multiescalar**.

Na Teoria da produção do espaço, Milton Santos defende que o espaço é organizado como fruto da produção do homem na relação com a natureza por meio da técnica. Devido a existência de tantas variáveis, “cada sociedade, historicamente, produz seu espaço como lugar de sua própria reprodução” (SAQUET & SILVA, 2008, p. 31).

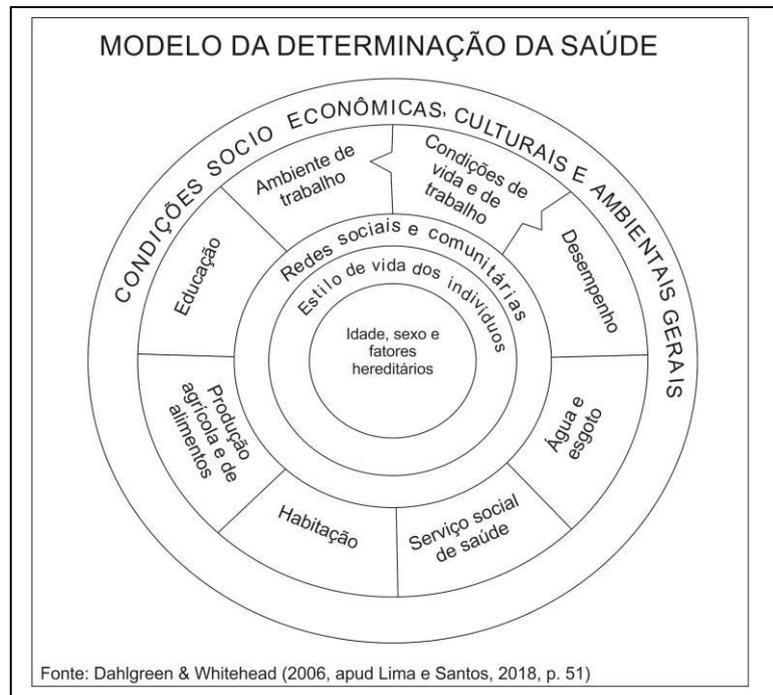
Pelo olhar da saúde, a Teoria da Determinação Social da Saúde defende que em cada lugar as condições de saúde dependem dos contextos de vida a que está submetido determinado grupo social, este contexto definiria socialmente a qualidade da saúde do indivíduo (DAHLGREEN & WHITEHEAD, 2006).

Em seu modelo, demonstrada por Lima e Santos (2018) (esquema explicativo 1), é demonstrado que a partir da escala do corpo (constituição biológica) o indivíduo sofre influência em várias escalas, ou seja, após a escala do corpo, sofre influência da família (estilo de vida), da comunidade (redes sociais e comunitárias), do local de moradia, de trabalho, da educação recebida, do governo a que está submetido, dentre outras variáveis e escalas, podendo ser melhor demonstrada a partir da Teoria Multiescalar (PEREIRA, 2019).

A Teoria Multiescalar busca entender esses níveis de determinação social da saúde como escalas geográficas. Entenda-se a escala geográfica como uma extensão ou magnitude do espaço que se considera no momento (SOUZA, 2015), ou seja, de acordo com o que se pretende observar há uma escala específica para ser considerada, que emergem problemáticas diferenciadas. Em cada uma delas há um contexto a ser considerado, diferentes situações podem ser lembradas e há ações específicas para se atingir a promoção da saúde.

Entenda-se Promoção da saúde enquanto um conceito relacionado a mudanças individuais e no ambiente em que o indivíduo vive para melhorar as condições de saúde do mesmo (BUSS, 2003).

ESQUEMA EXPLICATIVO 1: MODELO DA DETERMINAÇÃO DA SAÚDE



Fonte: Dahlgreen & Whitehead (2006, apud Lima e Santos, 2018, p. 51).

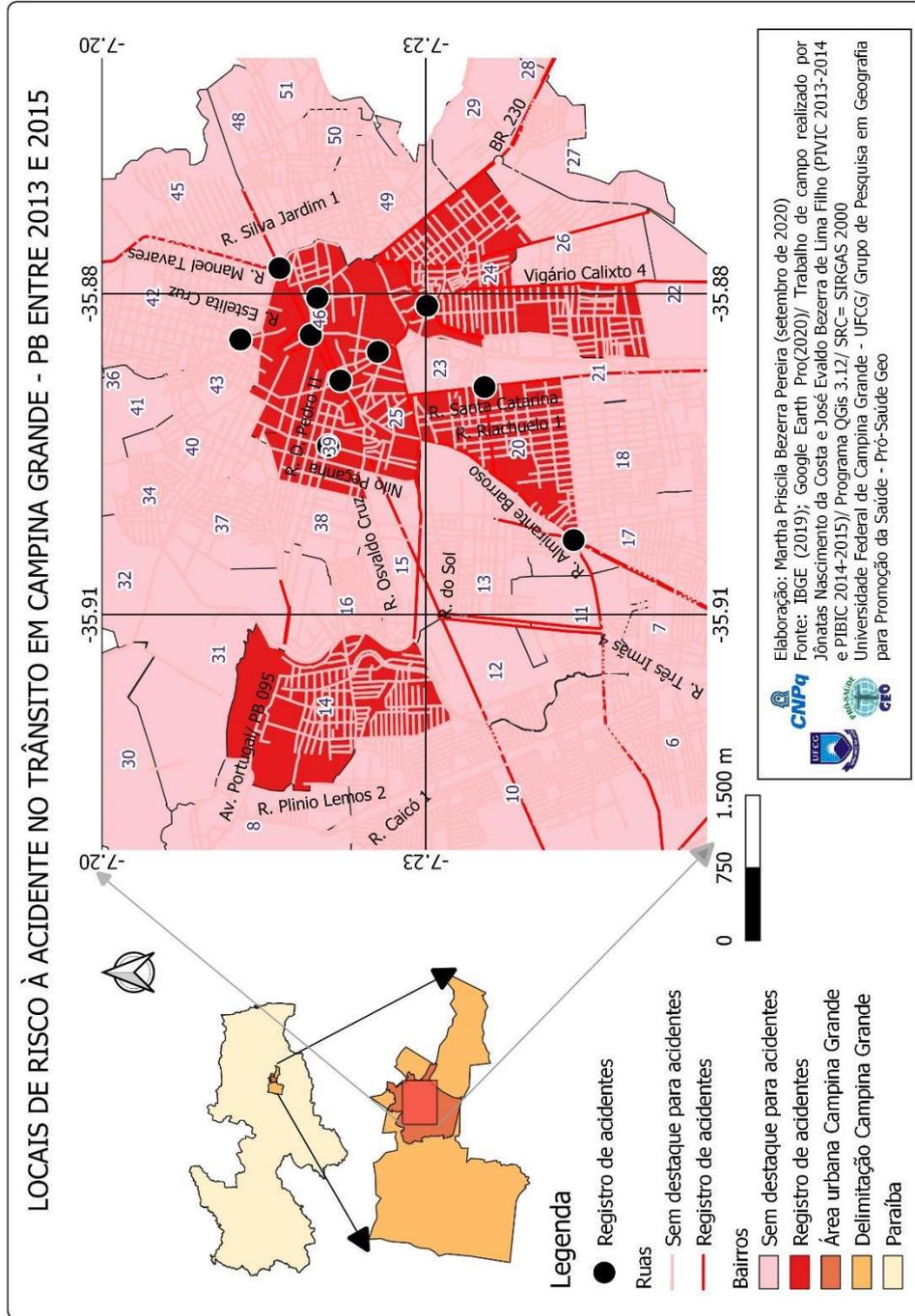
Organização das informações disponibilizadas:

Um dos primeiros desafios nessas pesquisas foi adequar as expectativas do projeto e o uso de possíveis metodologias de procedimento e técnicas de pesquisa e a realidade em campo.

No que diz respeito às pesquisas 2 e 3, relacionada aos acidentes de trânsito em Campina Grande, uma das expectativas seria ter o número de acidentes de trânsito por bairro ou por rua e a localização do acidente minimamente sistematizada. Apenas na STTP havia alguma sistematização, porém esta abrangia os principais bairros e ruas, sendo apenas possível através de formulários específicos da pesquisa obter algumas informações mais específicas.

Desta forma, para resolver este problema quanto à análise estatística foi realizado apenas dos principais bairros, ruas e pontos, deixando os demais como outros. Porém no que diz respeito à espacialização, devido não haver o que preencher referente aos outros bairros ou logradouros, considerou-se a simbologia categorizada dos bairros que se destacaram como “sim” e os bairros que não se destacaram como “não”, sendo possível obter uma espacialização mais coerente com a realidade (mapa 1).

MAPA 01 – LOCAIS DE RISCO A ACIDENTE NO TRÂNSITO EM CAMPINA GRANDE – PB ENTRE 2013 E 2015



Quanto à paisagem, percebeu-se que os elementos que contribuem para acidentes são os locais em que falta alguma sinalização para ordenar o trânsito, há muito locais de comércio e serviços no entorno com vagas de estacionamento ou falta fiscalização específica por parte do poder público. Mas a impaciência e imprudência do motorista foram ressaltados como fatores que contribuem fortemente para a concretização do acidente de trânsito.

Os bairros em destaque mais próximos ao centro e o próprio centro da cidade (46 – Centro; 39 – Prata; 25 – São José; 20 – Liberdade; 24 – Catolé) formam um grupo de bairros que apontados como relacionados a acidentes com ou sem vítimas. São bairros que possuem muitos estabelecimentos comerciais e grande fluxo de pessoas e veículos. Isoladamente, o bairro 14, Bodocongó, também foi apontado como um bairro com número significativo de acidentes de trânsito, porque neste bairro o fluxo de veículos tem relação principalmente com a presença da UFCG (Universidade Federal de Campina Grande) e da UEPB (Universidade Estadual da Paraíba).

Foram indicadas 39 vias como importantes no que diz respeito às principais vias em que foram relatados acidentes de trânsito. Dentre estas, a mais destacada tanto pelos formulários aplicados quanto pelas estatísticas está a Av. Floriano Peixoto.

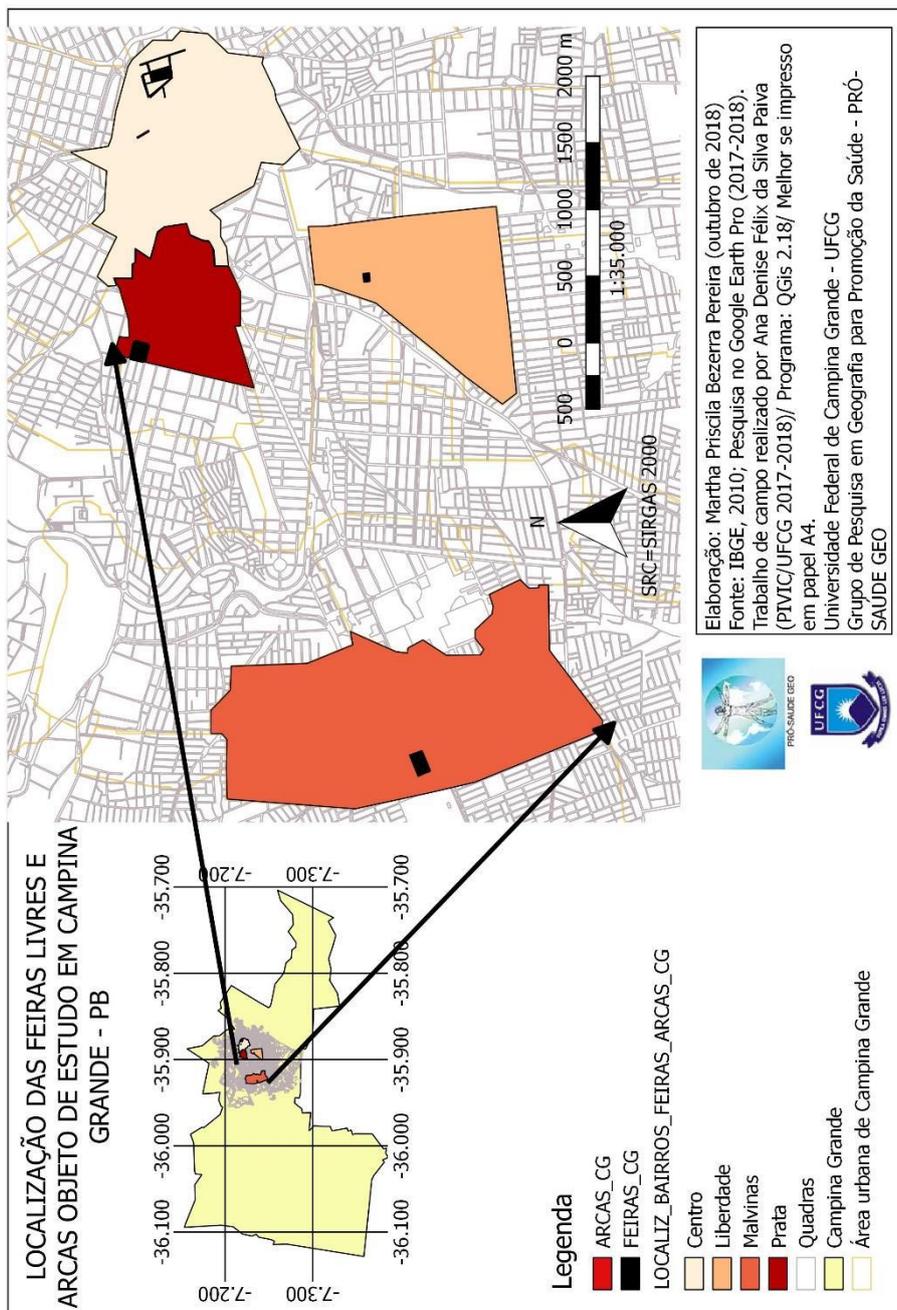
No que diz respeito aos locais de acidente, concentrados principalmente nos bairros apontados como importantes em relação à acidentes de trânsito. Foi observado em trabalho de campo que destacam-se as rotatórias e as esquinas que possuem algum comércio ou serviço, fazendo com que a velocidade dos veículos seja inconstante favorecendo acidentes.

Nas pesquisas 1 e 4, que tem relação com os Mercados Públicos e Feiras Livres, foram observadas várias situações em que a territorialização favoreceu impactos ambientais e para a saúde humana. Apesar de os objetivos destas pesquisas serem distintos, serão considerados aspectos que foram semelhantes para permitir comparabilidade.

Dentre os elementos observados nos pontos de venda de plantas medicinais em feiras livres e mercados públicos a partir de anotações no caderno de campo e tendo como base o modelo operário italiano de avaliação de riscos (SIVIERI, 1995, apud MOREIRA, 2006, p. 209) foram observados os seguintes tipos de risco: a) físico (temperaturas extremas em determinados horários, iluminação deficiente ou excessiva, ventilação, ruído, umidade – principalmente na Feira Central); b) bio sanitário (condições ruins de acondicionamento, principalmente na Feira Central e da Prata) e; c) psicológico (monotonia do trabalho e repetitividade). Estes tipos de risco foram observados em todos os pontos de venda em níveis

diversificados. Estas feiras e mercados estudadas estão presentes nos bairros das Malvinas, Centro, Liberdade e Prata (mapa 2).

MAPA 02 – LOCALIZAÇÃO DAS FEIRAS LIVRES E ARCAS OBJETO DE ESTUDO EM CAMPINA GRANDE – PB
(2017-2018)



Nas pesquisas 5 e 6, que tem relação com a proliferação do *Aedes Aegypti* inicialmente foram trabalhadas as médias mensais dos índices de infestação predial por bairro entre 2009 e 2019 (quadro 2), sendo observado que o bairro com menores índices médios foi o do Centro e o com maiores índices médios foi o bairro das Malvinas.

QUADRO 02 – MÉDIA DOS ÍNDICES DE INFESTAÇÃO PREDIAL NOS BAIROS DE CAMPINA GRANDE ENTRE 2009 E 2019

Bairros	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	MÉDIA DOS 10 ANOS
Centro	1,99	1,43	0,91	0,52	1,21	1,65	2,20	2,57	2,15	2,65	1,30	1,69
Prata	3,28	1,53	2,88	0,00	0,88	1,65	2,20	2,53	2,15	2,65	1,30	1,91
São José da Mata	0,43	0,32	0,33	0,40		2,33	4,28	1,63	4,98	3,05	5,95	2,37
Itararé	0,00	1,25	0,41	0,60	0,86	2,70	5,60	3,80	6,70	2,70	1,55	2,38
Conceição	0,67	1,27	1,76	0,50	0,81	1,53	3,35	3,17	5,05	4,65	3,50	2,39
Louzeiro	1,97	0,52	1,84	0,00	0,00	1,68	5,15	2,77	7,38	4,85	3,50	2,70
Catolé	2,88	2,36	0,94	1,04	1,50	2,35	4,90	4,10	6,25	2,00	1,55	2,71
Centenário	1,15	1,26	1,10	0,23	0,43	1,70	4,35	4,43	4,73	5,10	5,40	2,71
Dinamérica	0,65	0,81	0,51	0,83	1,35	2,53	5,13	4,00	5,60	4,30	4,35	2,73
Ramadinha	2,75	1,79	0,00	0,00	0,00	2,68	5,13	4,00	5,60	4,30	4,35	2,78
Palmeira	1,77	1,26	1,77	0,96	0,08	1,68	5,15	2,77	7,38	4,85	3,50	2,83
Estação Velha	3,35	1,72	2,60	0,51	2,01	1,70	4,90	4,10	6,25	2,00	2,25	2,85
Universitário	0,40	1,06	2,23	0,75	1,57	1,63	4,35	4,43	4,73	5,10	5,40	2,88
Sandra Cavalcante	1,76	1,38	2,19	1,63	1,04	2,70	5,60	3,80	6,70	2,70	2,25	2,89
Bela Vista	1,38	1,91	1,37	0,30	1,22	1,70	4,35	4,43	4,73	5,10	5,40	2,90
Monte Santo	3,51	2,52	2,64	1,40	1,01	1,53	3,35	3,17	5,05	4,65	3,50	2,94
São José	1,04	1,58	0,84	0,00	0,09	1,70	7,15	4,97	9,90	3,15	2,35	2,98
Tambor	1,43	2,68	2,25	1,13	2,23	2,70	5,60	3,80	6,70	2,70	2,25	3,04
Cuités	3,54	2,35	4,65	0,54	1,22	1,53	3,35	3,17	5,05	4,65	3,50	3,05
Jeremias	2,74	2,86	2,12	0,78	0,37	1,68	5,15	2,77	7,38	4,85	3,50	3,11
Velame	2,04	1,45	1,53	0,40	1,00	1,58	4,90	2,87	4,98	9,40	4,20	3,12
Distrito industrial	0,58	2,93	1,55	0,00	1,92	1,58	4,90	2,87	6,30	4,85	7,45	3,17
Três Irmãs	1,11	1,82	2,03	2,91	3,10	2,80	5,85	4,40	3,90	4,15	3,50	3,23
Araxá	0,76	5,20	3,13	0,75	1,09	1,68	5,15	2,77	7,38	4,85	3,50	3,29
Santa Rosa	2,36	2,93	2,56	1,25	1,50	2,38	5,13	4,00	5,60	4,30	4,35	3,31
Cidades	2,68	1,84	0,64	0,98	2,31	1,58	4,90	2,87	4,98	9,40	4,20	3,31
Nações	0,76	0,00	0,00	0,00	3,52	3,93	6,48	5,77	6,65	5,30	5,15	3,41
Jardim Continental	2,91	3,56	6,03	2,32	1,60	1,53	3,35	3,17	5,05	4,65	3,50	3,42
Acácio Figueiredo	1,77	2,36	2,74	1,35	1,84	1,58	4,90	2,87	4,98	9,40	4,20	3,45
Jardim Tavares	1,27	0,54	2,61	0,54	0,71	3,93	6,48	5,77	6,65	5,30	5,15	3,54
Liberdade	3,08	2,64	1,99	1,14	2,41	1,70	7,15	4,97	9,90	3,15	2,35	3,68
Presidente Médici	0,99	1,90	0,61	0,20	1,86	2,63	6,73	5,47	8,08	4,85	7,45	3,70
Vila Cabral	2,72	4,51	4,73	3,39	2,01	2,70	5,60	3,80	6,70	2,70	2,25	3,74
Cruzeiro	1,69	0,82	0,73	1,01	1,57	3,90	7,68	4,53	10,15	4,70	4,60	3,76
Galante	6,31	4,98	3,85	1,85		3,90	3,08	3,83	5,60	2,75	3,65	3,98
Castelo Branco	3,42	0,96	1,71	1,11	3,10	3,93	6,48	5,80	6,65	5,45	5,25	3,99
Alto Branco	2,52	3,81	3,20	3,65	2,80	3,93	6,48	5,80	6,65	5,30	1,30	4,13
Santa Cruz	2,10	1,79	1,26	1,58	3,74	2,63	6,73	5,47	8,08	4,85	7,45	4,15
Lauritzen	4,39	3,79	1,64	0,00	2,54	3,93	6,48	5,80	6,65	5,30	5,15	4,15
Pedregal	6,93	4,37	4,93	2,43	2,49	1,63	4,35	4,43	4,73	5,10	5,40	4,25
Mirante	2,81	1,28	0,91	1,00	2,50	5,40	7,95	6,50	8,15	5,70	5,50	4,34
Novo Bodocongó	2,28	0,74	1,90	0,00	3,00	4,33	7,05	5,70	9,90	6,95	6,40	4,39
Quarenta	4,37	1,97	2,15	3,26	1,67	2,63	6,73	5,47	8,08	4,85	7,45	4,42
Bodocongó	1,89	2,16	2,18	0,55	1,80	4,33	7,05	5,70	9,90	6,95	6,40	4,45
Jardim Paulistano	3,50	2,67	2,59	3,14	2,77	3,90	7,68	4,53	10,15	4,70	4,60	4,57
Nova Brasília	4,24	4,84	4,37	1,75	2,10	3,93	6,48	5,80	6,65	5,30	5,15	4,60
José Pinheiro	4,60	2,67	2,19	3,54	1,69	5,40	7,95	6,50	8,15	5,70	4,70	4,83
Serrotão	2,21	1,85	4,53	0,74	3,56	4,33	7,05	5,70	9,90	6,95	6,40	4,84
Monte Castelo	3,94	4,85	4,58	2,48	1,37	5,40	7,95	6,50	8,15	5,70	4,20	5,01
Santo Antônio	5,12	1,88	4,86	3,18	1,94	5,40	7,95	6,50	8,15	5,70	4,70	5,03
Malvinas	2,92	4,79	3,66	1,31	3,14	8,43	15,15	10,60	16,28	6,50	6,20	7,18

Fonte: Dados da Vigilância Ambiental em Saúde da Prefeitura Municipal de Campina Grande – PB/
Organização: Silva e Pereira (2019)

Considerando que o índice é considerado baixo quando está abaixo ou igual a 0,9, nenhum bairro da cidade estaria neste nível. Entre 1 e 3,9 estariam os bairros de médio risco, entre eles estão 36 bairros entre 2009 e 2019, sendo o bairro com o menor índice o do Centro. E a partir de 4 estariam 15 bairros, sendo o maior índice no bairro das Malvinas no período estudado (SILVA e PEREIRA, 2019).

Foi realizada uma investigação de campo sendo possível identificar alguns fatores que podem interferir nestes resultados, como será visto a seguir.

O bairro do centro, apesar do fluxo de pessoas, é principalmente comercial; Mesmo que haja mau acondicionamento de água, estando em ambiente comercial é melhor cuidada pelos funcionários das empresas. A limpeza urbana também tende a ser mais eficiente. No caso do bairro das Malvinas, o fluxo de pessoas também é grande, porém é um bairro mais residencial, permanecendo as pessoas por mais tempo. Quando ocorre o mau acondicionamento da água, esta pode ser tratada apenas quando o morador chega do trabalho, deixando esta tarefa para o fim de semana ou no período das férias do trabalhador. A limpeza urbana é menos eficiente.

Na pesquisa 7, que trata dos atrativos turísticos que incluem a natureza para promover a saúde, prevenir ou curar doenças, foi possível observar que no município de Campina Grande os locais onde possuem mais áreas verdes estão na porção centro-norte da cidade de Campina Grande. Destes apenas um estaria na zona rural, porém muito próximo a área urbana.

Estas áreas com destaque para a natureza em geral estão nos bairros do Centro (Açude Velho, Praça Clementino Procópio e Parque Açude Novo), Catolé (Parque da Criança), Nova Brasília (fica na zona rural, na porção leste, muito próximo ao bairro – Parque Estadual do Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira), Bodocongó (Parque Bodocongó) e Louzeiro (Jardim Botânico Mata do Louzeiro).

Das áreas destacadas, as que são mais popularmente visitadas são: Parque da Criança (Catolé), Açude Velho, Parque Açude Novo, Praça Clementino Procópio (Centro) e Parque Bodocongó (Bodocongó). A Mata do Louzeiro é pouco visitada e o Parque Estadual do Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira é pouco conhecido. No caso do “Parque do Poeta”, foi sancionada a lei estadual 11.797 em 27 de outubro de 2020 em que a área deixa de ser de domínio público passando a ser incorporada ao domínio privado. Esta é uma área de 217 hectares e representa a transição entre a Mata Atlântica e a Caatinga que abriga rica e exuberante biodiversidade e que inclui área de Proteção Permanente como o Riacho das Piabas (AMBRÓSIO & PEREIRA, 2020).

Como síntese, percebe-se que a tríade Território, Ambiente e Saúde pode ser observada neste trabalho como será demonstrada a seguir (quadro 2)



QUADRO 02 – MATRIZ DE DESENVOLVIMENTO, AMBIENTE E SAÚDE REFERENTE AS PESQUISAS REALIZADAS ENTRE 2010 E 2020.

GRUPO/ PESQUISAS/ LOCAIS	DESENVOLVIMENTO	AMBIENTE	SAÚDE
Acidentes de trânsito em Campina Grande (pesquisas 2 e 3)/ Centro, Prata, São José, Liberdade, Catolé e Bodocongó	Aumento do número de veículos/ imprudência e impaciência dos condutores/ mau planejamento de determinadas vias ou trechos (rotatórias muito movimentadas sem semáforo, localização perigosa de comércio e serviços no entorno com vagas de estacionamento.	Lentidão ou interrupção no trânsito/ violência no trânsito	Acidentes de trânsito com ou sem vítimas, fazendo com que aumente a quantidade de pessoas mutiladas ou incapacitadas para o trabalho e a vida cotidiana.
Mercados públicos e feiras livres (pesquisas 1 e 4)/ Centro, Prata, Liberdade e Malvinas	Pontos de venda com problemas estruturais/ monotonia e repetitividade próprios do trabalho	Temperaturas extremas em determinados horários, iluminação deficiente ou excessiva, ventilação, ruído, umidade, condições de mau acondicionamento	Algumas plantas medicinais apresentam fungos bactérias ou entram em contato com vetores, trazendo danos à saúde de quem vende e consome/ A monotonia e repetitividade traz danos psicológicos.
Proliferação do Aedes Aegypti (pesquisas 5 e 6)/ Malvinas	Várias atividades no ambiente urbano	Desequilíbrio ecológico/ Aumento da quantidade de Aedes Aegypti	Aumento de casos de doenças relacionadas ao Aedes Aegypti.
Atrativos turísticos que incluem a natureza (pesquisa 7)/ Centro, Catolé, Nova Brasília, Bodocongó e Louzeiro.	Estar na área urbana e sofrer com o interesse imobiliário/ enfraquecimento da legislação que ampara a área verde/ Ficar inacessível ou pouco acessível provocando desinteresse ou desconhecimento da área.	Destrução da biodiversidade (por ser muito utilizada ou pelo enfraquecimento da legislação e utilização para interesses imobiliários)/ Diminuição da beleza cênica natural	Possível desequilíbrio ecológico possibilitando aumento de vetores/ Quando ocorre perda da biodiversidade, sua paisagem pouco influencia na melhoria da saúde.

Fonte: Pesquisas PIBIC e PIVIC entre 2010 e 2020.

Quando se trata de impacto ambiental e para a saúde relacionado as pesquisas realizadas pelo Pró-Saúde Geo entre 2010 e 2020 os bairros afetados foram: Centro (pesquisas 1, 2, 3, 4 e 7), Prata (pesquisas 1, 2, 3 e 4), Liberdade (pesquisas 1, 2, 3 e 4), Malvinas (pesquisas 1, 4, 5 e 6), Bodocongó (pesquisas 2, 3 e 7), São José (pesquisas 2 e 3), Catolé (pesquisas 2 e 3), Nova Brasília (pesquisa 7) e Louzeiro (pesquisa 7).

Estes resultados apontam para uma necessidade de maior atenção a essas questões nos planejamentos municipais futuros relacionados às Secretarias da Prefeitura (Obras, Saúde, Planejamento, Serviços Urbanos e Meio Ambiente) e a Superintendência de Trânsito e Transportes Públicos (STTP) de Campina Grande.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas pesquisas relacionadas a acidentes de trânsito em Campina Grande (2 e 3) entendeu-se ser importante buscar dados para todos os bairros da cidade de Campina Grande, o que pode

auxiliar na espacialização mais fidedigna dos acidentes de trânsito na cidade e facilitar ações de planejamento.

No que diz respeito às pesquisas 1 e 4, relacionadas aos mercados públicos, percebeu-se a necessidade de realizar estudos futuros relacionados as boas práticas de comercialização de plantas medicinais em Campina Grande – PB.

Nas pesquisas 5 e 6, relacionadas a proliferação do *Aedes Aegypti*, como grande possibilidade de pesquisas futuras está a necessidade de acompanhar o Agente de Combate a Endemias (ACE) para entender a dinâmica dos bairros em que há maior número de *Aedes Aegypti* (estava no planejamento do trabalho entre 2019-2020, mas não foi possível devido a pandemia da Covid-19).

Na pesquisa 7, também realizada entre 2019-2020, faltou o trabalho de campo para entender melhor a dinâmica do local e a possibilidade real ou não de curar, prevenir ou promover a saúde.

Os desafios para organização das informações disponibilizadas tem relação com a qualidade de fornecimento das informações nas instituições e/ou da acessibilidade a essas informações em trabalho de campo. Neste interim a Geografia da Saúde pode auxiliar com o diagnóstico e formas de mitigação destes problemas no sentido de melhorar a qualidade de saúde e de vida da população residente e que trabalha neste município.

REFERÊNCIAS

ABREU, Bruno Soares de; ABREU, Ireneide Gomes de; MORAIS, Pollyana de Abreu; FERNANDES NETO, Silvana. **Meio Ambiente, Sociedade e Desenvolvimento: uma abordagem sistêmica do comportamento humano**. Campina Grande – PB: EDUFCEG, 2010, 208p.

AMBRÓSIO, Daiane da Silva; PEREIRA, Martha Priscila Bezerra. Turismo de natureza na região imediata de Campina Grande: da cura a promoção da saúde. In: Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande – PB, 17, 2020. Campina Grande – PB. **Anais...** Campina Grande: UFCG, 2020, 15p.

AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva; CARNEIRO, Rosa Maria; MARTINS, Paulo Henrique. **Abordagem ecossistêmica em saúde: ensaios para o controle da dengue**. Recife – PE: EDUFPE, 2005, 282p.

AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva; FLORENCIO, Lourdinha; CARNEIRO, Rosa Maria. **Pesquisa(ação) em saúde ambiental: contexto, complexidade, compromisso social**. Recife – PE: EDUFPE, 2001, 172p.

BARATA, Rita Barradas (org.). **Condições de vida e situação de saúde**. Rio de Janeiro – RJ: ABRASCO, 1997, 276p.

BENINI, Sandra Medina; DIAS, Leonice Seolin; AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê. **Saneamento e o ambiente**. 2.ed. Tupã- SP: ANAP, 2019, 340p.

BRILHANTE, Ogenis Magno; CALDAS, Luiz Querino de A. (org.). **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental**. Rio de Janeiro – RJ: Fiocruz, 1999, 155p.

BUSS, Paulo Marchiori. Uma introdução ao conceito de Promoção da Saúde. In: CZERESNIA, Dina; FREITAS, Carlos Machado de (org.). **Promoção da Saúde** – conceitos, reflexões, tendências. Rio de Janeiro – RJ: Fiocruz, 2003, 176p.

CAMELLO, Thereza Cristina Ferreira; GARCIA, Vanessa da Silva; ARAÚJO, Sérgio Baptista de; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. **Gestão e vigilância em saúde ambiental**. Rio de Janeiro – RJ: Thex Editora, 2009, 324p.

CASTIEL, Luiz David; GUILAM, maria Cristina Rodrigues; FERREIRA, Marcos Santos. **Correndo o risco**: uma introdução aos riscos em saúde. Rio de Janeiro – RJ: 2010, 134p.

COSTA, Jônatas Nascimento da; PEREIRA, Martha Priscila Bezerra. A Geografia aplicada a observação das paisagens de risco: uma análise da violência no trânsito de Campina Grande – PB. In: Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande – PB, 11, 2014. Campina Grande – PB. **Anais...** Campina Grande: UFCG, 2014, 13p.

DAHGREEN, Göran; WHITEHEAD, Margaret. **European strategies for tackling social inequities in health**: levelling up part 2. Copenhagen – Dinamarca: WHO, 2006, 137p.
Disponível em: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-determinants/social-determinants/publications/2007/european-strategies-for-tackling-social-inequalities-in-health-2>. Acesso em 20 jun 2020.

FERNANDES, Rita de Cássia Pereira; LIMA, Mônica Angelin Gomes de; ARAÚJO, Tânia maria de. **Tópicos em saúde, ambiente e trabalho**: um olhar ampliado. Salvador – BA: EDUFBA, 2014, 508p.

FORATTINI, Oswaldo Paulo. **Ecologia, epidemiologia e sociedade**. São Paulo – SP: Artes Médicas: EDUSP, 1992, 464p.

FREITAS, Carlos Machado de; PORTO, Marcelo Firpo. **Saúde, ambiente e sustentabilidade**. Rio de Janeiro – RJ: Fiocruz, 2006, 120p.

GOMEZ, Carlos Minayo; MACHADO, Jorge Mesquita Huet; PENA, Paulo Gilvane Lopes. **Saúde do trabalhador na sociedade brasileira contemporânea**. Rio de Janeiro – RJ: Editora Fiocruz, 2011, 540p.

LEAL, Maria do Carmo; SABROZA, Paulo Chagastelles; RODRIGUEZ, Rodolfo Hector; BUSS, Paulo Marchiori (org.). **Saúde, ambiente e desenvolvimento**: processos e consequências sobre as condições de vida. São Paulo – SP/ Rio de Janeiro – RJ: Hucitec – ABRASCO, 1992, 307p. (vol. 2) (a).

LEAL, Maria do Carmo; SABROZA, Paulo Chagastelles; RODRIGUEZ, Rodolfo Hector; BUSS, Paulo Marchiori (org.). **Saúde, ambiente e desenvolvimento: uma análise interdisciplinar.** São Paulo – SP/ Rio de Janeiro – RJ: Hucitec – ABRASCO, 1992, 295p. (vol. 1) (b).

LIMA, Mônica Angelim Gomes de; FREITAS, Maria do Carmo Soares de; PENA, Paulo Gilvane Lopes; TRAD, Sérgio (org.). **Estudos de saúde, ambiente e trabalho: aspectos socioculturais.** Salvador – BA: EDUFBA, 2017, 206p.

LIMA, Samuel do Carmo; SANTOS, Flávia de Oliveira. **Promoção da saúde e redes comunitárias para a construção de territórios saudáveis.** Uberlândia – MG: EDUFU, 2018, 176p.

LIMA FILHO, José Evaldo Bezerra de; PEREIRA, Martha Priscila Bezerra. A Geografia aplicada a observação das paisagens de risco: uma análise da violência no trânsito em bairros de Campina Grande – PB. In: Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande – PB, 12, 2015. Campina Grande – PB. **Anais...** Campina Grande: UFCG, 2015, 17p.

MIRANDA, Ary Carvalho de; BARCELLOS, Christovam; MOREIRA, Josino Costa; MONKEN, Maurício (org.). **Território, ambiente e saúde.** Rio de Janeiro – RJ: Fiocruz, 2008, 272p.

MOREIRA, Emília de Rodat Fernandes; WATANABE, Takako. **Ambiente, Trabalho e Saúde.** João Pessoa – PB: EDUFPA, 2006, 232p.

NOGUEIRA, Kleiton Wagner Alves da Silva. **Feira da Prata: uma análise através da percepção da paisagem.** Campina Grande – PB: UFCG, 2013, 119f. TCC (Licenciatura em Geografia) Unidade Acadêmica de Geografia, UFCG, Campina Grande – PB, 2013. Disponível em www.prosaudegeo.com.br. Acesso em 20 de setembro de 2020.

OLIVEIRA, José Ademir de (org.). **Espaço, saúde e ambiente na Amazônia: ensaios de Geografia da Saúde.** São Paulo – SP: Outras expressões, 2013, 238p.

OPAS. **Saúde e Ambiente: categorias relacionadas ao campo da saúde e ambiente.** Brasília – DF: OPAS, 2020. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&view=list&Itemid=965&slug=saude-ambiente-707. Acesso em 18 de junho de 2020.

PAIVA, Ana Denise Félix da Silva; PEREIRA, Martha Priscila Bezerra. Perfil da rede de comércio de plantas medicinais em Campina Grande – PB: um estudo exploratório. In: Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande – PB, 15, 2018. Campina Grande – PB. **Anais...** Campina Grande: UFCG, 2018, 20p.

PEREIRA, Martha Priscila Bezerra. Saúde Pública e as condições de vida no território brasileiro: uma introdução ao debate. In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências – CONAPESC, 4, 2019, Campina Grande – PB. **Anais...** Campina Grande – PB: Editora Realize, 2019, 12p.

PORTO, Marcelo Firpo de Souza; FREITAS, Carlos Machado de. **Problemas ambientais e vulnerabilidade**: abordagens integradoras para o campo da Saúde Pública. Rio de Janeiro – RJ: Fiocruz, 2002, 136p.

PORTO, Marcelo Firpo de Souza; PACHECO, Tania; LEROY, Jean Pierre (org). **Injustiça ambiental e saúde no Brasil**: o mapa de conflitos. Rio de Janeiro – RJ: Fiocruz, 2013, 206p.

PORTO, Marcelo Firpo de Souza. **Uma ecologia política dos riscos**: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental. Rio de Janeiro – RJ: Fiocruz, 2007, 248p.

PRÓ-SAÚDE GEO. **Quem somos?** Campina Grande – PB, maio de 2019. Disponível em: www.prosaudegeo.com.br. Acesso em 20 de maio de 2020.

RIBEIRO, Helena. **Olhares geográficos**: meio ambiente e saúde. São Paulo – SP: Editora SENAC São Paulo, 2005, 222p.

RIGOTTO, Raquel Maria. **Desenvolvimento, ambiente e saúde**: implicações da (des)localização industrial. Rio de Janeiro – RJ: Fiocruz, 2008, 426p.

SAQUE, Marcos Aurélio; SILVA, Sueli Santos da. Milton Santos, concepções de geografia, espaço e território. **GeoUERJ**, ano 10, v.2, n. 18, segundo semestre de 2008, p. 24-42. Disponível em www.geouerj.br/ojs. Acesso em 16 jun 2020.

SILVA, Jeferson Pereira da; PEREIRA, Martha Priscila Bezerra. Políticas públicas para erradicação de morbididades relacionadas ao Aedes Aegypti em Campina Grande - PB. In: Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande – PB, 16, 2019. Campina Grande – PB. **Anais...** Campina Grande: UFCG, 2019, 17p.

SILVA, Jeferson Pereira da; PEREIRA, Martha Priscila Bezerra. Relação entre elementos na paisagem e índices de infestação predial em bairros de Campina Grande - PB. In: Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande – PB, 17, 2020. Campina Grande – PB. **Anais...** Campina Grande: UFCG, 2020, 19p.

SILVA, Kleiton Wagner Alves da; PEREIRA, Martha Priscila Bezerra. Modificação na paisagem e qualidade de vida: estudos de caso na feira da Prata em Campina Grande – PB. In: Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande – PB, 9, 2012. Campina Grande – PB. **Anais...** Campina Grande: UFCG, 2012, 20p.

SOUZA, Marcelo José Lopes de. **Os conceitos fundamentais da pesquisa sócio-espacial**. 2.ed. Rio de Janeiro – RJ: Bertrand Brasil, 2015, 320p.

TAMBELINI, Anamaria Testa; CÂMARA, Volney de Magalhães. A temática saúde e ambiente no processo de desenvolvimento do campo da saúde coletiva: aspectos históricos, conceituais e metodológicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 3, n. 2, p. 47-59, 1998. Disponível em www.scielo.br/pdf/csc/v3n3/7150. Acesso em 25 ago 2020.

VIANA, Ana Luiza d'Ávila; IBÁÑEZ, Nelson; ELIAS, Paulo Eduardo Mangeon (org.). **Saúde, desenvolvimento e território**. São Paulo – SP: Hucitec, 2009.



UM ABOLICIONISTA MARGINAL NA LITERATURA BRASILEIRA: IDENTIDADE E REPRESENTATIVIDADE EM BARBOSA DE FREITAS

Valéria Zanetti¹
Cristiano Isaac Joukhadar²

RESUMO

Esse artigo é um estudo microtemporal do movimento abolicionista cearense, utilizando como objeto de análise documental primária o livro intitulado *Barbosa de Freitas Poesias*, que contém a poesia *Angústias*, objeto de discussão desse trabalho. Junto ao movimento abolicionista dos juristas Luiz Gama, André Rebouças e Joaquim Nabuco, o poeta Antônio Barbosa de Freitas foi voz ativa do movimento por meio de suas poesias. Esse literário cearense que viveu de 1860 a 1883, de origem humilde denunciou as experiências das classes reprimidas pela escravidão. A pesquisa, de caráter exploratório reflexiva, utilizou-se da análise das obras literárias do poeta, de pesquisa documental sobre a biografia do escritor e dos contextos históricos nacional e regional cearense. O estudo levantou mais questionamentos do que respostas conclusivas, uma vez que são poucas as informações a respeito de Barbosa de Freitas. Nesse sentido, o artigo visa contribuir para o debate sobre a representatividade do poeta cearense no movimento abolicionista, questão que demanda novas pesquisas e reflexões.

Palavras-chave: Movimento Abolicionista, Antônio Barbosa de Freitas, Ceará, Escravidão, Literatura.

Abstract

This paper is a Ceara's abolitionist movement *micro temporal* study, using as the object of primary documental analysis the book entitled *Barbosa de Freitas Poesias*, which has the poetry "Angústias" that will be discussed in this paperwork. Along with the jurists Luiz Gama, André Rebouças, and Joaquim Nabuco's abolitionist movement, the poet Antônio Barbosa de Freitas was an active voice of this movement through his poetry. This literary man that lived between 1860 and 1883, with humble beginnings, denounced the experiences of the

¹ Doutora em História Social pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - SP, professora de História da Faculdade de Educação e do Programa de Planejamento Urbano e Regional da Universidade do Vale do Paraíba vzanetti@univap.br;

² Graduando do Curso de História da Universidade do Vale do Paraíba - SP, isaacjou@outlook.com.

repressed classes during slavery. The exploratory reflexive research uses the poet's literary work, the documentary research about the author's biography, and Ceará's regional and historical contexts. The study raises more questions than conclusive answers since there is a lack of information about Barbosa de Freitas. In these terms, the paper aims for a debate contribution about the poet's representativeness in the abolitionist movement, an issue that needs new researches and reflections.

Keywords: abolitionist movement, Antônio Barbosa de Freitas, Ceará, Slavery

INTRODUÇÃO

Angústias

Tenho frio, senhora! é alta noite.

– Da rajada suporto o rijo açoite,

Abri-me a tenda, abri!

Sou cativa em lúcido momento,

A grillheta deixei o meu tormento,

Do meu algoz fugi.

Abri, Senhora, abri! ouço na estrada,

De meu Senhor a tropa exasperada

Que me busca! Cruéis!

São meus irmãos, misérrimos traidores,

Que do instrumento horrível nos horrores,

Fabricam suas leis!

O azorrague, o poste da senzala,

Na anca dos corcéis, ouço a estala,

E a prega a reboar!...

Abri, Senhora, abri-me o vosso ninho,

Deixai que oculte o meu pobre filhinho

N`um canto d`este lar!

Maravilha celeste! a choça escura

De repente clareia, e a criatura

No imo penetrou:

Pousa n`um canto o fardo inocentinho,

Enquanto o anjo, em tímido carinho,

Risonho, assim falou:

– Descansa, sim, descansa! o teu martírio

Fez-me o pranto verter no próprio império,

Eu vi tua aflição!

Descansa; é tempo! em breve a humanidade

Imolará no altar da liberdade,

O algoz – a escravidão.

Sei que muito pedeces! No meu seio

Meu pobre coração baloiça cheio

De pena, luto e dor.

Descansa, sim, descansa da fadiga

Eu sou a Liberdade, a tua amiga,

Eu sou a lei do amor!

A poesia acima foi escrita por Antônio Barbosa de Freitas no ano de 1882, cerca de dois anos antes da abolição da escravidão no Ceará e seis anos antes da abolição no Brasil. À primeira vista, o texto poético descreve, em primeira pessoa, o sofrimento de uma escrava, fugitiva que, junto ao seu filho, sonha com a liberdade. Essa poesia foi publicada no livro titulado de *Poesias*, a segunda edição, de janeiro de 2004, que possui setenta e duas poesias, todas de autoria do mesmo poeta, as quais foram organizadas por Sânzio de Azevedo. A primeira edição do livro foi publicada em 1892, postuma a morte de Freitas em 1883. A leitura das demais poesias sobre o tema nos remete a um profundo e expressivo sofrimento de quem vivenciou a escravidão.

As poesias de Barbosa Freitas podem ser entendidas como um posicionamento do autor frente à escravidão, em defesa da abolição e do segmento que sofreu os horrores desse sistema extra-econômico, alinhando o literário ao movimento abolicionista brasileiro. Para Halbwachs (1990), nunca é tarde para resignificar as lembranças dos grupos sociais, pois eles

permanecem unidos por suas essências, mesmo com as mudanças ocorridas ao longo do tempo.

Nascido no município de Jardim no Cariri, filho bastardo, como foi evidenciado por Lima (2020), responsável por catalogar documentos primários acerca dos fatos biográficos do escritor. Barbosa de Freitas, nascido no Sítio Cotovelo, foi registrado apenas com o nome da mãe, Maria Barbosa da Silva, solteira e nascida, assim como seus pais, no sítio Lameirão. Pouco sabe-se sobre a mãe do poeta, considerado esquecido por autores como Azevedo (2004). Pesquisou-se para elaboração desse artigo acervos históricos disponíveis online, documentos catalogados e não catalogados, e outros trabalhos científicos, sobre quem foi Maria Barbosa da Silva, mas não se encontrou nenhum fato além dos disponibilizados por Lima (2020). Provavelmente, sua vida e seu cotidiano foram retratados nas poesias de seu filho, o que exige uma investigação histórica mais aprofundada com cruzamentos de fontes.

Partindo da análise dos tais Sítios, onde nasceram Freitas e sua mãe na região do Cariri, Cortez (2008) esclarece tratar-se de propriedades rurais com caráter escravocrata. Nesses sítios, trabalhadores livres e escravizados trabalhavam lado a lado sob quase as mesmas condições, apesar dos status diferenciados nas complexas formas de relações sociais e de trabalho servil, formando uma rede social inter-relacionada inclusive com os escravocratas nestas propriedades.

Gerou-se, da misigenação entre brancos; negros e indígenas, os respectivos termos de diferenciação da população usados na época: cabras, caboclos, negros e mulatos. Na metade do século XIX, a mestiçagem já era característica física da maior parte dos trabalhadores livres ou escravizados do Cariri (CORTEZ, 2008).

João Ribeiro Ramos (1983) descreve o seguinte trecho que nos aproxima da alma do poeta:

Era Barbosa de Freitas, se assim posso dizer, o Castro Alves cearense, puro de cabeça-chata, ignorante, mas sublime.
Amante da liberdade, inimigo declarado da opressão e da tirania, formou ao lado daqueles notáveis brasileiros que no Ceará se alinharam ao Movimento Abolicionista, e cujos nomes propositalmente deixo de citar neste desprezencioso trabalho porque todos eles estão gravados nas paredes solidas de vossos próprios corações bem formados (RAMOS, 1983, p. 88).

As poesias de Barbosa Freitas possuem valor histórico, não apenas como um documento de investigação, mas também, por possuir grande qualidade dramática, “apesar de certas indisciplinas gramaticais pela falta de tempo e oportunidade de conhecer os clássicos” (RAMOS, 1983). O biógrafo Waldo Sousa (2006) se dedicou a pesquisar a vida e obra de Barbosa de Freitas. Segundo o autor, na Conferência *Ignorante Sublime* em 1945, o

mais admirável em Freitas e sua veia poética profunda, rara e inesgotável. A produção do poeta agrega grande valor à literatura brasileira, ao demonstrar a representatividade étnica e seus aspectos de resistência à escravidão e sua luta abolicionista.

No ano seguinte à publicação da poesia citada no início do trabalho, ou seja, em 1883, Freitas faleceu aos vinte e três anos, de tuberculose. Internado e enterrado como indigente como foi afirmado por Ramos (1983), a história do poeta marginal é apenas um recorte do que ocorria no país. Segundo Robert Conrad (1974), o nordeste brasileiro, desde a decadência da produção açucareira, na segunda metade do século XVIII, vivia uma crise estrutural. Milhares de pessoas famintas, desesperadas e, provavelmente, submetidas a diversas formas de trabalho compulsório, migravam para a capital em decorrência direta ou indireta dos eventos responsáveis pela crise dos engenhos e pelo lento processo histórico abolicionista no Ceará. Sem amparo, um grande contingente morreu por doenças ou pela fome. A crise generalizada oriunda da decadência da lavoura canavieira no nordeste, até aquele momento a grande importadora de mão de obra escrava, levantou questionamentos em relação à economia baseada na monocultura. As evidências históricas deixaram claro a determinados segmentos da região a inviabilidade do trabalho escravo, a necessidade de liberalização da força de trabalho e a necessidade de defesa da causa abolicionista (CONRAD, 1974).

De acordo com Robert Conrad (1974), a crise do Nordeste, evidente desde o século XVIII, impôs aos proprietários de escravos a venda de seu plantel para o Sudeste Cafeeiro como forma de capitalização, intimidando escravocratas nordestinos, por desestabilizar a população escrava da região e ameaçar o sistema escravocrata em todo Império. Porém, o Sudeste Cafeeiro pôs em prática políticas restritivas no comércio interprovincial de escravos em 1880, ao legislar, finalmente, a lei dos impostos proibitivos sobre os escravos vindos de outras províncias para São Paulo. No entanto, com a seca que durou de 1877 a 1880, os fazendeiros nordestinos perderam seus gados, plantações de algodão e sementes, restando apenas a comercialização de seus escravos. Com a escassez de alimentos como efeito direto da seca, o preço dos escravos ficaram cada vez mais baixos, tornando o regime de escravidão insustentável, fato que impulsionou movimentos responsáveis pela abolição, no Ceará, da escravidão em 1884 (CONRAD, 1974).

As poesias de Barbosa de Freitas retratam o período anterior a abolição no Ceará, quando o trabalho compulsório e as condições precárias de sobrevivência desfizeram fronteiras entre as classes reprimidas, levando-as a uma história comum, permeada de luta contra a sua coisificação do ser humano. Partilhando dos ideais de liberdade, os escravos

resistiram, cotidianamente, à sua condição de mercadoria, encontrando voz em alguns membros da sociedade nordestina. A abolição da escravatura pode ser apartada da visão que atribui aos segmentos hegemônicos o grande feito do processo abolicionista.

Pautado pela historiografia eurocêntrica, em que narrativas históricas possuem como foco de investigação as grandes estruturas políticas e econômicas do passado, a historiografia brasileira assevera o protagonismo do curso histórico do Brasil como obra de indivíduos influentes dos segmentos sociais hegemônicos. Apesar do esforço dos historiadores contemporâneos na busca pela desconstrução dessa narrativa, ela permanece disseminada entre a população leiga. A escassez de documentos gerados pelas minorias e a construção de uma história dos vencedores contribuem as narrativas dos segmentos dominantes.

O presente artigo leva em consideração as setenta e duas poesias do livro *Poesias*, com foco reflexivo na poesia supracitada. Utilizou-se também obras clássicas da historiografia brasileira sobre o abolicionismo no Ceará e no Brasil, além de outros documentos primários da época que revelaram aspectos do autor e do contexto de sua produção.

Apesar dos indícios, um dos grandes mistérios sobre o poeta, sua identidade étnica, permaneceu sem resposta. No entanto, Ramos (1983) assevera que, como todo cearense, é possível que Barbosa de Freitas tivesse características da mestiçagem nordestina.

METODOLOGIA

O artigo, de caráter microtemporal e reflexivo, baseado em análise histórica, insere-se no domínio da História Social, campo amplamente disseminado a partir da primeira geração da Escola dos Annales, na França, em 1929; e que tem inovado os métodos interdisciplinares pela terceira geração desse movimento.

O estudo valeu-se de fonte primária, baseada nas poesias de Barbosa de Freitas. Essas narrativas, com grande carga de conteúdos irrealis, permitem inúmeras respostas a questões postas pelo tempo da fala (SILVA, 2007). Sendo a literatura e a História saberes concretizados a partir da narrativa, Paul Ricoeur, segundo (SILVA, 2007) reitera a possibilidade da própria História ser quase fictícia, tendo em vista que sua narrativa é construída por alguém, comumente distante do contexto analisado.

O estudo também valeu-se de referências acerca do contexto brasileiro, especificamente, do Ceará no século XIX, sobre o movimento abolicionista. A obra de Halbwachs (1990) foi fundamental para a compreensão da memória coletiva e como, apesar de ser individual, traz marcas do grupo o qual o indivíduo pertence.



RESULTADOS

O estudo evidenciou a participação do poeta Barbosa de Freitas nas questões abolicionistas do Ceará. O poeta possui uma biografia bastante curiosa e cheia de mistérios. A escassez de informações sobre sua identidade étnica, nos conduz a diferentes reflexões sobre os seus poemas. A leitura empreendida nesse estudo lançou luz sobre a importância literária da obra marginal de Barbosa de Freitas e, sobretudo, de suas poesias como substratos da vivência de um poeta capaz de imprimir em seus versos a historicidade de um tempo e de determinados grupos, remetentes à luta contra a escravidão no Ceará.

DISCUSSÃO

Ignorante Sublime, o trabalho mais completo e conhecido sobre Barbosa de Freitas, foi realizado em 1944, pelo historiador José Waldo Ribeiro Ramos, sendo por ressaltar o valor artístico e representativo das poesias de Barbosa de Freitas. O termo que nomeia o trabalho de Ramos recebeu crítica de Moreira Campos (1976):

É admissível que o título da Conferência Ignorante Sublime, em que revive a personalidade poética de Barbosa de Freitas, tenha sido dado mais com o intuito de efeito, ou porque essa fora uma concepção, embora errônea, da época. Se Barbosa de Freitas realmente tem alguma coisa de sublime, nada tem de ignorante. Seu verso (para surpresa nossa, que não o conhecíamos), projeta-se, sem favor, dentro do mesmo vôo condoreiro de Castro Alves (de quem é evidente a influência), quando não é, aqui e ali, tocado da morbidez byroniana que inspirou o moço Álvares de Azevedo. Quanto à ignorância, diríamos que escreveu bem, neste ou noutro verso até reponta o sabor clássico. E que não repontasse! A arte está acima de contingências. Lendo-o, chegava-nos à memória, por identidades muitas (a vida peregrina que levou, a morte precoce aos 23 anos, o tom amargo dos últimos versos), aquela imagem bonita de Agripino Grieco em relação ao próprio Álvares de Azevedo: "Há na vida desse moço o mesmo destino dos antigos palimpsestos: raspada neles a canção báquica logo abaixo se encontra uma elegia" (CAMPOS, 1976, p. 255).

Segundo consta, Barbosa Freitas sofreu influência de Castro Alves e suas obras inspiraram Álvares de Azevedo. Sua literatura suprime o mesmo diferencial revolucionário atribuído por Dias (2010) a Castro Alves, de uma narrativa que não se confunde com demagogias caritativas de uma pessoa branca típica desse período, por estar carregada de caráter humanístico em relação ao negro e a favor da abolição.

Esses aspectos são visíveis quando se observa, nas poesias de Barbosa Freitas, a proximidade sentimental das vivências cotidianas negras do período, como nos versos da poesia *Angústias*, abertura do presente estudo:

Tenho frio, senhora! é alta noite. Da rajada suporte o rijo açoite,
Abri-me a tenda, abri!
Sou cativa em lúcido momento,

A grilheta deixei o meu tormento,
Do meu algoz fugi.
(...)
Abri, Senhora, abri-me o vosso ninho / Deixai que oculte o meu pobre filhinho /
N'um canto d'este lar!

Sugere-se tratar de uma mãe pedindo abrigo a alguém, após ter fugido do cativo com seu filho. É crível a hipótese da cena ter sido presenciada pelo poeta, tendo em vista o contexto de sua infância, quando ocorriam fugas em massa de escravos. Esses escondiam-se nas casas de indivíduos livres, apoiadores da causa, situação comum na década de 1860 em virtude do aumento do apoio da população livre à causa abolicionista (GORENDER, 1990). Reitero a idade do poeta, aproximadamente 11 anos, quando foi aprovada a lei Rio Branco ou Lei do Ventre Livre (1871), cuja promessa era libertar os filhos de escravos.

Para compreender as poesias de Barbosa de Freitas, é preciso entender os contextos históricos do Ceará e de Fortaleza. A capital cearense ganhou importância nos cenários políticos nacionais e internacionais, após o declínio da principal atividade econômica da província – a pecuária –, com a conquista da autonomia em 1799, que viabilizou o comércio diretamente com Lisboa (LIMA, 2014). Em 1808, com a abertura dos portos, o comércio estendeu-se às nações amigas, em especial à Inglaterra e, em 1809, Fortaleza fez sua primeira exportação de algodão, atividade substitutiva à pecuária. Segundo Lima (2014), o fluxo comercial da capital com o exterior contribuiu para a circulação das ideias libertárias já comuns na Europa. Lima (2014) explica o alinhamento entre as circunstâncias e as mudanças sociais, impulsionadas pelas relações capitalistas, promovidas pela segunda Revolução Industrial, na Inglaterra no final do século XVIII, como fator que viabilizou a capital Fortaleza o desenvolvimento de uma produção expressiva de produtos manufaturados. Destaca-se o fluxo prioritário do tráfico negreiro brasileiro para o Sudeste Cafeeiro como fator influenciador a produção manufatureira. De acordo com Gorender (1990), parte da elite a favor da abolição apoiava a causa em virtude da mudança no cenário econômico da província.

A imprensa, nesse contexto, é importante para a compreensão dos ideais de Freitas, após perda do monopólio das tipografias pela Família Real Portuguesa em 1822 (Lima, 2014). Os prelos chegaram oficialmente ao Ceará por volta de 1823 e 1824. Lima (2014) explica que, a partir de 1823, a imprensa em Fortaleza apresentou enorme crescimento, tornando-se referência no setor produtivo, além de incentivar o consumo por meio das propagandas. A tipografia trouxe também muitos aspectos positivos para a capital, entre eles: aumento da

alfabetização, circulação das ideias conservadoras e liberais e a disseminação da literatura para a população, tornando o seu consumo mais democrático (LIMA, 2014).

Nessa conjuntura provincial de desenvolvimento da imprensa, da literatura, da causa abolicionista e da circulação de ideias libertárias, viveu Barbosa de Freitas. Esses aspectos foram marcantes na vida e na obra do poeta, entre os anos de 1876 a 1882. O cenário marcou-se também pelo ingresso de negros no aparelho jurídico, processo lentificado há décadas, evidenciado na década de 1870, como fator relevante capaz de fortalecer a luta abolicionista, tendo em vista o esforço dos juristas para cumprir as leis que concediam direito aos escravos (GORENDER, 1990). A estrofe da poesia mencionada, no início do artigo, revela exatamente esse cenário:

Abri, Senhora, abri! ouço na estrada,
De meu Senhor a tropa exasperada
Que me busca! Cruéis!
São meus irmãos, misérrimos traidores,
Que do instrumento horrível nos horrores,
Fabricam suas leis!

O sentimento de imensa indignação dos negros, detentores de cargos nos aparelhos jurídicos repressivos e que não se aliavam à causa abolicionista. O termo “irmão” mostra elementos identitários do eu lírico com as pessoas negras, mesmo as com classes sociais diferentes. Ao chamá-los de traidores revela-se, de maneira subliminar, desejo de união dos negros em prol da luta abolicionista, vista como uma luta de todos os negros, e não só dos escravizados. As características identitárias do poeta com outros negros podem envolver variados aspectos, como a própria cor da pele, o preconceito histórico independente da classe social e até mesmo as raízes culturais africanas reprimidas de múltiplas formas.

No *website* Famílias Cearenses, onde estão disponibilizadas as árvores genealógicas de algumas famílias do Estado do Ceará, há menção ao advogado rábula, Antônio Nogueira de Carvalho, que vivenciou muitos matrimônios, como pai de Barbosa de Freitas. O *website* traz a informação do estado civil da mãe do poeta, Dona Maria Barbosa da Silva, como solteira. Em virtude disso nas certidões do poeta constam apenas o nome materno. Nesse mesmo endereço eletrônico é informado a ligação de Barbosa de Freitas e toda a sua ascendência ao sítio Lameirão. Sobre a mudança do poeta para Fortaleza,

Sabe-se, através de uma nota biográfica, inserida no “Eu e Minhas Poesias” que Antônio Barbosa de Freitas, teve na pessoa do Juiz Municipal de Jardim, Bacharel Antônio Augusto de Araújo Lima um tutor e mestre – escola. Adianta mais a citada nota, que o magistrado ao descobrir o talento poético do pequeno discípulo prestou o incentivo devido no curso da aprendizagem e o recomendou ao Juiz de Direito de

Jardim e Milagres, por decreto de 29 de setembro de 1859, Doutor Américo Militão de Freitas Guimarães, que o conduziu à cidade da Fortaleza (LIMA, 2020).

No artigo *Apontamentos para a história do povoamento do Ceará*, de José Militão de (ALBUQUERQUE, 1981) afirma-se a condição de Barbosa de Freitas como filho unilateral (“filho bastardo”) do desembargador Américo Militão de Freitas Guimarães, responsável por conduzir o poeta até Fortaleza. O fato levanta uma série de questões, em relação familiaridade com o desembargador, uma vez que o sobrenome Freitas foi inserido aderido pelo autor depois de sua mudança para a capital. De qualquer forma, pela ausência de informações da relação entre o poeta e o desembargador, após ingressar os estudos no seminário, entende-se, aparentemente, a inexistência entre eles de contato social.

Araújo (2008), com base teórica nos estudos de Antonio Candido, critica dois tipos literários comuns do século XIX, no Brasil, denominados pitorescos. Enquadram-se nesse termo autores como José de Alencar (ARAÚJO, 2008). Tratam-se de autores que escreviam livros em torno de problemas humanos ou individuais, nos quais os personagens existem independentes das peculiaridades da região. Em outros casos, descrevem-se elementos mais ou menos apreendidos dos costumes do homem rústico, porém tende-se a anular o seu aspecto humano, tratando-o como uma peça da paisagem (ARAÚJO, 2008). Machado de Assis postulou a negação pela literatura a doutrinas absolutas, alegando ser o mais importante aspecto de um escritor é possuir sentimentos profundos, tornando-o sujeito do seu espaço temporal e nacional/cultural, independentemente da especificidade (ARAÚJO, 2008).

A impossibilidade de afirmar a identidade étnica do poeta Barbosa de Freitas produz uma grande questão: suas poesias tinham traços da “literatura pitoresca”, por narrar sobre sujeitos como “peças da paisagem nordestina” ou da “paisagem do nordeste daquela época” estando o escritor em uma posição social e em uma realidade distante desses sujeitos?

O Literário dedicou várias poesias para as irmandades abolicionistas de pessoas brancas, como a poesia *Homenagem à Sociedade Cearense Libertadora*, sociedade que publicava no jornal *O Libertador*, mas excluía os negros do próprio movimento. A abolição, para muitos membros dessa Sociedade, era um requisito para o desenvolvimento econômico capitalista brasileiro, como demonstra Caxile:

A sociedade libertadora Perseverança e Porvir foi fundada com o objetivo de alforriar escravos, bem como cuidar dos interesses comerciais e econômicos de seus membros. Seus primeiros sócios fundadores e diretores foram homens ilustres. [...] Os diretores da Perseverança e Porvir foram responsáveis pelo planejamento e criação da Sociedade Cearense Libertadora, instalada e inaugurada no dia 8 de dezembro de 1880 [...].

O Libertador, nas edições que antecederam o dia 25 de março de 1884, sempre se referiu à liberdade enquanto elemento principal para o desenvolvimento das letras,

artes, indústria, lavoura, agricultura e que tais desenvolvimentos somente poderiam ocorrer com o fim da escravidão. A abolição permitiria a nação crescer e ser tão forte política e economicamente quanto alguns países do velho mundo, dentre eles, França e Inglaterra (CAXIELE; GUEDES, 2018, p. 78 e 85).

Por ser amigo do comerciante João Cordeira, financiador da publicação do seu livro, *A Epopeia do Famoso João dos Santos*, Barbosa de Freitas filiou-se ao Partido Liberal, a atitude rendeu-lhe muitos inimigos, escravocratas capazes de o perseguir e difamar (RAMOS, 1983). Suas poesias, carregadas de críticas sociais veladas chegavam a serem recitadas em reuniões de grupos abastados em contrariedade aos organizadores dos eventos:

(...) nos conta o escritor J. W. Ribeiro Ramos um fato real que foi narrado por testemunha ocular, por sinal amigo e grande admirador de Barbosa de Freitas,...). A história ouvida: em presença de numeroso público, inaugurava o presidente da Província Dr. José Júlio de Albuquerque Barros (que seria agradecido com o título de Barão de Sobral e foi também presidente da Província do Rio Grande do Sul), em Canafistula, a 13 de junho de 1880, a Colônia Orfanológica Cristina, e cercado a mais alta autoridade provincial figuras representativas da sociedade da época. Iniciada a solenidade, falam vários oradores, entre aplausos. Presente e em lastimável embriaguez, Barbosa de Freitas pede a palavra, ante ao espanto de muitos figurões que o não conheciam e, naturalmente, para a contrariedade dos organizadores da festa. Cambaleante – diz J. W. Ribeiro Ramos – , Barbosa de Freitas enfrentou o auditorio e improvisou:

Amigos, erguemos todos
Um "bravo!" que voe ao céu!
Pois que nas aras da pátria
A caridade se ergueu.
Sim, que aos pobres desvalidos
Filhos dos homens caídos
Da erupção, no furor,
- Rosas fecundas, perdidas,
São n' estante colhidas
Pela mão de um professor (...) (RAMOS, 1983 p 86-87).

Na cerimônia retratada acima evidencia-se o alcoolismo do poeta, responsável pelos seus problemas de saúde, inclusive fator facilitador da contaminação pela tuberculose, doença pandêmica no mundo naquela época. O fragmento da poesia pronunciada no evento de inauguração da Colônia Orfanológica talvez seja parte da memória subterrânea do poeta em auto reflexão de sua própria condição de abandono por parte paterna.

Embora a possibilidade do literário ter construído uma literatura pitoresca é quase quase nula. O mais provável é que Freitas se enquadrava em algumas das categorias de mestiço que se diferenciavam dos sujeitos naquela época. Tendo em vista, segundo Cortez (2008), a grande missigenação e condições de trabalhos semelhantes entre escravos e trabalhadores livres pobres dentro dos denominados sítios (local de nascimento do poeta na região do Cariri), a condição de liberdade simbolizava um valor de status mais elevado e de condições de vida, teoricamente, um pouco melhores. Contudo, grande parte desses trabalhadores pobres livres viviam e trabalhavam nesses sítios eram ex-escravos ou

descendentes de escravos, e através do sentimentalismo paternalista dos escravocratas, eram mantidos submissos ao trabalho compulsório, utilizando uma lógica familiar paternalista (“afeto” e medo) para exercer tal dominação. Porém, como o método deixava as relações cada vez mais informais, cativos e trabalhadores pobres utilizavam certas brechas desse sistema cultural como método de exercerem sua resistência (CORTEZ, 2008).

Considerando todas as poesias presentes do livro supracitado para elaboração do trabalho, e representações sobre a sua mãe ou inspirados nela, de maneiras diretas e indiretas, através, geralmente, da representação de uma figura divina feminina formadora e heróica da nação brasileira. Muitas vezes, Freitas também adjetiva essa figura feminina como uma criança, como forma de representar a sua pureza espiritual. Tais poesias trazem, de maneira peculiar e sentimentalista, críticas sociais ao papel da mulher negra, indígena ou missigenada no Brasil daquela época. O poeta, de sexo masculino, vivido num período extremamente machista, consegue denunciar o abuso dos homens sobre as mulheres, valorizando a força feminina e demonstrando orgulho de suas raízes maternas. Exemplo disso segue nos seguintes versos da poesia *Marieta*, escrita em 1882:

Quem és tu, criança?
Que arrebatou a multidão!?
Quem és tu anjo selestes
Que nos vai ao coração!
- És a rainha das artes
Perpassas aos Bonapartes
A glória dando a um país:
- És a Joana d'Arc guerreira
Que nunca dobra a cerviz
(...)
Marieta, este teu gênio
Das madrugadas tem luz...
És pura como os anjinhos,
És meiga como Jesus!
És portanto, és soberana,
Águia ingente americana
Que nunca soube tombar...
- As águias voam no espaço,
Caem de Deus no regaço,
Onde se vão abrigar? (FREITAS, 2004, p. 138-139).

Para mostrar a força da entidade feminina, Barbosa Freitas se vale da figura de Joana d'Arc, que marcou a história ao promover grandes feitos na Guerra dos Cem anos, fato decisivo para a vitória francesa e para a formação da França como nação.. Personagem icônica da história, Freitas faz de Joana d'Arc a simbologizado matriarcado brasileiro. “Marieta” é outro nome ligado ao universo feminino que o escritor se utiliza para homenagear Maria, mãe de Jesus, em sua forma diminutiva, bastante utilizada nos escritos franceses, como

demonstração de afeto, além de possuir o sentido de “Senhora Soberana”. Essa simbologia aparece na poesia *Drama do Oceano* de Freitas, que enaltece a força da mulher como mãe, por enfrentar as dificuldades na criação dos filhos e por ser vítima das imposições sociais. Escrita em 1877, a poesia revela o sentimento do literário de abominação da miscigenação forçada e do apresamento de cativas:

(...)
Um grito se ouviu nas trevas...
Logo após outro se ouviu;
Um relampago vermelho
Por entre as trevas sorriu...
Esses gritos que ouvia
Lá do barco que fugia,
Eram de uma cotovia
Que um gavião engoliu!...

De cotovia?!... mentira!...
Eram virgens, meu Deus!
- eram pombas inermes
Que fugiam de judeus.
Eram filhas d’orfandade
Fugindo da tempestade
Que um algoz sem piedade
Fazia tragar labéus

- Quem era o chefe dos gados?
- Alcofarado, - o falaz,
Era este monstro horrível
O lobo medonho – audaz?
Repeti pobres donzelas,
Vós que já fostes estrelas
- Quem vós que fez tão amarelas!?
- Uns filhos de Satanás!...

(...)
Andrada! acorda! marchamos!
Ao criminoso – um grillhão!...
As panteras dê-se – jaulas
Para os monstros – maldição!...
Justiça! vamos ! é tarde...
Se solteres o cobarde
Verás um vulcão que arde
Chamado – Revolução!... (FREITAS, 2004, p. 26-27).

Além de ser uma crítica à miscigenação forçada, a poesia acima possui uma ampla representação da vida dos segmentos menos abastados, trazendo uma variedade de significados, dos quais se “entrelaçam” e revelam o cotidiano e a resistência das populações cativas desse período. O “sequestro” da donzela, do qual Freitas menciona, é uma denúncia ao tráfico interprovincial de escravos para o Sudeste Cafeeiro. Fato que significava para os escravos, a separação dos entes familiares e amigos. O termo “Revolução”, empregado no último trecho da poesia revela a mentalidade do poeta acerca da luta abolicionista, supondo-se o desejo do fim das bases das relações sociais repressoras. O aspecto solidário à causa emancipatória do escravo aparece em quase todas as suas obras reforçando claramente seu

intesse na luta pela mudança social que, para o autor, não se daria apenas pela via econômica que a abolição promovia.

Outro aspecto interessante da literatura de Freitas é o fato de mesmo ao falar sobre problemas sociais femininos, ele não constitui um discurso que objetiva concretizar os sentimentos das mulheres de modo preciso e proposital, como nas literaturas positivistas. O discurso do poeta ressalta a violência do sistema escravista em sua vida e a das pessoas amadas, claramente, observa-se esse fato em *Angústia*, uma vez que o eu lírico assume discurso de modo compreensivo e, talvez, dotado de compaixão em relação as reflexões como filho, na busca de uma compreensão dos sentimentos de sua mãe naquela.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As poesias de Barbosa de Freitas, relacionadas aos contextos históricos regio nais e nacionais antecederam a abolição da escravidão, descrevendo a realidade vivida pela população escrava no Ceará entre 1860 a 1883, período vivenciado pelo escritor. Considerou-se a realidade biográfica e a visão de mundo do poeta como parte da grande composição social marginalizada do Ceará nesse período. As poesias de Freitas possuem expressividade e um nível de domínio gramatical, enaltecido por muitos críticos literários como Sanzio (2004) e Campos (1976), apesar de algumas falhas na escrita, decorrente, sobretudo, da falta de oportunidades para cultivá-la formalmente.

O objetivo deste artigo foi evidenciar a importância do poeta Barbosa de Freitas e a sua contribuição, por meio de suas poesias, nas narrativas pró-abolição na luta da população negra contra o racismo e exclusão social.

A poesia destacada narra a fuga de uma escrava e o pedido de abrigo contra os algozes proprietários. Segundo Gorender (1990), na década de 1860 e 1870 houve um aumento dos negros recém-libertos ou fugitivos do regime de escravidão, provocado pelo declínio do regime escravocrata na província e pelo aumento de apoio da sociedade cearense à causa abolicionista. A poesia *Angústias* pode ser uma espécie de janela dos sentimentos de quem passou por situações semelhantes à época. Os ideais abolicionistas do poeta podem também se enquadrar ao contexto de disseminação de ideias libertárias européias em Fortaleza, por meio, sobretudo, da imprensa, em plena expansão, tornando os jornais impressos cada vez mais disseminados.

A sua vida marginal e precária foi inspiração para a sua criação. Por meio da poesia *Angústias* e de outras de sua autoria Barbosa de Freitas homenageia sua mãe e, de certa forma, a mestiçagem forçada constiuinte da sociedade brasileira.



REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, José Militão de. Apontamentos Para História do Povoamento do Ceará. 95. ed. **Revista do Instituto do Ceará**, 1981. Disponível em: <https://www.institutodoceara.org.br/revista/Rev-apresentacao/RevPorAno/1981/1981-ApontamentosHistoriaPovoamentodoCeara.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2020.
- ARAÚJO, Humberto. A tradição do regionalismo na literatura brasileira: do pitoresco à realização invertida. **Revista Letras**, N.74, P. 119-132, jan./ abr.2008. Editora UFPR.
- CAMPOS, Moreira. Falas Acadêmicas. **Revista da ACL**, Coleção Antonio Sales. Cadeira N32 Recipiendário Moreira Campos. P 244-256. Fortaleza, 1976.
- CAXILE, Carlos Rafael Vieira; GUEDES, Mardônio e Silva. **Sociedade Libertadora Cearense: a palavra em ação – O Jornal O Libertador enquanto instrumento de doutrinação moral e social**. Fortaleza: Eduece, 2018.
- CONRAD, Robert. **Os Últimos Anos da Escravatura no Brasil: 1850-1888**; tradução de Fernando de Castro Ferro. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira; coleção Retratos do Brasil V. 90, p 207 – 222. Abril/1974.
- DIAS JUNIOR, Valter Gomes. **Poesia e Identidade em Castro Alves**. 2010. 217 p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Letras, do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.
- FREITAS, Antonio Barbosa. **Barbosa de Freitas poesias**. Edições Portaria Dimas Macedo Editor, 2004.
- CORTEZ, A. **Cabras, Caboclos, Negros e Mulatos: A Família Escrava no Cariri Cearense (1850 - 1884)**. Dissertação (Mestrado em História Social) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2008.
- GORENDER, Jacob. A Revolução Abolicionista. *In A Escravidão Reabilitada..* São Paulo: Ática, 1990.
- HALBWACHS, Maurice. **A memória coletiva**. Trad. de Laurent Léon Schaffter. São Paulo: Revista dos Tribunais LTDA, 1990.
- RAMOS, João Ribeiro. Centenário da Morte de Barbosa de Freitas. **Rev. Inst. do Ceará**, Fortaleza, 97: 84-92p, 1983.
- LIMA, Francisco Augusto de Araújo. **Famílias Cearenses**. 1. ed. Fortaleza: Editora Premium, de 31 ago. 2020. Disponível em: <http://www.familiascearenses.com.br/index.php/2-uncategorised/11-antonio-barbosa-de-freitas>. Acesso em: 31 ago. 2020.

LIMA, Rafael Gomes. Os tipos em fortaleza: uma pequena história da impressão cearense no século XIX. **Oficina do Historiador**, p. 1620-1633, 17 out. 2014.

SILVA, Cristiano Cezar Gomes da. Entre a História e a Literatura: as múltiplas letras, os múltiplos tempos, os múltiplos olhares em Graciliano Ramos. **Revista de História e Estudos Culturais**, [s. l.], v. 4, n. 1807-6971, ed. 4, 2007.

UM OLHAR SOBRE OS TORNEIOS DE ROBÓTICA NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA - PB

Edvanilson Santos de Oliveira ¹
Abigail Fregni Lins ²
Patrícia Sândalo Pereira ³

RESUMO

O objetivo deste artigo é analisar até que ponto, e em que sentido, a participação em Torneios de Robótica (TR), pode contribuir para melhorias do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB de escolas do Município de João Pessoa – PB, a partir de uma discussão sobre a inserção de novas tecnologias no cenário educacional. Para tanto, elaborou-se como aporte teórico a Robótica Educacional e as Tecnologias da Informação e da Comunicação. Ao longo do estudo, realizou-se uma análise quali-quantitativa a partir da construção e visualização de infográficos gerados com base nos dados do IDEB entre os anos de 2007 a 2017. Analisou-se o desempenho de seis escolas participantes e não participantes de TR no respectivo período. Os resultados revelam um campo fértil de pesquisa no contexto do uso da Robótica Educacional, para além dos resultados do IDEB, é necessário discussões que abordem a realidade das escolas, a formação e o trabalho docente, bem como as possibilidades do uso da RE nas múltiplas interfaces dos processos de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Torneio de Robótica, Robótica Educacional, Tecnologias da Informação e da Comunicação.

INTRODUÇÃO

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 2006), um dos objetivos do ensino fundamental, mas que pode ser considerado para todos os outros níveis, é que os alunos sejam capazes de saber utilizar diferentes fontes de informação e recursos tecnológicos para adquirir e construir conhecimentos.

Para mensurar o desempenho do sistema educacional brasileiro, foi criado em 2007 o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), que reúne os resultados de duas dimensões que refletem problemas estruturais da educação básica brasileira: o fluxo escolar e as médias de desempenho nas avaliações. O IDEB é calculado a partir dos dados sobre aprovação escolar, obtidos no Censo Escolar⁴, e das médias de desempenho nas avaliações do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), o Sistema de

¹ Doutorando do Curso de Pós Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul- UFMS, edvanilsom@gmail.com;

² Doutora da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, bibilins@gmail.com;

³ Doutora da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS, patricia.pereira@ufms.br;

⁴ Censo Escolar. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/censo-escolar>. Acesso em: 30/10/2018.

Avaliação da Educação Básica (SAEB) – para as unidades da federação e para o país, e a Prova Brasil – para os municípios.

A partir dessa combinação entre a proficiência obtida pelos estudantes em avaliações externas de larga escala (SAEB) e a taxa de aprovação é possível avaliar a qualidade do ensino oferecido pelo sistema educacional brasileiro, com base em testes padronizados e questionários socioeconômicos e aprimorar os pontos necessários para que o país alcance níveis educacionais compatíveis com seu potencial de desenvolvimento e para garantia do direito educacional expresso em nossa constituição federal.

Nesse contexto, a questão central de nossa pesquisa é: Até que ponto, e em que sentido, a participação em Torneios de Robótica, pode contribuir para melhorias do IDEB de escolas do Município de João Pessoa - PB?

Para responder à questão proposta, temos como objetivo compreender o papel dos TR nos resultados IDEB de escolas Municipais de João Pessoa, participes dos respectivos eventos. Nesse contexto, realizou-se uma análise crítica a partir da construção e visualização de infográficos gerados com base nos dados do IDEB entre os anos de 2007 a 2017. Analisou-se o desempenho de seis escolas participantes e não participantes de TR no respectivo período.

Sendo assim, na seção 1, discute-se sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação, RE, além de apresentar os principais TR realizados no contexto nacional e internacional.

Na seção 2, apresentamos a metodologia adotada, assim como percurso metodológico, estruturado para que fossem alcançados nossos objetivos. A discussão sobre nossos achados é discutida na seção 3, e por fim, na seção 5, apresentamos as reflexões finais a partir do cenário delineado pela pesquisa, revelando novas perspectivas de investigações na área.

TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO, ROBÓTICA EDUCACIONAL E TORNEIOS DE ROBÓTICA

Com os constantes avanços da Ciência e Tecnologia, artefatos tecnológicos vêm sendo introduzidos ao longo dos anos, com o objetivo de transformar a educação. Nessa direção, Sancho (2006) apresenta um conjunto de reflexões e lições aprendidas no projeto *School+*, que por intermédio de Robert McClintock estipulou sete axiomas para uma prática que objetiva transformar a educação com base na tecnologia, conforme mostra a Figura 1:

O projeto School +

O projeto School + Mais que um sistema informático para construir a escola do amanhã foi dos 11 projetos selecionados em toda a Europa. A ideia era desenvolver Ambientes múltiplos de aprendizagem e materiais inovadores, aprendizagem de atividades cognitivas que fomentassem a autonomia, criatividade, resolução de problemas e o tratamento em grupo e por fim, aplicações das TIC fáceis de usar e com baixo custo.



Figura 1: O projeto *School +* e os sete axiomas para transformar a educação.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Depois de participar por mais de 10 anos de projetos educativos milionários, McClintock percebeu, com base nas experiências vividas em todos os projetos, que apenas o axioma relacionado a implantação de uma infraestrutura tecnológica adequada era cumprido, o qual está diretamente relacionado com a necessidade de atualização de hardware e softwares educacionais, e conseqüentemente a utilização educativa do computador, ou seja, com base nesta conclusão é mais fácil conseguir fundos para comprar equipamentos do que transformar as concepções e práticas educativas.

Para a Sancho (2006), apenas com a real efetivação de todos os axiomas seria possível mudanças significativas no panorama educacional. Nessa perspectiva, um dos pontos relevantes está relacionado a prática docente, pois quando mal interpretado, pode levar aos professores a construção de uma prática na sala de aula que limite a potencialidade do aluno, ignorando os aspectos sócio culturais e as experiências vivenciadas em sua trajetória escolar.

Vygotsky contribui em seus estudos a visão de que a mente deveria ser estudada exclusivamente em seu mecanismo interno. O desenvolvimento cognitivo a partir da ação

mediada e seu conceito de zona de desenvolvimento proximal, entendida como a distância entre o nível real de desenvolvimento, determinado pela capacidade de resolver independentemente um problema, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado pela resolução de um problema sob a orientação de um adulto ou em colaboração com um colega mais capaz (VYGOTSKY, 1979). Neste aspecto, podemos verificar que:

Para Vygotsky, o homem é determinado por sua história, pelas condições socioculturais e econômicas de sua época, e elabora sua identidade das relações de produção na qual está inserido. O ambiente é mais do que a mera junção de pessoas ou relações: é uma série de estímulos capazes de reforçar os comportamentos, devendo ser compreendido na interação social e em suas relações de produção. O homem, por sua vez, não é um ser passivo a esse ambiente; é também agente de transformação do seu tempo (SOUZA; DEPRESBITERIS; MACHADO, 2004. p. 138).

Para que o uso da Robótica Educacional signifique transformação educativa efetiva, longe de um mero modismo pedagógico, muito deve mudar. Ao propormos uma reflexão crítica a partir da presente discussão, verificamos a necessidade dos professores redesenhar seu papel, repensando sua formação na escola atual.

As pesquisas em âmbito nacional e internacional tem revelado a RE é como um recurso didático que pode vir a contribuir no processo de aprendizagem de conteúdos relacionados as áreas de engenharias, física, matemática, entre outras, em diferentes níveis de ensino (BENITTI, 2012; ALTIN & PEDASTE, 2013).

O conceito de robótica educacional encontra-se ancorado no construcionismo, o qual consiste na construção do conhecimento a partir da realização de ações concretas que resultam em um produto manipulável, desenvolvido por meio de ferramentas computacionais, e tem como principal referência, os trabalhos desenvolvidos pelo matemático Seymour Papert (1928-2016) (PAPERT, 1980, 2008).

O construcionismo permite que os alunos utilizem conhecimentos pré-existentes para adquirir novos conhecimentos a partir de projetos de livre interesse. Com isso, é possível despertar o desejo de aprender, superando dificuldades de aprendizagem normalmente enfrentadas pelas metodologias de ensino tradicionais que ainda predominam nas instituições brasileiras (PERALTA et al., 2015). Nesse sentido, Mattar (2010) pontua que a melhoria do aprendizado passa pela identificação do estilo de aprendizagem de cada estudante, ou seja, a forma como cada um processa, absorve e retém uma determinada informação. A partir dessa identificação, seria possível reformular os contextos educacionais de modo a ativar e manter a concentração dos estudantes, gerando a apropriação do conhecimento.

A Robótica Pedagógica, Robótica Educacional ou Robótica Educativa consiste basicamente nos processos de ensino e aprendizagem por meio da montagem e programação de sistemas constituídos por microcontroladores (OLIVEIRA, 2015).

Neste sentido, Campos (2011) afirma que é possível encontrarmos os diferentes termos citados acima relacionados aos seguintes tópicos: (i) Objeto robótico: o conceito tem relação direta aos kits (hardware) de robótica; (ii) Espaço físico/laboratório: Apesar da semelhança ao item anterior, a ênfase está no processo cognitivo que o ambiente físico proporciona, englobando os espaços, as atividades e relações que se estabelecem; (iii) Projeto específico: Tem sua característica fundamentada em projetos isolados no desenvolvimento de algum tema específico; e, (iv) Metodologia: Este item destaca a utilização deste como recurso metodológico, ou seja, ênfase na prática pedagógica.

Portanto, apesar de percebermos a existência de diferentes significados correspondente ao uso das expressões Robótica Pedagógica, Robótica educacional ou Robótica Educativa, para nossa investigação faremos uso da expressão *Robótica Educacional*, pois compreendemos que a Robótica é um recurso tecnológico no qual através de um software com interface gráfica amigável e peças de montar os alunos são inseridos em um mundo novo, com possibilidades de produzir conhecimento nas áreas de Engenharia Mecânica, Engenharia Eletrônica, Inteligência Artificial entre outras até a exploração de conteúdos presentes no currículo do ensino regular. Para Marchand (1991, p. 119):

Robótica Educacional é principalmente a aquisição de habilidades gerais e científicas em áreas como Ciências Experimentais e tecnologia, mas também pode ser utilizada em outras áreas. É caracterizada pelo uso pedagógico do computador, modelação, análise e controle de vários processos físicos. Os robôs educacionais podem assumir muitas formas que vão desde um simples software que através de um dispositivo controla um determinado objeto até o controlador “inteligente”.

Ao analisarmos a Robótica Educacional como campo de estudo, as investigações que versam sobre a respectiva temática pode ser dividida em dois grandes grupos: o da Tecnologia Educacional (cujo foco está no processo técnico e na tecnologia como ferramenta) e o da Educação Tecnológica (interessado principalmente no impacto social, econômico, cultural e educacional).

Os trabalhos de Petry (1996), Chella (2002), D’Abreu (2002), Santos (2005), Miranda (2006), Castro (2008), Aroca (2012) situam-se no campo da tecnologia Educacional. Podemos citar como exemplo o trabalho de Aroca (2012, p. 15) que teve por objetivo:

[...] projetar e validar uma plataforma robótica aberta e gratuita, com recursos otimizados amplamente, permitindo construir um robô de baixíssimo custo,

que possa ser utilizado amplamente, por alunos e profissionais de qualquer setor da sociedade (alunos, professores, pesquisadores e leigos).

Neste mesmo sentido, D'Abreu (2002) propõe investigar o aprendizado de conceitos na área de mecatrônica a partir do processo de concepção, estruturação e programação de dispositivos mecatrônicos, utilizando kits de montagem LEGO, dispositivos robóticos Róbix e outros materiais de padrão comercial ou não. Chella (2002, p. 121), aborda a implementação de um laboratório de robótica. A autora apresenta uma proposta de estrutura e analisa a interação do hardware utilizando linguagens de programação, descrevendo a aplicação do ambiente de aprendizagem robótico, nas suas palavras:

Uma atividade que acompanhou o processo de desenvolvimento do ARE foi a utilização deste ambiente com aprendizes. O objetivo dessa atividade foi avaliar aspectos como facilidade de utilização, funcionalidade dos diversos recursos, confiabilidade em condições reais de uso e a receptividade do aprendiz, representada pelo grau de interesse demonstrado em explorar e aprender sobre as facilidades oferecidas pelo ambiente.

Autores como Ortolan (2003), Zilli (2004), Campos (2006), Ribeiro (2006), Labegaline (2007), Silva (2010) e Oliveira (2015) concentram suas pesquisas na perspectiva da Tecnologia Educativa articulada a Educação Tecnológica. Trata-se de uma discussão técnica que integra e analisa também a concepção de sociedade, os paradigmas educacionais e, sobretudo, a incorporação da Robótica Educacional no redimensionamento dos processos de ensino e aprendizagem. Como exemplo das discussões propostas pelos autores, destacamos a preocupação de Ortolan (2003), que procura entender a real possibilidade de implementação de uma ferramenta altamente tecnológica no ensino, buscando sustentar a tese de que é possível aplicar um processo de aprendizagem com uso irrestrito da tecnologia, sem com isso desvincular da educação escolar a incumbência de formar um cidadão crítico e altamente participativo.

No contexto das competições de Robótica, é possível perceber que, de um modo geral, as mesmas tem fortalecido e mobilizado as comunidades de Robótica, além de possibilitarem a divulgação científica da Robótica, contribuindo para o desenvolvimento de cursos nesta área, fomentando metodologias e didáticas inovadoras no âmbito educacional.

Uma das principais competições de robótica do Mundo, a *Robocup*. A *Robocup* nasceu em 1997, com ideia de construir robôs para jogarem futebol, mencionada pela primeira vez pelo professor Alan Mackworth (Universidade de British Columbia, Canadá) em um artigo intitulado *On Seeing Robots*, e mais tarde, publicado no livro *Visão Computacional: Sistema, Teoria e Aplicações*, dando sequência a uma série de artigos sobre o projeto de futebol de robôs.

Atualmente, envolve países da Europa, América, África, Ásia e Oceania. Também possui

(83) 3322.3222
contato@conapesc.com.br
www.conapesc.com.br

diferentes ligas de competição, além do futebol de robôs (*RoboCupCoccer*), possui a *RobocupRescue*, *RoboCup@Home*, *RoboCupIndustrial* e a *RoboCupJunior*.

Dentre as diversas modalidades da *RoboCup*, nossos estudos estão relacionados para a *RoboCupJunior*, uma iniciativa educacional voltada para projetos em eventos robóticos locais, regionais e internacionais para jovens estudantes. Esta modalidade foi projetada para apresentar o *RoboCup* a estudantes de escolas do Ensino Fundamental e Médio, bem como estudantes de graduação que não têm recursos para se envolverem nas ligas mais avançadas, que utilizam por exemplo robôs humanoides em competições de futebol ou organizando ambientes domésticos. O foco da liga júnior está na educação. O torneio fornece aos participantes a chance de participar de programas de intercâmbio internacional e compartilhar a experiência de conhecer colegas do exterior.

A *RoboCupJunior* oferece vários desafios, cada um enfatizando aspectos cooperativos e competitivos. Para jovens estudantes, a *RoboCupJunior* possibilita uma introdução interessante ao campo da robótica, uma nova maneira de desenvolver habilidades técnicas e artísticas por meio de experiência prática em artes, eletrônica, hardware e software e uma oportunidade altamente motivadora para aprender sobre trabalho em equipe e compartilhar tecnologia com amigos.

A *RoboCupJunior* possui três ligas: *Rescue*: onde os robôs identificam as vítimas em cenários de desastres recriados, variando de complexidade, desde o alinhamento de linhas em uma superfície plana até a negociação de caminhos através de obstáculos em terrenos irregulares. *Soccer*: na qual equipes utilizam robôs móveis autônomos que jogam em um ambiente altamente dinâmico, rastreando uma bola especial que emite luz em um campo fechado e marcado; e por fim, a *OnStage*: Nesta liga, um ou mais robôs interagem com humanos, vestidos com trajes e se movendo de formas criativas, em sintonia com o ritmo de uma determinada música e de modo interativo e colaborativo.

Após discorrermos sobre os principais aspectos das tecnologias da Informação e da Comunicação, RE e conhecermos os Torneios de Robótica, apresentamos na seção a seguir, de forma detalhada, a metodologia do presente estudo.

METODOLOGIA

Este trabalho teve como objetivo central analisar até que ponto, e em que sentido, a participação em Torneios de Robótica (TR), pode contribuir para melhorias do IDEB de escolas do Município de João Pessoa – PB, com vistas a refletir sobre a inserção de novas tecnologias

no âmbito educacional, e as possíveis contribuições da Robótica no processo de construção de conhecimento. Para tanto, analisou-se os resultados e metas do Ideb no período 2007 a 2017.

Embora no presente estudo façamos uso de dados quantitativos, relativos a construção e implementação de infográficos, estes também receberam tratamento qualitativo, isso porque entendemos, como defendem Piovesan e Temporini (1995), que a adoção, de modo equilibrado, de metodologias qualitativas e quantitativas permitem ampliar a compreensão acerca de determinada realidade, pois não se trata de métodos necessariamente opostos, mas que podem se complementar em busca dos mesmos objetivos.

Portanto, a visualização dos infográficos permitiu aliar as vantagens da discussão com aspectos quantitativos das informações, às possibilidades de qualificá-los posteriormente. Essa imbricação realizou-se em nível de complementaridade, permitindo desse modo a compreensão do fenômeno em estudo (PIOVESAN, A.; TEMPORINI, 1995). Nesse sentido, ressaltamos:

Pesquisa quantitativa, depois qualitativa ocorre quando as conclusões de um estudo quantitativo são usadas para desenvolver a etapa qualitativa. Um estudo quantitativo poderia ser usado para identificar temas importantes que posteriormente poderiam ser aprofundados pelo trabalho de campo qualitativo (GRAY, 2012, p. 15).

Sendo assim, buscamos utilizar uma abordagem metodológica com características próprias, cujo objetivo é fomentar a compreensão, interpretação e inferências com base nos infográficos.

Do ponto de vista etimológico, o termo *infografia* é apresentado através de diversos conceitos, neste artigo, trabalhamos na perspectiva da Associação Brasileira de Imprensa a qual define os infográficos como uma forma de representar informações técnicas como números, mecanismos e/ou estatísticas, que devem ser sobretudo atrativos e transmitidos ao leitor em pouco tempo e espaço.

Para construção dos infográficos utilizou-se o Tableau, uma plataforma *online* para criação avançada e flexível para implementação de infográficos. Os dados do Ideb⁵ foram coletados entre os anos de 2007 e 2017. Selecionou-se para análise seis escolas participantes de Torneios de Robótica, além de seis escolas que não participaram dos torneios no respectivo período. Nesta pesquisa o nome das escolas selecionadas para o presente estudo não será divulgado, por questões éticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

(83) 3322.3222⁵Disponível em: < <http://inep.gov.br/consulta-ideb> > Acesso em: 13/08/2018.

Nesta seção apresentamos os infográficos gerados. O primeiro infográfico gerado no *Tablou* está representado a seguir na Figura 2, e apresenta a média do Ideb entre as escolas participantes do Torneio de Robótica Júnior (TRJ):

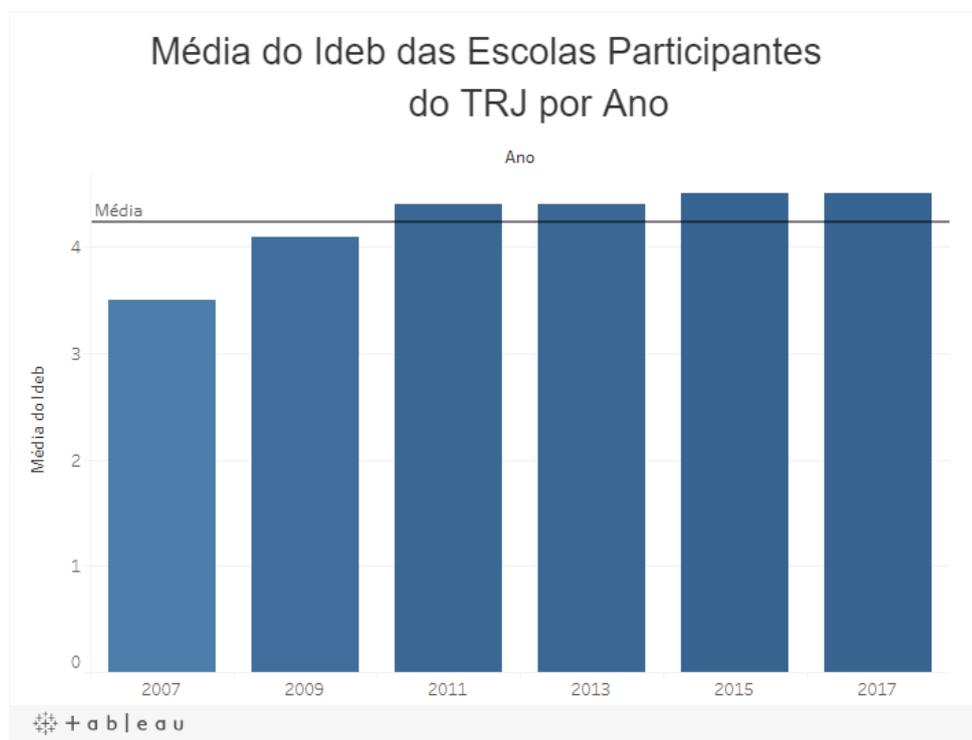


Figura 2: Infográfico⁶ da Média do IDEB das Escolas Participantes do Torneio de Robótica.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao analisarmos o infográfico acima, é possível identificarmos que o entre os anos de 2007 e 2009, as escolas participantes encontravam-se abaixo da média. Como os Kits de Robótica Educacionais estavam sendo entregues neste período, é possível inferirmos que as escolas se encontravam em um processo de apropriação das novas tecnologias que estavam chegando à escola.

Conforme Sancho (2006), a inserção tecnológica requer além de uma infraestrutura adequada, a formação e capacitação de docentes, para que possam realizar a mediação do processo de conhecimento de modo adequado. A pesquisa realizada por Oliveira (2015) em Escola Pública da Paraíba, identifica a importância da formação de professores para uso da RE em sala de aula, ao considerar que práticas inovadoras podem mobilizar o potencial de aprendizagem.

O infográfico a seguir apresenta um comparativo do IDEB obtido (barras azuis) com a meta planejada anteriormente (barras laranjas). Conforme os dados apresentados é possível

(83) 3322.3222⁶ O Infográfico interativo está disponível em: <https://tinyurl.com/media-ideb-TR>

perceber que em todos os anos o IDEB obtido é igual ou maior do que a meta planejada, o que significa um resultado muito positivo.

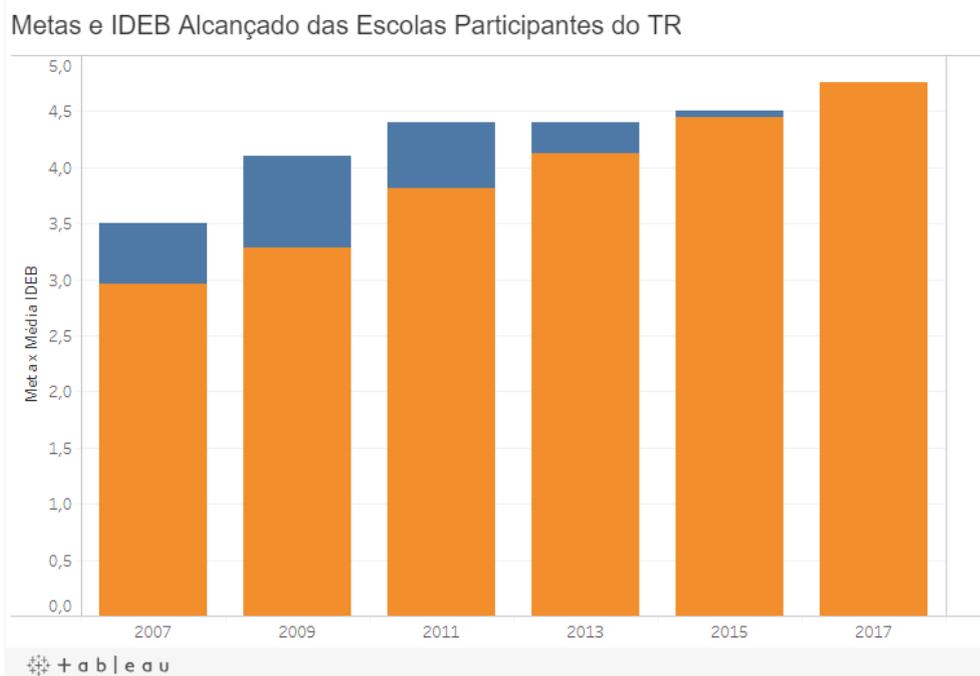


Figura 3: Infográfico⁷ da Média do IDEB Obtido e a Meta das Escolas Participantes do Torneio de Robótica.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Com o objetivo de verificar se a participação do Torneio de Robótica (TR) contribuiu para o aumento do índice do IDEB, foi construído um infográfico comparando o desempenho médio obtido através do IDEB de seis escolas não participantes com seis escolas participantes do TR. A lista das escolas participantes foi obtida através de consulta ao site da Secretaria de Educação de João Pessoa, o qual apresentou o nome de dez escolas, todavia, nem todas as escolas participantes possuíam informações suficientes sobre o desempenho do IDEB, no site do INEP, portanto, quatro escolas não foram selecionadas para análise, restando apenas seis. As escolas não participantes de Torneios de Robótica, selecionadas para o presente estudo, foram escolhidas de forma aleatória, cujo único requisito era possuir os dados do IDEB de 2007 a 2017.

O terceiro infográfico apresentado a seguir na Figura 4, ilustra a média do desempenho obtido no IDEB entre os dois grupos de escolas. A linha laranja representa as escolas participantes e a linha azul as escolas não participantes de Torneio de Robótica. Como pode ser visualizado, quando comparado com outras escolas, os resultados obtidos das escolas

⁷ O Infográfico interativo está disponível em: <https://tinyurl.com/meta-ideb-TR>

participantes apresentam um aumento crescente nos primeiros anos, demonstrando um resultado, sem grandes picos de declínio, alcançando em seguida uma certa estabilidade, como pode ser visto na linha correspondente às escolas participantes do TR.

Comparativo do IDEB Obtido pelas Escolas Participantes e Escolas não Participantes do TR

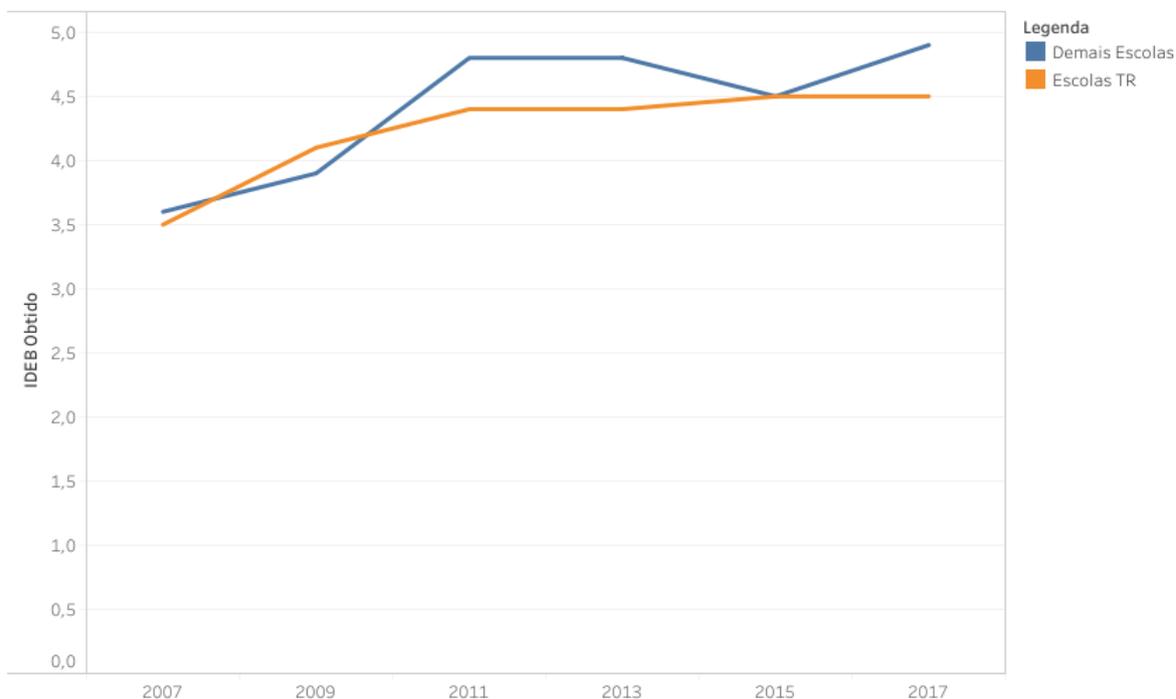


Figura 4: Infográfico⁸ do Comparativo da Média do IDEB obtido pelas Escolas Participantes e Escolas não Participantes do Torneio de Robótica. Fonte: Elaborado pelos autores.

É possível também perceber que o IDEB das demais escolas uma certa variação, embora apresente na maior parte do tempo um aumento crescente, verificamos uma queda entre o período dos anos de 2013 e 2015, atingindo um mesmo índice, contudo, entre 2015 a 2017, as escolas que não participaram do TR demonstram um aumento significativo de 2018 a 2017.

De acordo com o panorama apresentado, a participação das escolas em TR não apresentaram resultados significativos no IDEB, pelo contrário, as escolas não participantes demonstraram valores superiores na maior parte do período analisado, o que podemos inferir que a participação em TR, não se constitui de um fator determinante para elevação do IDEB no município analisado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

⁸ O Infográfico interativo está disponível em: <https://tinyurl.com/comparacao-escolas-ideb>

A presente pesquisa percorreu junto a um objetivo maior, analisar o papel dos Torneios de Robótica (TR) e seus contributos no processo de construção do conhecimento, a partir de uma reflexão sobre a inserção de novas tecnologias na escola e as diversas formas como a Robótica é utilizada em escolas públicas do Município de João Pessoa - PB.

Com base na construção, visualização e análise dos infográficos gerados por meio dos dados do IDEB, entre os anos de 2007 a 2017, identificamos que os TR não apresentam características determinantes para elevação do IDEB, embora as escolas tenham apresentado um índice na maioria do período acima da meta estabelecida.

Ao compararmos o desempenho de seis escolas participantes e não participantes de TR no respectivo período, verificou-se que as escolas participantes dos TR não se destacam quanto ao seu respectivo Ideb ao longo do tempo.

Entendemos ainda o importante papel da atividade prática com robôs, a qual pode ter características que podem mobilizar os sujeitos na sala de aula, ampliando as possibilidades de aprendizagem em ambientes não formais, como os TR.

Assim, ao término deste estudo, percebemos a necessidade de considerarmos a singularidade humana e a relação com o saber estabelecida antes de quaisquer utilizações de um novo recurso metodológico ou tecnológico, tendo em vista que o uso da RE outrora era privilégio de poucos alunos de escolas particulares, agora se encontra ao alcance de alunos de classes populares.

Neste estudo, partimos de um olhar macro, no que concerne aos dados do IDEB, entretanto, as conclusões obtidas no estudo sugerem o desenvolvimento de novas investigações que versem sobre esta temática. Indicamos algumas, como desdobramentos do trabalho. Uma problemática a ser discutida trata-se da formação inicial e/ou continuada de professores para o uso da RE para aprendizagem formal no ambiente escolar.

A questão das políticas e práticas curriculares é um tema ainda pouco explorado e com isso requer investigações. Embora a RE tenha sido inserida nas escolas, ainda não existe uma proposta de inserção curricular desta ferramenta, e nesse contexto, cabe alguns questionamentos: sua real implantação existe? Ou seu uso será transformado em um modismo pedagógico?

Por fim, oriundos desse tema, além das sugestões elencadas, outros estudos podem surgir, tendo em vista que o campo de pesquisa sobre RE no âmbito nacional ainda é um tema recente, e nesse contexto, revela-se um campo científico fértil a ser explorado, refletido e problematizado sob diferentes tendências teórico - metodológicas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ALTIN, H.; PEDASTE, M. Learning approaches to applying robotics in science education. **Journal of Baltic Science Education**, v. 12, n. 3, 2013, p. 365-377.

AROCA, R. V. **Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional**. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

BENITTI, F. B. V. Exploring the educational potential of robotics in schools: a systematic review. **Computers & Education**, v. 58, i. 3, 2012, p. 978-988.

BRASIL, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Linguagens, Códigos e suas tecnologias. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2006.

CAMPOS, F. R. **Currículo, Tecnologias e Robótica na educação Básica**. Tese (Doutorado em Educação: Currículo) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-SP, São Paulo, 2011.

CASTRO, V. G. **RoboEduc: Especificação de um Software Educacional para ensino da Robótica às crianças como um ferramenta de inclusão digital**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

CHELLA, M. T. **Ambiente de Robótica para Aplicações Educacionais com o Super Log**. 100p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

D'ABREU, J. V. V.. **Integração de dispositivos Mecatrônicos para ensino-aprendizagem de conceitos na área de automação**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

LABEGALINI, A. C. **A construção da prática pedagógica do professor: O uso do LEGO/ROBÓTICA na sala de aula**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.

MARCHAND, D. **La Robotique Pédagogique! Ça existe?** Le Bulletin de L'epi. N°65. P. 119-123, 1991.

MATTAR, J. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

OLIVEIRA, E.S. **Robótica Educacional e Raciocínio Proporcional: uma discussão à luz da Teoria da Relação com o Saber**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, 2015.

ORTOLAN, I.T. **Robótica Educacional: Uma Experiência Construtiva**. 110p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PAPERT, S. **Mindstorms: children, computers, and powerful ideas**. New York: Basic Books, Inc., 1980.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Tradução Sandra Costa. Porto Alegre: Artmed, 2008. Tradução de: Children's Machine: rethinking School in the Age of the Computer.

PERALTA, D. A. et al. Relação de autoria com o conhecimento: robótica como prática pedagógica de intervenção em casos de dificuldade de aprendizagem. In: **XIV Conferência Interamericana de Educação Matemática**. Chiapas, México, 2015.

PETRY, P. P. **Processos cognitivos de professores num ambiente construtivista de robótica educacional**. 174p. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

PIOVESAN, A.; TEMPORINI, E. . **Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública**. Revista Saúde Pública, v. 29, 1995.

RIBEIRO, C. R. **Robô Carochinha: Um estudo qualitativo sobre a robótica educativa no 1º ciclo do ensino básico**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Minho, Braga, 2006.

SANCHO, M. J. **De tecnologias da informação e Comunicação a recursos educativos**. In: SANCHO, M. J. ; HERNÁNDEZ, F. (Org.) *Tecnologias para transformar a educação*. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SANTOS, C. F. **Um Estudo sobre Robótica Educacional usando Lego Mindstorms**. 166p. Dissertação (Mestrado em Informática) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

SILVA, A. A. R. S. **Robótica e Educação: Uma possibilidade de Inserção Sócio-Digital**. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

SOUZA, A. M. M.; DEPRESBITERIS, L.; MACHADO, O. T. M. **A mediação como princípio educacional: bases teóricas das abordagens de Reuven Feurstein**. São Paulo: Editora Senac, 2004.

VYGOTSKY. **El desarrollo de los procesos psicológicos superiores.** Barcelona: Crítica, 1979.

ZILLI, S. **Apostila de Robótica Educacional. Expoente Informática.** Curitiba: Gráfica Expoente, 2002.

UMA ALTERNATIVA PARA DETECÇÃO DE PATÓGENOS VIA POLARIMETRIA E SMARTPHONES

Francisco de Assis de Brito ¹
Morgana Lígia de Farias Freire ²
Múcio Freire Vieira ³

RESUMO

No presente estudo, abordamos a possibilidade de se desenvolver um método para detecção de patógenos. O método baseia-se no uso da atividade óptica de uma amostra de material biológico através do emprego de sensores de smartphone. A atividade óptica de objetos biológicos pode nos permitir encontrar padrões específicos no corpo humano infectado, uma vez que a atividade óptica dessas substâncias como a hemoglobina, anticorpos e outros, pode ser detectada através de um dispositivo equipado com feixes de luz e polarizadores adequados. Além disso, estudos anteriores relataram a redução das taxas de hemoglobina e albumina, por exemplo, como resposta a certos patógenos como vírus e isso pode se refletir na atividade óptica, uma vez que a mesma depende da concentração do material óptico ativo. Em nosso estudo, utilizando este método, fizemos vários ensaios envolvendo substâncias orgânicas como a sacarose e substâncias biológicas como clara de ovo e sangue humano. Observamos o padrão de atividade óptica detectado e comparamos com a literatura tanto para aferição dos dispositivos quanto para demonstração da viabilidade do método. Com um volume substancial de dados podemos usar a técnica de treinamento de máquina através do uso de inteligência artificial para inferência de resultados clínicos relevantes.

Palavras-chave: Atividade óptica, Smartphones, Patógenos.

INTRODUÇÃO

Desde o final de 2019, o mundo é assolado por casos de graves pneumonias, reportados pela primeira vez na cidade de Wuhan, China. O vírus responsável por este tipo de pneumonia foi denominado como vírus da síndrome respiratória aguda 2 ou SARS-CoV-2, cuja doença passou a ser conhecida como coronavírus-19 ou COVID-19. Os casos de pneumonia aguda foram rapidamente se propagando em diferentes regiões da Ásia, e no final de janeiro de 2020 a COVID-19 foi declarada como emergência pública da preocupação internacional pela Organização Mundial da Saúde. Neste momento, o SARS-CoV-2 está presente ao redor de todo o mundo, apresentando milhões de casos e tem como epicentro os Estados Unidos da América. O Brasil, assim como outros países em desenvolvimento, vive

¹Professor da Unidade Acadêmica de Física da Universidade Federal de Campina Grande-PB, fabrito@df.ufcg.edu.br;

²Professora do Departamento de Física da Universidade Estadual da Paraíba-PB, morganalff@gmail.com

³Mestrando do Curso de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba – Campus IV-PB,

muciofreirevieira@gmail.com.

um cenário dramático, com um número de casos que aumentaram exponencialmente no início da pandemia que se manteve num platô de patamar bastante alto por meses além de grave problema de subnotificação. Atualmente, o Brasil possui um total acima 6 milhões de casos acumulados sendo mais de 168 mil fatalidades em decorrência da doença. A subnotificação do vírus pode causar imensa dificuldade nas estratégias de mitigação dos efeitos da doença, em medidas que protejam o sistema de saúde, e em estratégias que visem a retomada econômica das regiões afetadas. Além disso, a subnotificação também gera incerteza em relação aos dados apresentados pelo país, o que implica em sérias dificuldades para prever cenários pandêmicos. Uma das grandes dificuldades para a realização de testes em massa é sua produção limitada, bem como a demora em um diagnóstico sem falsos positivos ou negativos. Deste modo, torna-se atrativo pesquisar e desenvolver ferramentas de fácil produção e acesso pela população que permitam uma testagem confiável e rápida. Uma vez que, vírus como o SARS-CoV-2 podem estar presentes em aves e diferentes mamíferos, a humanidade tem grande chance de enfrentar uma nova pandemia ocasionada por um vírus deste grupo. Portanto, torna-se de grande importância a pesquisa em novas tecnologias que permitam uma testagem em massa confiável e acessível. Nesta linha de investigação produzimos um artigo (BRITO et al., 2020) o qual fundamenta parte deste trabalho e que se encontra submetido para publicação.

A atual pandemia de coronavírus-19 produziu um alerta internacional para quarentena no sentido de se evitar a disseminação da COVID-19. Nesta situação, um grande esforço para encontrar maneiras de detectar os vírus torna-se obrigatório, a fim de proporcionar um cenário fidedigno da pandemia em um determinado país, orientando políticas públicas que auxiliem na mitigação da doença e na proteção dos sistemas de saúde. Isso ocorre porque, sob demanda epidêmica, normalmente qualquer sistema de saúde pode entrar em colapso devido à falta de infraestrutura suficiente e também a medicamentos eficazes limitados para aliviar os sintomas dos pacientes. Alguns dispositivos interessantes baseados em smartphones foram apresentados recentemente, por exemplo, nos trabalhos de Story et al. (2019), Maddah et al. (2020) e Vhaduri et al. (2019). Em um estudo mais recente, Magdid et al. (2020), os autores consideraram o uso de sensores de smartphones para alimentar um algoritmo de aprendizado de máquina com vários dados. Sabemos que moléculas de açúcar e proteínas definem atividade óptica, como quiralidade de mão esquerda (levogiro) ou direita (dextrogiro). Moléculas naturais de açúcar ou sacarose, por exemplo, são dextrogiras, enquanto a maioria dos aminoácidos, que são os compostos das proteínas, são levogiras. Para vírus, o mesmo

deve acontecer, uma vez que, são revestidos por capsídeo baseado em proteínas. Obviamente, em uma amostra de sangue, pode-se encontrar vários tipos de proteínas além do vírus. Portanto, não esperamos aplicar o método de testagem descrito aqui ao próprio vírus. Para investigar vírus diretamente com atividade óptica normalmente se apela à atividade óptica via espectroscopia Raman, que obviamente não é uma tarefa que se espera que seja executada pelas atuais tecnologias de smartphones. No entanto, para tornar nosso método possível em nosso cotidiano, principalmente nas épocas epidêmicas, podemos apontar uma maneira específica de apresentar uma metodologia para detectar as doenças causadas pelos vírus. Pode-se esperar encontrar padrões suficientes para calibrar via aprendizagem de máquina um dispositivo (computador ou o próprio smartphone) para fixar uma referência de atividade óptica em uma amostra de material sanguíneo. Isto será precisamente o que vamos propor nas seções seguintes. Uma vez estabelecida, pode-se usar esta referência para comparar com outras amostras. Por exemplo, em uma amostra de sangue com alguma concentração de coronavírus, pode-se procurar alterações de várias substâncias, como diminuição nas taxas de hemoglobina, albumina e linfócitos (linfopenia) ou valores aumentados de proteína C reativa (PCR), creatinina e dímero D, para citar alguns exemplos (LIPPI e PLEBANI, 2020). Já existe um dispositivo difusométrico baseado em smartphone para detectar a concentração de PCR (CHUANG et al., 2019), que se procura analisar imagens de um microscópio de fluorescência. No entanto, até o momento, não existe esse dispositivo com base na atividade óptica. Como esta proteína é composta de 224 aminoácidos que são substâncias opticamente ativas, é importante procurar dispositivos baseados nesse fenômeno óptico para detectar a PCR, por exemplo.

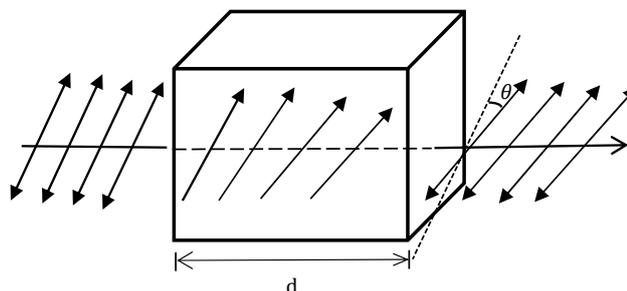


Fig. 1. A luz plano-polarizada atravessando a amostra de uma substância opticamente ativa. O ângulo de rotação θ é devido a atividade óptica.

Há muito tempo conhecemos um efeito óptico interessante sobre os materiais em geral (orgânicos ou não). Esse fenômeno é conhecido como a atividade óptica do material - Ver Figural. Especialmente em materiais orgânicos a atividade óptica está presente, desde que

sejam baseadas em moléculas assimétricas que são caracterizadas pela presença de um carbono quiral, ou seja, um átomo de carbono que está ligado a quatro átomos distintos ou grupos de átomos. Neste efeito, a luz polarizada ao passar por um material, seu plano de polarização é girado por um ângulo dado por:

$$[\theta]_{\lambda}^T = \theta / (c \times d).$$

Este depende da atividade óptica específica ou relativa da substância dada pela rotação específica $[\theta]_{\lambda}^T$, a distância d (dado em dm) que é atravessada pela luz, ou seja, a espessura da substância opticamente ativa e sua concentração c (dada em g/cm^3 ou g/mL). Esta fórmula é conhecida como a lei Biot. Observe que a rotação específica em geral depende da temperatura T e comprimento de onda λ no qual a medição é realizada. É uma propriedade importante inerente da substância que é mais citada na forma $[\theta]_{D}^{20}$, o que significa uma medida na temperatura $T = 20^{\circ} \text{C}$ e D está para o comprimento de onda da ‘linha D’ de uma lâmpada de sódio do espectrômetro, ou seja, para $\lambda \sim 589 \text{ nm}$. Por exemplo, a rotação específica da sacarose medida nessas condições é $[\theta]_{D}^{20} = +66,50$. A forma explícita da rotação ou atividade óptica específica $[\theta]_{\lambda}$ será discutida mais tarde quando expressarmos a lei de Drude.

METODOLOGIA

No presente estudo, oferecemos a possibilidade de se desenvolver um método para detecção de doenças infectocontagiosas tais como a COVID-19 e similares de forma remota. Esse método, baseia-se no uso da atividade óptica de uma amostra de material biológico através do emprego de sensores de smartphones.

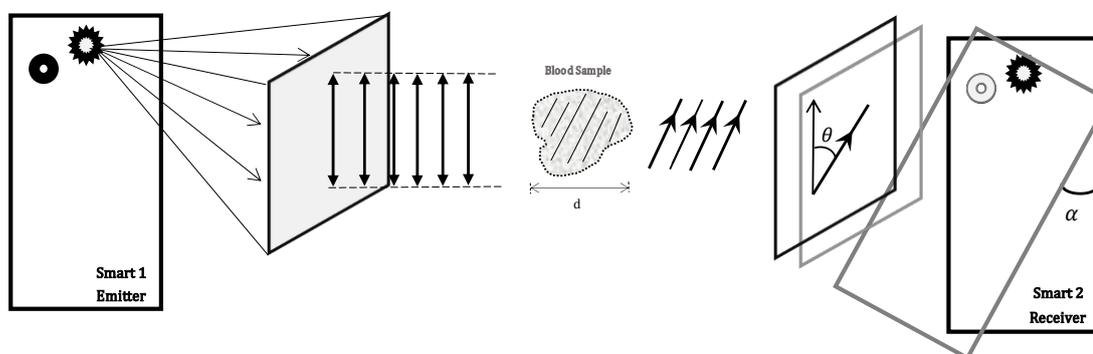


Fig. 2. Ao primeiro smartphone (à esquerda) é adicionado um filtro de cor e um polarizador. O segundo smartphone (à direita) que recebe a onda plana polarizada girada por um ângulo θ devido à amostra, também é equipado com um segundo polarizador que chamamos de “analisador”. A rotação α sobre o dispositivo é efetuada pelo usuário para determinar o ângulo θ .

A seguir, vamos descrever duas possibilidades de uso de smartphones para fazer polarimetria de uma determinada amostra. No primeiro cenário, descrito esquematicamente pela Figura 2, a luz polarizada pode ser produzida por um polarizador primário em um emissor de luz ou flash do smartphone. Neste caso, um plano-polarizador de luz e um filtro de cor (“monocromador”) são colocados no emissor de luz do primeiro smartphone. Após a luz monocromática plano-polarizada viajar pela amostra, ela sofre atividade óptica. Na etapa seguinte, a luz encontra um polarizador secundário (analisador) acoplado ao segundo smartphone, de onde a luz analisada parte para a lente de sua câmera. A intensidade da luz combinada com a variação angular do analisador será analisada por um software específico dentro do segundo smartphone. O software converterá essas duas informações na medida do ângulo com luminosidade mínima, o qual corresponde ao ângulo θ devido à atividade óptica observada – ver exemplo na figura 3. A medida é feita girando o segundo smartphone em torno do eixo do raio de luz. Para registrar o efeito de giro, o software utiliza o giroscópio do smartphone.

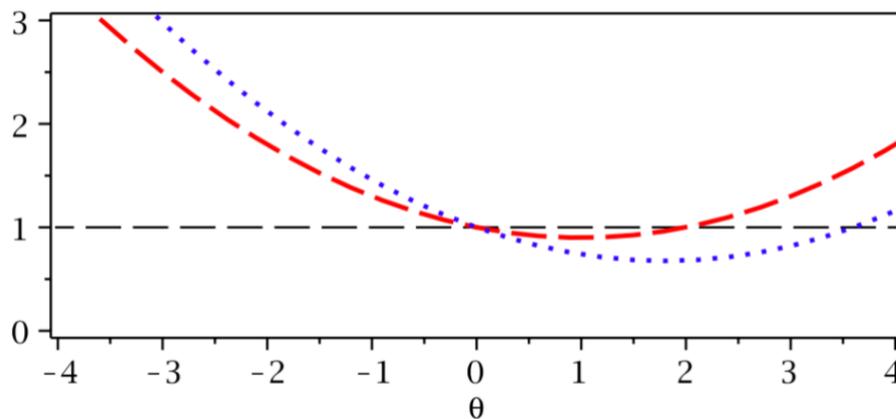


Fig. 3. Exemplo de medida da atividade óptica encontrada em duas amostras. A posição de luminosidade mínima ocorre no ângulo de rotação devido a atividade óptica das substâncias dadas respectivamente por $\theta = 1^{\circ}$ e $\theta = 1.80^{\circ}$.

Como alternativa, também é possível usar como fonte de luz já polarizada e monocromática (sempre podemos escolher a cor de plano de fundo por algum software – ver descrição detalhada abaixo) da própria tela do primeiro smartphone ou de uma tela de computador à base de LED. Neste caso só precisamos de um único plano-polarizador acoplado ao smartphone com o qual será feita a medida. Aqui ao invés de usarmos a câmera é recomendável que se use o foto-sensor presente em praticamente todos os smartphones modernos. Isto porque, existem vários softwares livres que medem a luminosidade ambiente

computador (ou outro smartphone) e o smartphone com o polarizador no foto-sensor. A descrição deste arranjo experimental encontra-se na Figura 4. As medidas devem ser feitas em ambiente completamente escuro. Também foi considerada uma temperatura ambiente em torno de 25°C. O aplicativo usado nas medidas, o Smart Luxmeter para o Sistema operacional Android, é um software livre.



Fig. 4. Cenário equivalente ao da Figura 2. A luz polarizada da tela do computador incide sobre a amostra (à direita). O smartphone com um plano-polarizador acoplado ao foto-sensor (canto superior esquerdo) deve ser colocado contra a amostra e girado 180° em torno do eixo ao longo do feixe de luz com o Smart Luxmeter ligado por 30s.

A medida deve ser feita girando lentamente este smartphone em torno do eixo do raio de luz proveniente da amostra, enquanto o software mede a luminosidade mínima ao longo do tempo de giro, que normalmente é dado numa janela de até 30s. No presente cenário, não há necessidade de se usar o giroscópio do celular. Para determinar o ângulo de luminosidade mínima basta o usuário girar o smartphone lentamente por 30s varrendo um ângulo total de 180°. Isto garantirá uma relação linear entre tempo e ângulo correspondentes à luminosidade mínima medidos para uma determinada amostra, segundo a fórmula

$$\theta = 6^\circ/s \cdot t - 90^\circ,$$

onde convenientemente escolhemos medidas de ângulo no intervalo $[-90^\circ, 90^\circ]$. Uma vez posto estes dois cenários possíveis para implementação de medidas de atividade óptica via smartphones, optamos pelo segundo cenário por ser de maior praticidade, conforme

(83) 3322.3222 constatado nos experimentos.

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

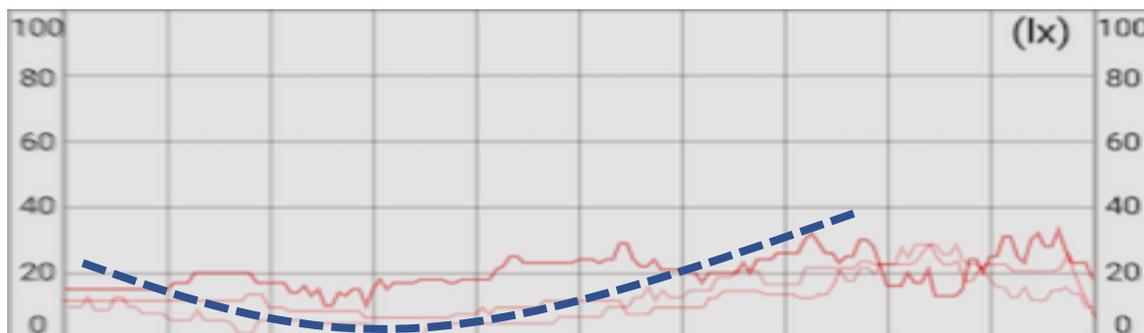


Fig. 5. Descrição do método de extração do valor de luminosidade mínima no sensor do smartphone. O usuário gira o smartphone com polarizador acoplado, num ângulo de 180° em 30 segundos.

Na Figura 5, exemplificamos o método de extração do valor de luminosidade mínima no foto-sensor do smartphone. O usuário gira o celular com polarizador acoplado num ângulo de 180° em 30 segundos. O software mede em Lux (lx) a intensidade da luz que chega até o foto-sensor de luz usualmente disponível em todos os celulares. Esta medida normalmente é feita em função do tempo em segundos (s). Neste sentido o usuário ajusta a posição do celular em zero graus e ativa o software, começando a girar o celular lentamente de forma tal que ao completar 180° a leitura seja terminada em 30 s – cada marco no mostrador corresponde a 3s. No final da leitura o usuário desliga o software. Se a substância que estiver entre o smartphone e a fonte de luz monocromática polarizada – proveniente da tela de um computador ou de outro smartphone – for uma substância opticamente ativa, o usuário deve observar algum padrão conforme descrito na figura 5. Uma vez que a posição de mínimo nem sempre fica bem definida devido a vários fatores desde aqueles relacionados à fonte de luz da tela de LED do computador – LEDs não possuem uma largura espectral tão bem definida quanto lasers – a efeitos dielétricos da ampola da amostra, ou até mesmo espalhamento da luz pela própria amostra, é recomendado que se façam várias medidas para uma determinada frequência de luz monocromática mantendo as mesmas condições. No exemplo da figura 5, foi usada uma amostra de clara de ovo na faixa do amarelo com um comprimento de onda em torno de $\lambda=580\text{nm}$. Vemos que com três medidas já foi possível definir o ponto de mínimo em torno de $t=10\text{s}$ – como está indicado pela curva tracejada em azul. Conforme mostramos previamente, mantendo o giro num passo lento o suficiente de forma a completar 180° em 30s teremos uma relação linear entre o tempo mostrado no visor e ângulo de giro em graus. Assim podemos converter facilmente tempo em ângulo e assim encontrar a atividade óptica da

figura 5, esta posição corresponde a uma atividade óptica específica $[\theta] = -30^{\circ} \text{ cm}^2/\text{g}$, a qual é consistente para esta faixa de comprimento de onda a uma temperatura ambiente de 25° C (BRESLER, 1971).

A seguir descrevemos como usamos a polarimetria por smartphones para testar a viabilidade da mesma quando precisamos variar o comprimento de onda da luz emitida pela fonte (tela de computador ou de outro smartphone). Usamos uma amostra de açúcar de cana, ou sacarose, dissolvido em água, para medir a atividade óptica específica em função do comprimento de onda para quatro cores distintas conforme destacadas na Tabela 1.

λ (nm)	t (s)	θ (deg)	$[\theta]$ (deg cm^2/g)
470 (azul)	29	84	100,27
530 (verde)	26	66	78,79
580 (amarelo)	24	54	64,46
700 (vermelho)	22	42	50,13

Tab.1. Valores da atividade óptica específica da sacarose para quatro cores. O usuário gira o smartphone, com polarizador acoplado, num ângulo de 180° em 30 segundos. Os tempos de luminosidade mínima obtidos no visor e seus ângulos correspondentes, estão listados na segunda e terceira colunas. Note que ‘deg’ aqui é equivalente a grau ($^{\circ}$).

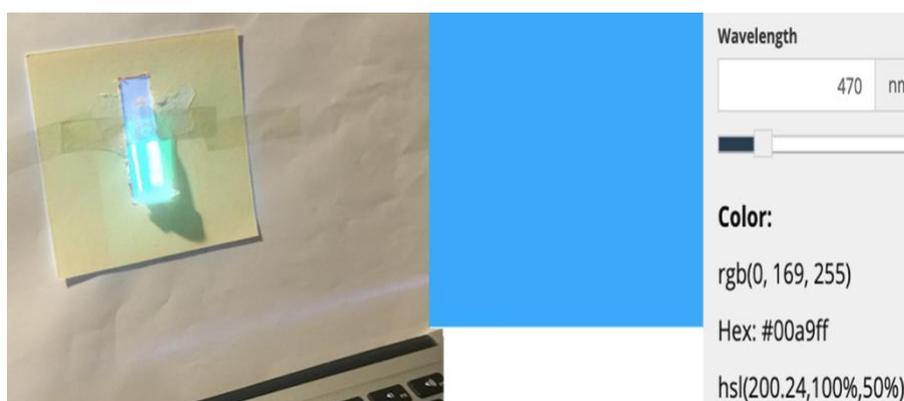


Fig. 6. A luz polarizada monocromática da tela do computador incide sobre a amostra numa ampola plástica (à esquerda). A cor com o seu respectivo comprimento de onda pode ser obtida através da mudança de cor do plano de fundo da tela via <https://academo.org/demos/wavelength-to-colour-relationship> (à direita).

A amostra possuía uma concentração $c=0,8376 \text{ g/cm}^3$ ($0,8376 \text{ g/mL}$) e a ampola usada consistia em um involucro plástico, transparente com diâmetro $d=0,1 \text{ dm}$ ($1,0 \text{ cm}$) sob uma temperatura ambiente de 25°C . Para variar a cor da luz monocromática emitida pela fonte, usando a tela de LED de um computador, usamos um aplicativo típico que muda a cor de

plano de fundo. Pode-se também simular o mesmo efeito através de sítios da rede mundial de computadores. Na Figura 6, mostramos o arranjo experimental para capturar o efeito de atividade óptica em função do comprimento de onda. Os valores obtidos para a atividade óptica específica $[\theta]$ da sacarose em função do comprimento de onda λ são descritos pela Figura 7. Notamos que os pontos seguem de fato uma curva de tendência de acordo com a lei de Drude $[\theta]=A/(\lambda^2-\lambda_0^2)$, (MAHURIN et al., 1999) onde λ_0 é a *constante de dispersão ou banda de absorção* (BRESLER, 1971).

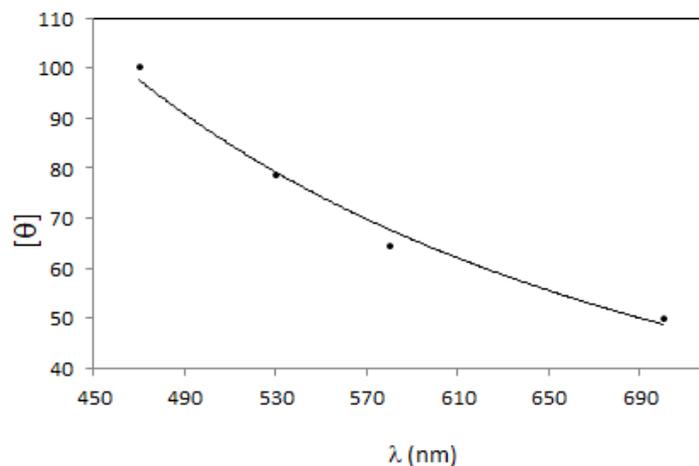


Fig. 7. Curva de dispersão da atividade óptica específica em deg cm²/g, medida para a sacarose diluída em água. A curva de tendência segue uma dispersão que está de acordo com a lei de Drude.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A abordagem alternativa de testagem que propomos aqui com o uso do polarímetro via smartphones consiste na obtenção de variáveis devido ao resultado de análise espectral de uma determinada amostra. Por exemplo, como mostra a Figura 8, a atividade óptica observada θ , conforme discutido previamente, depende da atividade óptica específica $[\theta]$ da concentração e da espessura da amostra d . Como uma determinada amostra de sangue, por exemplo, é constituída por uma grande quantidade de estruturas opticamente ativas devemos decompor a atividade óptica observada θ numa série de atividades óticas específicas $[\theta]_i$; tal que tenhamos a seguinte equação

$$\theta = ([\theta]_1 c_1 + [\theta]_2 c_2 + \dots + [\theta]_N c_N) \times d$$

para N constituintes da amostra. Para um número suficiente de medidas de diferentes indivíduos podemos formular uma tabela de valores com cada c_i indicando a condição de concentração de frações sanguíneas do indivíduo tais como taxas de glicose, albumina, hemoglobina, etc. Esta tabela pode em princípio ser usada para treinar uma máquina (computador) com um software que emprega a inteligência artificial, cujo processo hoje em dia é conhecida como “aprendizagem de máquina” (ou *machine learning* em inglês) (MAGHDID et al, 2020). Uma vez treinada a máquina com essas informações sobre um determinado patógeno ou doença decorrente do mesmo, como por exemplo a COVID-19, podemos obter uma alternativa de testagem através de entradas de dados de um determinado indivíduo com suspeitas ou sintomas leves da doença. A máquina deverá inferir em termos de probabilidades as chances de o paciente estar ou não com a doença. Também será possível obter informações a respeito da condição clínica do paciente, como por exemplo a taxa de oxigenação do sangue e coagulação, conforme descrevemos abaixo.

λ (nm)	t (s)	θ (deg)
419	14	-6
451	26	66
489	13	-12
532	11	-24
580	13	-12
700	16	6

Tab.2. Atividades ópticas observadas θ numa amostra de sangue para cada comprimento de onda e seus respectivos tempos de luminosidade mínima obtidos no visor do Smart Luxmeter.

Dos dados coletados de uma amostra de sangue humano, aplicando o método previamente descrito para obter a atividade óptica da amostra através de um smartphone com um polarizador acoplado ao mesmo, em função de 6 (seis) comprimentos de onda de forma a cobrir de forma razoável o espectro visível, ver Tabela 2, obtivemos dados relativamente suficientes para interpolar uma curva para a atividade óptica observada descrita acima. O ajuste da curva nos permitiu obter os coeficientes c_i os quais coincidem justamente com a concentração de 4 (quatro) substâncias básicas do plasma humano: glicose, albumina, globulinas e fibrinogênio. Para tanto, é preciso considerar as atividades ópticas específicas de cada uma dessas proteínas e glicose em função do comprimento de onda λ . Para

comprimentos de onda suficientemente longe da banda de absorção λ_0 cada uma dessas grandezas é descrita essencialmente pela lei de Drude, já introduzida acima no estudo da sacarose. Para cada uma das substâncias supracitadas temos os parâmetros da lei de Drude $[\theta]=A/(\lambda^2-\lambda_0^2)$ da seguinte forma (STARK et al.,2019):

i (sub - índice)	Substância	A (deg ml nm ² /g/dm)	λ_0 (nm)
1	Glicose	$1,72 \times 10^7$	150
2	Albumina	$-1,75 \times 10^7$	264
3	Globulina	$-1,48 \times 10^7$	211
4	Fibrinogênio	$-1,37 \times 10^7$	260

Tab.3. Parâmetros de Drude. Amplitude A e comprimento de onda λ_0 para as substâncias mais prevalentes no plasma humano. Note que essas proteínas são levogiras enquanto a glicose é dextroira.

Na figura 8, apresentamos a curva da atividade óptica observada θ , descrita acima, em função do comprimento de onda λ que foi obtida através do método de interpolação não linear dos pontos dados na Tabela 2. Esta foi construída através da soma das atividades ópticas específicas dadas em termos da lei de Drude com os parâmetros listados na Tabela 3 e das concentrações c_i a serem determinadas. Assim chegamos à equação da curva magenta

$$\theta(\lambda)=[A_1/(\lambda^2-\lambda_{01}^2)+ A_2/(\lambda^2-\lambda_{02}^2)+ A_3/(\lambda^2-\lambda_{03}^2)+ A_4/(\lambda^2-\lambda_{04}^2)]$$

onde absorvemos a distância d e as concentrações c_i nos parâmetros A_i determinados no processo de interpolação e que são dados a seguir:

$$A_1 = +3,5455 \times 10^{10}, \quad A_2 = -3,2179 \times 10^{11}, \quad A_3 = -9,4813 \times 10^{10}, \quad A_4 = +3,8127 \times 10^{11}.$$

Note que o conjunto A_i para um determinado indivíduo obviamente deve ser útil para obter dados das frações de sangue que pode ser importante para determinar alguma enfermidade em geral, não necessariamente uma virose. No entanto para um volume suficientemente grande de amostras de diferentes indivíduos classificando-os por idade, gênero, etnia, etc pode-se gerar um excelente volume de dados para aplicação de inteligência artificial no sentido de se ter dados suficientes para treinar a máquina para reconhecer padrões de uma determinada patologia.

Vamos agora avançar nos detalhes de obtenção de concentrações de um determinado indivíduo dado algumas informações prévias. Por exemplo, podemos conhecer a concentração de glicose no sangue se conhecermos as demais concentrações e vice-versa. Porém, antes de

avançarmos na obtenção dessas grandezas, um comentário importante deve ser feito. Apesar de estarmos modelando a amostra de sangue considerando apenas as proteínas e glicose mais relevantes para o plasma humano é óbvio que este é apenas parte do problema, uma vez que a amostra utilizada não foi apenas de plasma, mas sim de sangue completo depositado num filme plástico transparente – uma alternativa ao exemplo com ampolas mostrada na Figura 6. Neste caso, outras componentes como as proteínas do grupo heme como a hemoglobina, mioglobina, etc responsáveis pela cor vermelha do sangue, deve ser adicionada. Isto porque existe uma forte absorção devido a essas proteínas na faixa de 420 nm. Na figura 8, através das curvas pontilhadas, está indicado o que acontece na presente amostra, que é uma absorção precisamente nesta banda e uma outra mais à direita na faixa de 460 nm, o que não é o nosso caso. Porém esse descolamento no pico de absorção no grupo heme, sobretudo da hemoglobina tem uma séria conexão com a concentração de oxigênio no sangue. Aqui enquanto na primeira banda indica uma forte concentração de oxigênio, a segunda acontece quando há uma precária (ou mesmo nula) concentração de oxigênio (SUGITA, Y. et al, 1971). Obviamente este seria mais um dado a ingressar no conjunto de dados para treinamento em inteligência artificial e gerar uma melhor precisão na resposta clínica de interesse. Então mesmo modelando com apenas substâncias óptica-ativas prevalentes do plasma humano, efetivamente o modelo consegue capturar essa região de absorção no azul conhecida como banda de Soret. E o efeito de a atividade óptica se anular coincidindo com a banda de absorção, é chamado de efeito Cotton (BRESLER, 1971).

Embora, o fato mais importante do método descrito aqui para detecção de patógenos ou suas respectivas doenças via polarimetria por smartphones, cujo objetivo principal é obter uma tabela de dados descritos pelos parâmetros A_i para N amostras com intuito de gerar padrões de uma doença específica que pode ser analisada por inteligência artificial, é tentador obter as frações na presente amostra de sangue. Para tanto, precisamos normalizar cada componente A_i correspondente para cada substância a fim de obtermos uma relação entre as concentrações c_i que estão embutidas nessas componentes e também eliminar qualquer dependência na distância ou espessura da amostra d .

Vamos agora definir as grandezas normalizadas dadas por um conjunto parâmetros normalizados da seguinte forma:

$$C_i = A_i / (A_1 + A_2 + A_3 + A_4),$$

onde $i = 1, 2, 3, 4$ corresponde a cada uma das substâncias elencadas na Tabela 3. Note que assim como A_i as componentes C_i são essencialmente os fatores que multiplicam cada atividade óptica específica $[\theta]_i$ de cada substância, na fórmula da curva de atividade óptica observada θ , descrita pelas equações definidas previamente, cujo comportamento é dado pela curva magenta na Figura 8. Agora temos que cada C_i , a menos dos fatores distintos de cada amplitude A descrita na Tabela 3, descreve precisamente as concentrações c_i de cada substância. Por exemplo, temos a concentração de albumina $c_2 = C_2/1,75$, das globulinas $c_3 = C_2/1,48$ e assim por diante.

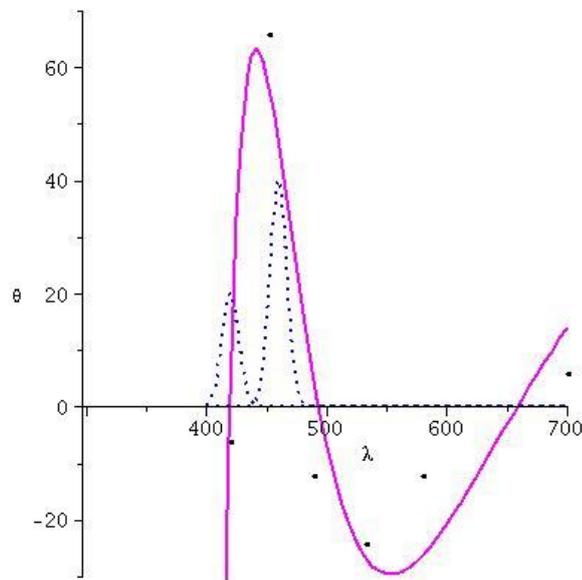


Fig. 8. Descrição dos ângulos de rotação das atividades ópticas das substâncias mais prevalentes no plasma humano em função do comprimento de onda de acordo com a Tabela 2. A curva magenta foi obtida via método de interpolação não-linear. As curvas pontilhadas representam as possíveis bandas de absorção do grupo heme.

Um primeiro exemplo é observar a relação de albumina em relação às globulinas. Ou seja, $c_2/(c_2 + c_3) = 0,7416$, o que está muito próximo da proporção usual das frações do soro humano (plasma sem o fibrinogênio) que é formado de $2/3$ albumina e $1/3$ de globulinas. Aqui obtemos um erro de aproximadamente $(0,7416 - 0,6667)/0,6667 = 0,095$, ou seja algo em torno de 9,5%. O que é bastante aceitável dado a um conjunto pequeno de dados para interpolar a curva de atividade óptica observada e também o fato de estarmos modelando só com proteínas do plasma ao invés de um conjunto de frações mais abrangentes já que a amostra foi para o sangue completo.

Agora, faremos um teste na metodologia para medir a concentração de glicose no sangue. Para isto consideramos a fração da glicose em relação à soma das proteínas descritas

(83) 3322.3222
contato@conapesc.com.br
www.conapesc.com.br

na Tabela 3, tal que obtemos, aproximadamente, $c_1/(c_2 + c_3 + c_4)=1/25,53$. Portanto, podemos obter a concentração de glicose na nossa amostra de sangue se conhecermos as demais componentes. Assim, para as concentrações de referência para a albumina, $c_2=3,5\text{g/dL}$, para as globulinas $c_3=(5/3)\text{g/dL}$ e $c_4=200\text{mg/dL}$, para o fibrinogênio, então chegamos a $c_1=210,2\text{mg/dL}$. Esta parece uma concentração muito alta se levarmos em conta que os outros níveis estão dentro da normalidade. No entanto, devemos lembrar que existe dois fatores aqui que certamente afeta este resultado. O primeiro é devido ao erro das medidas devido à baixa quantidade de dados e que já revelou um erro de 9,5% na relação das proteínas do plasma. Um outro fator de erro é porque estamos modelando uma mostra de sangue completo com proteínas apenas do plasma. Porém o erro não é tão grande, já que a contribuição do açúcar é essencialmente do plasma. No entanto, há de fato contribuições da parte vermelha do sangue. Existe um fator de correção conhecido para relacionar glicose de sangue completo com glicose de plasma. Este fator é dado por 1,15 (MANDAL, A., 2019) que se pode multiplicar a parte de proteínas do plasma para se ter algo mais próximo do sangue completo. Assim, procedendo desta forma, ou seja, levando em conta esses dois fatores de correção, obtemos uma concentração dada por $c_1=165,4 \text{ mg/dL}$, que está mais condizente com uma medida randômica da glicose, ou seja, sem jejum e sem horário específico.

Finalmente, é interessante comentar sobre a possibilidade de se medir variações do fibrinogênio em patologias que envolvem problemas de coagulação. Certamente, conforme comentado na introdução esse é um dos problemas observados em pacientes de COVID-19. Esse dado juntamente com os demais, bem como a aferição regular da concentração de oxigênio no sangue deve ser fundamental para o acompanhamento do paciente. E, também, a variação da concentração das globulinas, em reação a algum patógeno tipo vírus, podem revelar padrões nos níveis das γ -imunoglobulinas tais como IgG e IgM em relação às outras proteínas do plasma ou do sangue completo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade óptica de objetos biológicos pode nos permitir encontrar padrões específicos no corpo humano infectado, uma vez que, alterações na concentração de substâncias como a hemoglobina, e anticorpos, por exemplo, podem ser detectadas através de um dispositivo equipado com feixes de luz e polarizadores adequados. Além disso, estudos anteriores relataram a redução das taxas de hemoglobina e albumina, por exemplo, como

resposta ao vírus e isto pode se refletir na atividade óptica, já que a mesma depende da concentração do material opticamente ativo. Dado que smartphones são amplamente difundidos entre a população, acreditamos que a adaptação deste aparelho para realizar testes virais de qualidade pode ser imensamente benéfico na contenção de cenários pandêmicos. Através desse tipo de testagem seria possível mapear grande parte dos portadores assintomáticos do vírus, que são responsáveis por grande parte de sua disseminação. A subnotificação do vírus pode causar imensa dificuldade nas estratégias de mitigação dos efeitos da doença, em medidas que protejam o sistema de saúde, e em estratégias que visem a retomada econômica das regiões afetadas. Além disso, a subnotificação também gera incerteza em relação aos dados apresentados pelo país, o que implica em sérias dificuldades para prever cenários pandêmicos. Uma das grandes dificuldades para a realização de testes em massa é sua produção limitada, bem como a demora em um diagnóstico sem falsos positivos ou negativos. Deste modo, torna-se atrativo pesquisar e desenvolver ferramentas de fácil produção e acesso pela população que permitam uma testagem confiável e rápida. Uma vez que, vírus como o SARS-CoV-2 podem estar presentes em aves e diferentes mamíferos, a humanidade tem grande chance de enfrentar uma nova pandemia ocasionada por um vírus deste grupo. Portanto, torna-se de grande importância a pesquisa em novas tecnologias que permitam uma testagem em massa confiável e acessível. Através de smartphones adaptados com polarizadores e filmes adequados podemos elaborar vários testes de polarimetria com materiais biológicos tais como albumina sérica de humanos, de outros mamíferos e ovalbumina para fins de calibração dos instrumentos. Nosso método descrito neste trabalho também pode ser ampliado para verificar os níveis de interação antígenos-anticorpos via imunoglobulina de humanos e de outros mamíferos, bem como para analisar os seguintes dados da polarimetria: ângulo de rotação da atividade óptica específica em cada uma das situações previamente abordadas, em função da temperatura, comprimento de onda (UV e IR próximos, além do espectro visível) e concentrações de solventes. As propriedades desses materiais biológicos também podem ser aferidas através de simulações computacionais. Desta forma, poderemos averiguar uma série de padrões que indique fator positivo ou negativo com respeito a infecções por um determinado patógeno (como o SARS-CoV-2).

A razão para tais esforços se dá por pelo menos duas razões. Primeiro, porque os testes atuais levam muito tempo para retornar uma resposta clínica útil e, segundo, porque também são muito caros para atender a uma demanda muito grande induzida por pandemias, especialmente nos países em desenvolvimento como o Brasil. Esperamos que tão logo os ensaios clínicos apontem para uma eficácia da metodologia de testagem descrita aqui,

certamente haverá uma forte adesão ao método. Informamos ainda, na parte de resultados e discussão, nossas análises obtidas.

Do ponto de vista de aquisição dos dados, em resumo, abordamos duas possibilidades de aplicação de smartphones e polarimetria para diagnósticos médicos. A primeira seria de forma imediata, sem auxílio de software dedicado, porém com a necessidade de uma central de análise de dados que através de aprendizado de máquina (*machine learning*) o operador da central devolve a resposta ao usuário baseada nos dados coletados e informados remotamente. Esta seria uma forma manual de coleta de dados de polarimetria pelo próprio usuário, e em princípio mais sujeito a erros, porém com um treinamento apropriado do usuário as medidas podem ficar mais precisas depois de várias medições repetidas. A outra forma seria a longo prazo, com o desenvolvimento de softwares dedicados a dar uma resposta clinicamente útil diretamente ao usuário. Algo que poderá ser realizado por futuras gerações de smartphones e softwares dedicados ao problema específico de testagem abordado neste estudo.

Agradecimentos

Este trabalho contou, em parte, com o apoio do projeto de pesquisa intitulado “Uma alternativa para a detecção de viroses via polarimetria” cadastrado e aprovado na UFCG/CCT/UAF em 11 de junho de 2020 conforme consta no Processo nº 23096.015950/2020-74.

REFERÊNCIAS

- BLAUER, G., et al., “Optical activity of human serum in the visible region compared with that of the complex bilirubin-serum albumin”, FEBS LETTERS 33, 320, 1973.
- BRESLER, A., “Introduction do Molecular Biology”, ACADEMIC PRESS, INC., New York, 1971.
- BRITO, F. A., et al., “A possible COVID-19 detection via optical activity effect and smartphones”, submetido à revista Biosensors and Bioelectronics, 2020.
- CHUANG, C. S., et al., “A smartphone-based diffusometric immunoassay for detecting C-reactive protein,” Nature Scientific Reports, 9:17131, 2019.
- LIPPI, G., PLEBANI M., “Laboratory abnormalities in patients with COVID-2019 infection” Clin. Chem. Lab. Med., <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0198>, 2020.

MADDAH, E. Maddah, BEIGZADEH B., “Use of a smartphone thermometer to monitor thermal conductivity changes in diabetic foot ulcers: a pilot study,” *Journal of Wound Care*, 29, p. 61-66, 2020.

MAGHDID, H. S. et al., “A novel AI-enabled framework to diagnose coronavirus COVID-19 using smartphone embedded sensors: Design study,” arXiv:2003.07434, (2020).

MAHURIN, S.M. et al., “Demonstration of Optical Rotatory Dispersion of Sucrose”, *Journal of Chemical Education* 76, 1234, 1999.

MANDAL, A., “Medida da glicose no sangue”, news-medical.net, 2019.

STARK, C., “Broadband polarimetric glucose determination in protein containing media using characteristic optical rotatory dispersion”, *Biomedical Optics Express*, 10 (2019) 6340.

STORY, A. et al., “Smartphone-enabled video-observed versus directly observed treatment for tuberculosis: a multicentre, analyst- blinded, randomised, controlled superiority trial,” *The Lancet*, 393, p. 1216-1224, 2019.

SUGITA, Y. et al., “Circular dichroism of hemoglobin in relation to the structure surrounding the heme”, *The Journal of Biological Chemistry*, 246 (1971) 383-388.

VHADURI, S. et al., “Nocturnal cough and snore detection in noisy environments using smartphone-microphones,” in 2019 IEEE International Conference on Healthcare Informatics (ICHI). IEEE, p. 1-7. 2019.

USO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC) POR ALUNOS E PROFESSORES DE ESCOLAS PÚBLICAS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Thayanna Maria Medeiros Santos¹
Francilenny Famylla Andrade de Araújo²
Edevaldo da Silva³

RESUMO

Dentre as mudanças na educação atual, a escola não deve ignorar o papel significativo que as tecnologias têm na vida dos estudantes. Deste modo o estudo objetivou avaliar como alunos e professores utilizam e implementam os métodos no uso das tecnologias de informação e comunicação em escolas públicas de nível médio. A amostra foi composta por 86 alunos e 10 professores. A coleta de dados se deu por meio da aplicação de questionário estruturado, segundo de Escala de Likert, constituído por 13 perguntas. A maioria dos alunos entrevistados (60,5%) afirmaram que acessam a internet diariamente. Enquanto 60% (n = 6) dos professores afirmaram acessar a internet três vezes por semana. Apesar da popularização, a internet não é tão fácil para 1/3 dos entrevistados. O acesso à internet os professores e alunos entrevistados eram, preferencialmente, por meio do celular/smartphone (alunos: 83,7%); professores:70,0%) e o computador de mesa (alunos: 16,3%; professores: 30,0%). Dentre os softwares mais comumente usados para atividades de ensino e aprendizagem é o Microsoft Power Point ou similar. As TIC, se bem utilizadas, poderá colaborar para atender as novas exigências colocadas pela sociedade atual: a formação de indivíduos aptos a enfrentar essa sociedade em rápida e contínua mudança.

Palavras-chave: Redes sociais. Ensino-aprendizagem. Informática Educativa

INTRODUÇÃO

Apesar das consideráveis mudanças na educação devido a inserção das tecnologias de informação e comunicação (TIC), a escola não deve ignorar o papel significativo que as tecnologias têm na vida dos estudantes. As tecnologias movimentam as transformações sociais e proporcionam uma série de mudanças na forma de como se constrói o mundo e o conhecimento.

As tecnologias da informação e comunicação estão presentes na sociedade e propiciam um novo debate em torno da filosofia do conhecimento. Por serem responsáveis por novas formas de elaboração e distribuição do saber.

¹ Doutoranda do Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, thayannamdrs@hotmail.com;

² Graduada pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, coautor1@email.com;

³ Doutor em Química da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, edevaldos@yahoo.com;

Em uma sociedade, é oportuno considerar a coexistência de diferentes gerações, distribuídas entre crianças, jovens e adultos que compartilham das mesmas tecnologias nos espaços escolares, contudo, cada um com sua maneira peculiar.

Com o surgimento das diversas inovações tecnológicas, é possível que se promova o acesso a uma educação escolar com mais estrutura e modernidade, diante de uma atualização do processo ensino-aprendizagem, incorporando novos saberes aos alunos, oferecendo aos educandos uma educação que corrobore com a modernidade e informatização de sua geração. Além disso, a introdução de laboratórios de informática em 80,6% das escolas públicas brasileiras é uma evidência da preocupação do governo com a inclusão digital (INEP, 2014).

Por esse motivo, tal realidade postula a necessidade de pensar como esses mundos virtuais e as TIC se inserem ou poderiam se inserir no contexto da sala de aula da escola pública (BATISTA, et al. 2019).

Giordani (2016) afirma que o ensino tradicional já não é o suficiente para prender a atenção do estudante, o que configura e transforma a sala de aula em um grande teatro, no qual o desafio é manter os educandos atentos por 55 minutos. É nesse movimento que se instituem as mudanças, novos desenhos sociais requerem novas práticas de ensinar e de aprender (GIORDANI, 2016).

A tecnologia facilita a construção do conhecimento de forma interativa, nos moldes da visão sociointeracionista, segundo a qual o desenvolvimento cognitivo se dá por meio da interação social em que, no mínimo, duas pessoas estão envolvidas ativamente, trocando experiências e ideias, gerando novas experiências e conhecimento (MOREIRA, 2009). Ademais, diferentes estilos de aprendizagem podem ser contemplados diversificando-se as práticas a fim de promover maior envolvimento nas aulas e pela constituição de grupos colaborativos de aprendizagem desafiados a resolverem problemas significativos (STUDART, et al., 2017).

As TIC pelas características que lhes são inerentes, parecem, de alguma forma, responder positivamente a promoção da autonomia intelectual, potencializar a capacidade de organização e processamento de informação e na resolução de problemas (DEDES-LINS, 2015).

A educação é uma forte ferramenta e aliada para ações de intervenção no mundo, para a promoção e a construção de novos conceitos e consequente mudança de hábitos, ou seja, o uso das chamadas novas Tecnológicas de Informação e Comunicação (TIC) pode contribuir para essa promoção de mudanças, bem como, para o reforço de práticas democráticas.

A importância principal desse estudo é reportar que é possível estabelecer novas relações entre professor e alunos na produção do conhecimento, que deve possibilitar motivação ao trabalho pedagógico nas Novas Tecnologias de Informação e Comunicação TIC, no ambiente escolar, como suporte para o processo educativo, incentivando os docentes das mais variadas modalidades a introduzirem estes recursos no processo de ensino aprendizagem.

Considerando a relevância dos assuntos supracitados, este estudo objetivou avaliar como alunos e professores utilizam e implementam os métodos no uso das tecnologias de informação e comunicação em escolas públicas de nível médio.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado nas escolas públicas: Escola Estadual do Ensino Fundamental e Médio Jose Gomes Alves e Escola Estadual do Ensino Fundamental e Médio Dr. Dionísio Marques de Almeida, ambas localizadas no município de Patos, Paraíba.

A população amostral, formada por alunos e professores das séries que compõe o ensino médio (1º, 2º e 3º ano), no primeiro semestre de 2014. Foram entrevistados 86 estudantes e 10 professores.

A escolha pelo método descritivo revela-se pela possibilidade de descrever as características de um determinado grupo de pessoas, procurando identificar o perfil do grupo e as relações entre as variáveis. O estudo exploratório proporciona melhor familiaridade e clareza com o problema, o que proporciona aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, seu planejamento flexível, contemplando os mais variados aspectos relativos ao fato estudado (GIL, 2001).

A pesquisa foi desenvolvida por meio de duas etapas, a primeira delas, a partir da elaboração de dois modelos de questionários (sendo um para professores e o outro para os estudantes) e a segunda etapa, por meio de sua aplicação e validação com os participantes da pesquisa.

A coleta dos dados ocorreu durante o horário regular das aulas de Biologia. Os questionários aplicados para ambos versavam sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação em seu cotidiano e sobre sua aplicabilidade como intuito de construção do conhecimento e interação com as inovações tecnológicas. Para o questionário aplicado apenas aos docentes, o diferencial era o questionamento sobre o uso das TIC em sala de aula.

Os questionários consistem de 13 questões no modelo da Escala de Likert, com cinco níveis de respostas. Os resultados foram analisados a partir do percentual das respostas para cada pergunta, em seus cinco níveis de respostas.

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva utilizando o software Microsoft Excel 2016 para as questões objetivas no modelo da escala de Likert (ALMEIDA, et al., 2019). As possíveis comparações entre as respostas de professores e alunos foram comparadas por meio da análise de variância, com nível de probabilidade de 5%.

Essa pesquisa foi submetida à aprovação pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Campina Grande – CEP HUAC, todos os participantes foram informados sobre a importância de sua participação e seu direito de aceitar ou não participar da pesquisa, sem prejuízo para este. Deste modo, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ou Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, conforme descrito na Resolução N°196/96 do Conselho Nacional de Saúde, que regulamente a pesquisa envolvendo seres humanos (BRASIL, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudantes participantes da pesquisa, tinham faixa etária entre 14 e 20 anos, sendo a maioria (59,3%, $n = 51$) do gênero feminino. Dentre os professores participantes da pesquisa, metade (50%, $n = 5$) tinha idade acima de 39 anos, sendo predominante (90%, $n = 09$) o gênero feminino (Tab. 1).

Tabela 1 – Frequência absoluta (fa) e percentual (fr) do perfil dos alunos ($N = 86$) e professores ($N = 10$) entrevistados segundo o gênero e a idade.

Variável	Alunos		Professores		
	Fa	r %	fa	fr %	
Gênero	Masculino	35	40,7	1	10
	Feminino	51	59,3	9	90
Idade	14 - 16	42	48,8	3	30
	17 - 19	43	50,0	2	20
	Acima de 20	1	1,2	5	50

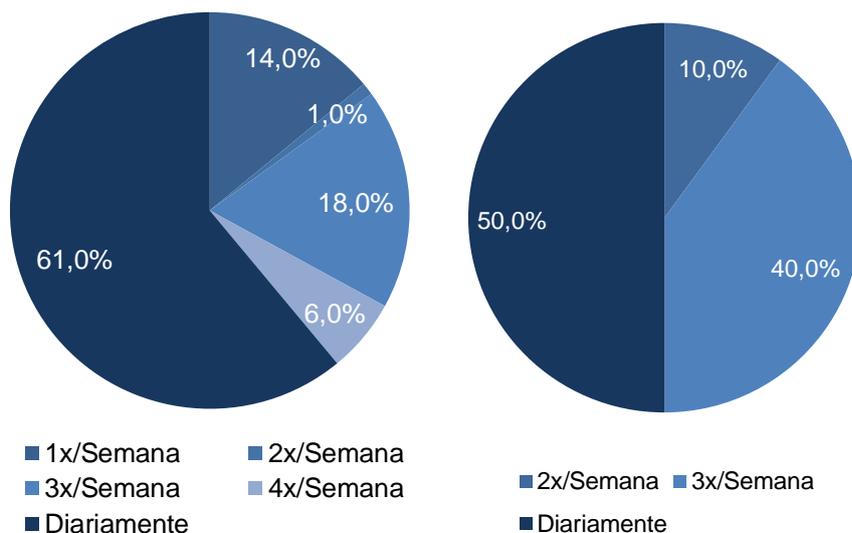
Boa parte dos alunos entrevistados (60,5%, $n = 52$) afirmaram que acessam a internet diariamente. Enquanto 60% ($n = 6$) dos professores afirmaram acessar a internet três vezes por semana (Fig.1).

Corroborando com a literatura pertinente ao tema, as tecnologias da informação e comunicação representam uma realidade na sociedade, como cita Batista (2019, p. 3) “mesmo em contextos periféricos é comum à inserção e participação ativa dos mundos virtuais como forma de aprendizagem e diversão, como prática multiletrada e de interatividade cotidiana.”

São muitas as mudanças e transformações provocadas pela inserção das TIC, não podendo a escola ficar à margem destas vivências, principalmente considerando a conexão e relação entre práticas escolares e práticas sociais dos estudantes e professores, portanto, as TIC devem oferecer recursos que podem ser usados para o processo ensino-aprendizagem.

Ademais, Meirinho e Osório (2015) citam que inovar com TIC em educação, através de um processo intencional e planejado, significa uma alteração dos processos de ensino/aprendizagem, conduzindo a resultados de aprendizagem efetivos.

Figura 1 - Distribuição da opinião dos alunos e professores entrevistados sobre com que frequência acessa a internet.



Ponderando estes resultados, é consenso entre docentes e discentes a relevância e uso das tecnologias e acesso à internet. Na sociedade da informação, todos estão reaprendendo a conhecer, a comunicarmos, a ensinar, reaprendendo a integrar o humano e o tecnológico, a integrar o individual, e o social. É importante conectar sempre o ensino com a vida do aluno. É importante que nos processos formativos se utilizem todos os caminhos possíveis para se chegar ao aluno: pela experiência, pela imagem, pelo som, pela representação (dramatizações, simulações), pela multimídia, pela interação on-line e off-line (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2000).

Baptista (2014) considera que as tecnologias ao serem utilizadas com objetivos educativos, por exemplo, para apoiar e melhorar a aprendizagem dos alunos e promover ambientes de aprendizagem, podem ser consideradas um subdomínio da tecnologia educativa.

O uso da internet, com critério, pode tornar-se um instrumento significativo para o processo educativo em seu conjunto; pois possibilita o uso de textos, sons, imagens e vídeo que subsidiam a produção do conhecimento. De acordo com Passero (2016) o aumento no acesso ao computador e internet, seja na escola ou em casa, significa um aumento no acesso à informação.

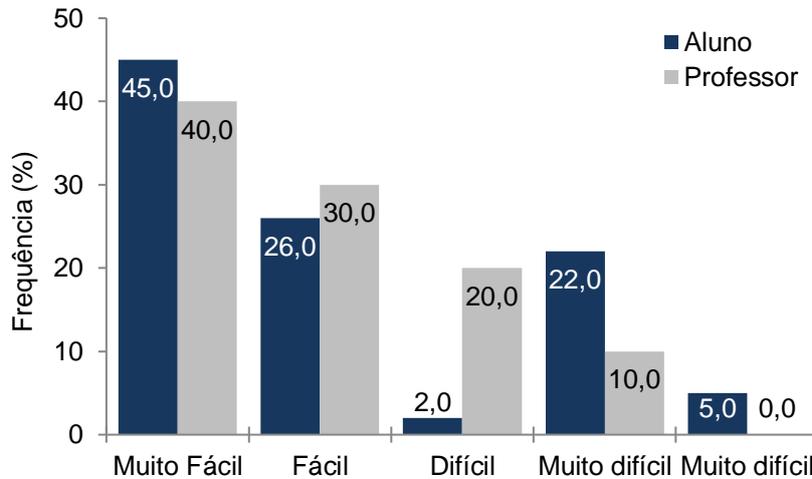
Explorando bem as potencialidades do ambiente virtual nas situações de ensino-aprendizagem, possibilita-se a maior interação do aluno no processo de acordo com Moran (2008, p.06):

A internet é uma tecnologia que facilita a motivação dos alunos, pela novidade e pelas possibilidades inesgotáveis de pesquisa que oferece. Essa motivação aumenta, se o professor a faz em um clima de confiança, de abertura, de cordialidade com os alunos. Mais que a tecnologia, o que facilita o processo de ensino-aprendizagem é a capacidade de comunicação autêntica do professor, de estabelecer relações de confiança com os seus alunos, pelo equilíbrio competências e simpatia com que atua (MORIN, 2008, p.6).

Os professores (70%, n = 07) e dos alunos (71%, n = 61) classificou o uso da internet como fácil ou muito fácil (Fig.2). Essas informações nos possibilitam afirmar que tantos os professores quanto os alunos entrevistados possuem habilidade para acessarem a internet. Percebe-se que as novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) começam a fazer parte da dinâmica escolar nos diferentes níveis com a proposta de oferecer um recurso especial.

Deste modo, como cita Dedes-Lins (2015) é plausível reconhecer que as ferramentas tecnológicas possibilitam aos alunos desenvolver trocas interativas e colaborativas, nos diferentes níveis, permitindo que este discente socialize de modo mais desinibido, saudável e enriquecedor na relação com os outros. Porém mesmo considerando os aspectos positivos da internet e do uso das TIC é pertinente apontar, como cita Passero et al. (2016, p.7) “o computador é uma tecnologia criada pelo homem para o homem e, por si só, não é prejudicial, é o modo que o utilizamos que determina seus efeitos”.

Figura 2 - Frequência (%) dos alunos e professores segundo a sua habilidade em usar a internet.



Assim sendo, aliar os novos recursos tecnológicos que estão surgindo à atividade pedagógica pode significar dinamismo, criatividade e interação não só de conhecimentos teóricos, mas daqueles relacionados à vida dos estudantes. Segundo Marques e Caetano (2002 p.161):

Os computadores, a internet e os softwares são ferramentas ricas em possibilidades que contribuem com a melhoria do nível de aprendizagem, desde que haja uma reformulação no currículo, que se crie novas metodologias, que se repense qual significado de aprendizagem. (MARQUES; CAETANO, 2002, p.161).

Portanto, compreender e incorporar a linguagem virtual nas salas de aula das escolas significa buscar compreender também o processo de construção de aprendizagem, e epistemologicamente compreender o processo de ensinar e aprender na realidade posta pela sociedade de informação.

Considera-se pertinente a capacitação para a inclusão dos que sentem algum tipo de dificuldade para acessar ou manusear os dispositivos eletrônicos, permitindo desse modo que a inclusão e ampliação do uso seja igualitário.

Batista et al. (2017) o trabalho em sala de aula com recursos visuais interativos mostrando o espaço de vivência local, pode aflorar no estudante as noções de pertença e de identidade para o lugar em que estão inseridos e valorizar aquilo que geralmente não é observado com toda a atenção que merece, despertando o desejo de cuidar e evidenciando a necessidade de uma ética que impõe a responsabilidade.

Para acesso à internet, grande parte dos participantes utilizam, preferencialmente, o celular/ *smartphone* (alunos 83,7%, n = 72); professores: 70%, n = 7) e o computador de mesa

(83) 3322.3222 (alunos: 16,3%, n = 14; professores: 30%, n = 3) (Fig.2).

De acordo com Lopes e Pimenta (2017), existem alguns preconceitos decorrentes das possíveis distrações que o uso do celular em sala de aula pode ocasionar, contudo, os autores afirmam que “o uso do celular depende em grande parte de seu manejo, ou seja, de como ele será usado em um contexto formal de educação.” (LOPES; PIMENTA, 2017, p.55).

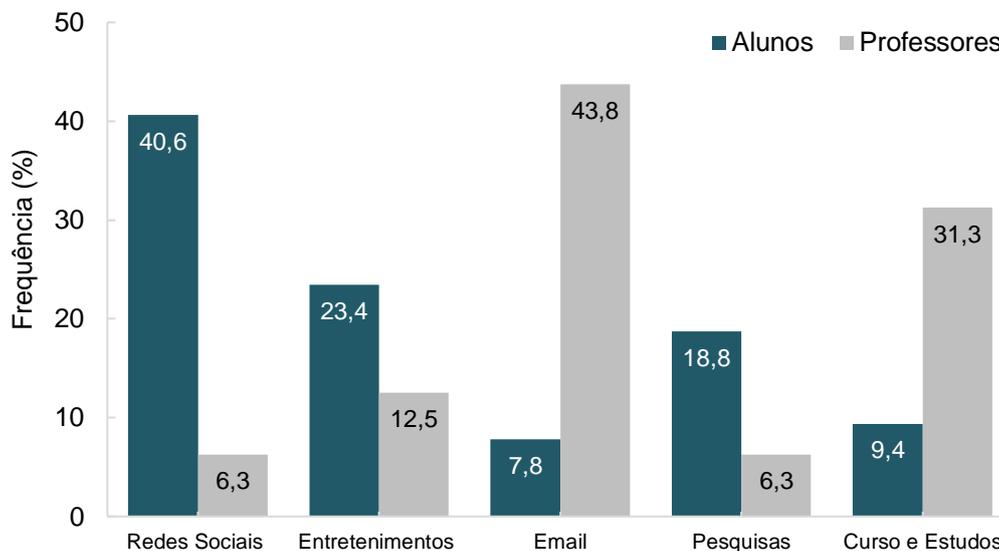
Oliveira e Silva (2017) afirmam que o professor deve entender que o uso dessas tecnologias, podem ser fontes de recurso pedagógico para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Concordamos em partes com o supramencionado, a partir da perspectiva de que, segundo Costa (2011, p.88) “a tecnologia sozinha não potencializa a aprendizagem se não for aliada à prática pedagógica do professor”.

Portanto, a constatação do uso em sua grande parte da internet, é reflexo do avanço das tecnologias onde o celular supera o uso do computador de mesa ou notebook, para ser o equipamento mais utilizado para acesso à internet pelos alunos e professores. Além disso, conforme Lopes e Pimenta (2017), os celulares são verdadeiros computadores portáteis interligados na internet, com inúmeros recursos internos e com acesso aos aplicativos e aos programas também existentes em computadores de mesa e/ou notebook.

Entende-se que aqui se vislumbra um campo amplo para integração e comunicação visto que o celular/smartphone é um instrumento de consumo mais abrangente o que facilita seu uso. Nessa perspectiva, tecnologias e conhecimentos se integram para criar conhecimentos que permitam articular os conteúdos escolares com a realidade de professores e alunos.

Contudo, a partir do questionamento sobre para qual finalidade os participantes mais navegam no mundo cibernético, por parte dos discentes, nota-se um uso comumente em redes sociais e em busca de entretenimento. Já os docentes, fazem uso da internet mais comum da internet para cursos e estudos, bem como para acesso aos e-mails. Para mudar essa perspectiva do que é acessado pelos alunos, Grossi e Fernandes (2014) defendem que sendo vista como um importante instrumento no processo de ensino e aprendizagem, a tecnologia e o uso do celular, quando bem orientado e motivado pelo professor pode se converter em uma boa ferramenta pedagógica que agrega maior dinamismo e interatividade ao conteúdo curricular.

Figura 2 – Frequência percentual das atividades que alunos e professores entrevistados usam a maior parte de seu tempo acessando a internet.



O acesso à informação hoje é indiscutivelmente maior do que o das gerações passadas, com a diversificação das TIC, o cenário comunicacional atual é repleto de mídias e outras fontes de informações (TV, rádio, jornal, comunicações via satélite, internet, etc.), que proporcionam aos seus usuários acesso quase que imediato aos dados sobre algum fato ou situação já ocorrido ou que ainda esteja ocorrendo em algum lugar do mundo.

Antes da diversificação tecnológica, as informações apresentavam um caráter mais estático, havendo até certo ponto, defasagem entre um acontecimento e o acesso aos informes do mesmo pelo público em geral, já que os meios de transmissão de informações ainda eram prioritariamente a mídia televisiva ou impressa; hoje, podemos acompanhar eventos em tempo real, obtermos informações simultâneas sobre os mesmos recorrendo a recursos tecnológicos diversos (celulares, computadores, internet, etc.)

Em relação às diversas modalidades de comunicação que estão se estabelecendo, as redes sociais estão num processo de expansão contínuo, a exemplo do Facebook, WhatsApp, Instagram, LinkedIn e tantas outras, que estão repletas de usuários, nas mais diversas faixas etárias e classes sociais, que aprendem a casa dia a utilizar as TIC a serviço de seus interesses – lazer, estudos, relacionamentos, etc.

O mundo virtual, passou a ser um dos ambientes mais utilizados por pessoas de todas as idades, principalmente os jovens, para se comunicar e obter acesso à informação; esse fato se explica pela internet e as TIC oferecerem, uma gama muito ampla de fontes de dados sobre algo e de forma mais rápida, atualizada e acessível ao usuário do que a maioria dos livros e outros

materiais impressos, os quais nem sempre acompanham o ritmo das informações da forma que esse público deseja, de modo imediatista, atualizada e de fácil acessibilidade.

Sobre a utilização de softwares, o mais comumente utilizado tanto por professores como por estudantes é o Microsoft Word em que, professores (40%, n = 4) e alunos (43,0%, n = 37) declaram usá-lo muito, quando comparado com a frequência de uso para Microsoft Word e Excel (Tab.2).

Esses resultados revelam que, para os professores o aplicativo Microsoft Word facilita a produção textual assim considerado um recurso de fácil acesso, onde alunos e professores passam a utilizar esse equipamento como forma de apresentar conteúdos e pesquisas.

Tabela 2 - Distribuição da opinião dos alunos e professores entrevistados em relação à opção que melhor reflete a frequência para uso dos seguintes softwares.

Variáveis	Opções	Microsoft Word ou similar		Microsoft Excel ou similar		Microsoft Power ou similar	
		%A	%P	%A	%P	%A	%P
Frequência de uso	1 - Nenhum	24,4	0,0	40,7	0,0	32,6	0,0
	2 - Pouco	25,6	30,0	34,9	60,0	23,3	20,0
	3 - Razoável	43,0	20,0	18,6	30,0	22,1	50,0
	4 - Muito	4,7	40,0	4,7	0,0	16,2	30,0
	5 - Completo	2,3	10,0	1,1	10,0	5,8	0,0

Quanto aos conhecimentos dos alunos e professores para utilizar esses softwares (Tab.3), verificou-se que 80,0% dos professores entrevistados possuem entre muito (40,0%, n = 04) e razoável (40,0%, n = 04) conhecimento uso do Microsoft Word ou similar, enquanto que, 13,9% dos alunos declaram ter muito conhecimento nesse software.

Os professores afirmaram terem conhecimento similar no software Power Point, onde 80,0% sabiam entre razoável (50,0%, n = 05) e muito (30,0%, n= 03) utilizá-lo.

Esses resultados apontam justamente para o entendimento de que a maioria dos professores possuíam conhecimento desse software, o que representa um avanço no que tange ao acesso e uso das TIC nas escolas públicas, pois, o professor não estaria limitado a produzir recursos como o projetor de vídeo para apresentar slides por falta de conhecimento.

Em contrapartida, a grande parte dos alunos não sabem nada ou pouco usar o Microsoft Word ou similar e o Excel, sabendo usar um pouco mais o Microsoft Power Point. Dessa forma, o ensino que instigue os alunos a utilizarem mais esses recursos o capacitará mais para utilizar com mais segurança esses softwares em atividades acadêmicas e, futuramente, utilizá-los profissionalmente.

Tabela 3 - Distribuição da opinião dos alunos e professores entrevistados em relação à opção que melhor reflete o conhecimento para uso dos seguintes softwares.

Variáveis	Opções	Microsoft Word ou similar		Microsoft Excel ou similar		Microsoft Power ou similar	
		%A	%P	%A	%P	%A	%P
Conhecimento	1 - Nenhum	18,6	0,0	34,8	0,0	23,3	0,0
	2 – Pouco	30,2	20,0	39,3	50,0	24,4	20,0
	3 - Razoável	29,2	40,0	19,7	40,0	22,1	50,0
	4 – Muito	13,9	40,0	10,5	0,0	17,4	30,0
	5 - Completo	8,1	0,0	4,6	10,0	12,8	0,0

Fonte: Dados da Pesquisa, 2015.

De modo geral, pode-se perceber que, a consolidação das tecnologias na educação, assim como nas mais diversas áreas, é uma realidade e não poderia ser diferente. A disseminação dessas tecnologias, especialmente no cotidiano das novas gerações forçou ainda mais a incorporação e uso na área educacional.

A escola e o professor não podem ficar alheios ou ignorar as mudanças ou as inovações que acontecem no mundo onde está inserida. Ao contrário o reconhecimento de que a educação deve seguir lado a lado com os avanços que a sociedade alcança. O papel da escola é de prepara e formar o aluno para trabalhar na sociedade em que exige cada vez mão de obra qualificada, fruto de desenvolvimento tecnológico.

Em síntese, a internet é percebida como um recurso importante de informação e comunicação nos meios acadêmicos. Ela tem contribuído para que mudanças paradigmáticas ocorram nos diversos setores da sociedade. A educação também passa por este momento de transformação onde os conceitos são rediscutidos, reformulados, e o novo está em construção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria dos professores e alunos entrevistados afirmaram que acessam a internet diariamente e três vezes ao dia, respectivamente, apesar de um terço deles não considerarem o seu uso fácil. Em seu cotidiano, professores e alunos acessa a internet preferencialmente, por meio do celular/smartphone e computador de mesa.

Nas atividades de ensino e aprendizagem, o software mais utilizado é o PowerPoint, seguido do Microsoft Word ou similar. Entretanto, grande parte dos alunos não sabem nada ou sabem pouco como usar esses softwares.

Verifica-se que para esses alunos utilizarem ferramentas (softwares) de ensino de maneira adequada e sem limitações, necessitam de capacitação. Além disso, os professores também precisam de mais segurança e domínio nessas ferramentas para mediar esse conhecimento e poderem incluir o uso das TIC no processo de ensino e aprendizagem. Dessa maneira, essa ambientação às TIC poderia fazer parte do currículo escolar. As TIC se bem utilizadas poderá colaborar para atender as novas exigências colocadas pela sociedade atual: a formação de indivíduos aptos a enfrentar essa sociedade em rápida e contínua mudança.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E.P.O; OLIVEIRA, J.L.S.; SOUSA, C.A.A.; SANTOS, T.M.M.; SILVA, E. **Percepção de professores sobre a educação inclusiva em uma instituição de nível superior no semiárido paraibano.** Revista Scientia Plena, v. 15, n. 1, p.1-8. 2019.

Baptista, L. (2014). **Novas tecnologias da informação e comunicação no contexto educacional.** In Revista RETC. 14: 53-60.

BARRETO, R.G.; LEHER, R. **Trabalho docente e as reformas neoliberais.** In: OLIVEIRA, D.A. (Org.). Reformas educacionais na América Latina e os trabalhadores docentes. Belo Horizonte: Autêntica, 2003. p. 39-60.

BEHRENS, M. A. **Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente.** MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos Tarciso. In: Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica - 6ª Ed. Campinas-São Paulo: Papirus, 2000.

BEHRENS, M. A. **Paradigma da complexidade: metodologia de projetos, contratos didáticos e portfólios.** Petrópolis: Vozes, 2006.

BERTONCELLO, L.; VOSGERAU, D. **A avaliação da aprendizagem no ensino público do Brasil: uma análise a partir dos planos de aulas com integração de tecnologias.** Revista Iberoamericana de Informática Educativa, n. 7/8, p. 71-84, jan./dez. 2008.

BELLONI, M. L. **O que é mídia-educação.** 2. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2005.

BELLONI, M. L. **A integração das tecnologias de informação e comunicação aos processos educacionais.** In: BARRETO, Raquel G. (Org.) Tecnologias educacionais e educação a distância: avaliando políticas e práticas. Rio de Janeiro: Quartet, 2001.

BLIKSTEIN, P.; ZUFFO, M.K. **As sereias do ensino eletrônico.** In: SILVA, M. (Org.). Educação online. São Paulo: Loyola, 2003. p. 23-38.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** 1998.

BRASIL. **Ministério da Educação e Cultura.** Plano Nacional de Educação: proposta inicial dos procedimentos a serem seguidos. Brasília: MEC, 1996.

- BRANDÃO, E.J.R. **Software educacional o complexo domínio dos multimeios**. 2002.
- BRITO, G. S.; PURIFICAÇÃO, I. **Educação e novas tecnologias**. 2. ed. Curitiba: Ibpe, 2008.
- CARVALHO, A. A. A. **Introdução**. In: CARVALHO, A. A. A. (org.). *Manual de Ferramentas da Web 2.0 para professores*. Brasília: Ministério da Educação. 2006. p. 7-14.
- CASSANY, D.; AYALA, G. **Nativos e inmigrantes digitales en la escuela**. CEE Participación Educativa, 9, noviembre 2008, pp. 53-71.
- CASTELLS, M. **Sociedade em rede: a era da informação; economia, sociedade e cultura**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- CASTELLS, M. **A era da informação: economia, sociedade e cultura**. In: A Sociedade em rede. São Paulo : Paz e Terra, 2000. V. 1.
- CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz & Terra, 2007.
- CYSNEIROS, P. G. **Programa Nacional de Informática na Educação: novas tecnologias, velhas estruturas**. In: BARRETO, R. G. (Org.) *Tecnologias educacionais e educação a distância: avaliando políticas e práticas*. Rio de Janeiro: Quartet, 2001.
- COSTA, I. **Novas Tecnologias: Desafios e Perspectivas na Educação**. Clube dos Autores, p. 117, 2011.
- DEBALD, F. R. B. **TICs e prática pedagógica universitária**. Pleiade, Foz do Iguaçu, v. 1, n. 1, p. 83-94, jan./jun. 2007.
- DEDES-LINS, C. K. **Reflexividade entre o humanismo da Escola Moderna e as TIC no ensino-aprendizagem**. Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación, n. 13, p. 077-081, 15 dic. 2015.
- DEMO, P. Pedro **Demo aborda os desafios da linguagem no século XXI**. In: SALGADO, M. U. C.; AMARAL, A. L. (Org.). *Tecnologias na Educação: ensinando e aprendendo com as TIC*. Brasília: Ministério da Educação. Secretária de Educação à Distância, 2008.
- FERREIRO, E. **Alfabetización digital: ¿De qué estamos hablando?** Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 423-438, 2011.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 6 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1997.
- FRIEMEL, T. N.; SIGNER, S. **Web 2.0 literacy: four aspects of the second-level digital divide**. Studies in Communication Sciences, v. 10, p. 143-166, 2010.
- GARCÍA, C. M. **Formação de professores: para uma mudança educativa**. Porto:ed, 2002.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2001.

GIORDANI, A. C. C. **Cartografia da autoria de objetos de aprendizagem na cibercultura: potenciais de e-práticas pedagógicas contemporâneas para aprender Geografia** (Tese de Doutorado). Porto Alegre: UFRGS, 2016.

GROSSI, M. G. R.; FERNANDES L. C. B. E. **Educação e tecnologia: o telefone celular como recurso de aprendizagem**. EccoS Revista Científica, n. 35, p. 47-65, set./dez. São Paulo, 2014

INEP. **Censo Escolar da Educação Básica 2013: Resumo técnico**. Brasília: O Instituto, 2014.

JENKINS, H. **Cultura de convergência**. Tradução Suzana Alexandria. São Paulo: Aleph, 2008.

KESNKI, V. M. **Novas tecnologias na educação presencial e a distância**. In: BARBOSA, R. L. L. (Org.). Formação de educadores: Desafios e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 2003. p. 91-108.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e Ensino Presencial e a Distância**. Campinas, SP: Papyrus, 2008.

KALINKE, M. A. **Para não ser um professor do século passado**. Curitiba: Gráfica Exponente, 1999.

LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora? Novas exigências educacionais e profissão docente**. São Paulo: Cortez, 2006.

LITTLEWOOD, W. T. **Foreign and second language learning: language acquisition research and its implications for the classroom**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

LOPES, P.A.; PIMENTA, C.C.C. **O uso do celular em sala de aula como ferramenta pedagógica: benefícios e desafios**. Revista Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica, v.3, n.1, p.52-66, 2017.

MACHADO, P. E; MANDELBAUM, R. **Por que inovar na educação?** *Educarde*. 2010.

MASETTO, M. **Professor universitário: um profissional da educação na atividade docente**. In: MASETTO, M.T.(Org.). Docência na universidade. Campinas, SP: Papyrus, 1998.

MASETTO, M. e BEHRENS. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas, SP: Papyrus, 2000.

MARQUES, A, C. **Utilização da Informática na Escola**. In: MERCADO, L. P. (Org.). **Novas Tecnologias na Educação: reflexões sobre a prática**. Maceió: AL: EDUFAL, 2002.

MATTA, A.E.R. **Projetos de autoria hipermídia em rede: ambiente mediador para o ensino aprendizagem de História**. In: Reunião Anual da Associação Nacional De Pós-graduação E Pesquisa Em Educação, 25, 2002. Anais Caxambu: ANPED, 2002.

MEDEIROS, S. da S. **Formação continuada de professores em tecnologias na educação: uma breve apresentação do curso de introdução à educação digital em Maceió**. In:

ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DE ALAGOAS (EPEAL), 5., 2010. Anais. Maceió- AL, 2010.

MERCADO, L. P. L. **Formação Continuada de Professores e Novas Tecnologias.** MACEIÓ: EDUFAL, 1999.

MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. **Práticas educativas com TIC: uma proposta de ação.** Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación, n. 13, p. 120-124, 15 dic. 2015.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá.** 2. ed. Campinas, SP: Papirus, 2007a.

MORAN, J. M. **A educação em tempos do Twitter.** São Paulo: Papirus, 2009.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** 13. ed. São Paulo: Papirus, 2008.

MORAN, J. M. **Ensino e Aprendizagem Inovadores com Tecnologias.** Revista Informática na Educação: Teoria & Prática. Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 137-144, set. 2000.

MOREIRA, M. A. . **Mapas conceituais e diagramas V.** Porto Alegre: Ed. do Autor. 2006

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: Epu, 2009.

MORIN, E. **Os Sete Saberes necessários à Educação do Futuro.** São Paulo: Ed. Cortez, 2000; Brasília, DF: UNESCO, 2000. 2ª edição.

NASCIMENTO, G. **O Professor e as Tecnologias Intelectuais: uma parceria que pode dar certo.** In: ALVES, L. R. G.; SILVA, J. B. da (Org.). Educação e Cibercultura. Salvador: Ed. EDUFBA, 2001.

OLIVEIRA, E. N. **A utilização dos laboratórios de informática do Proinfo e escolas de Dourados – MS.** 2001. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

OLIVEIRA, C. S.; SILVA, J. L. DA. **Formação docente: reconstrução de saberes em um ambiente virtual.** Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación, n. 13, p. 134-138, 17 dic. 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Padrões de competência em TIC para professores: Módulos de padrão de competência.** [S.l.]: UNESCO, 2008.

PASSERO, G.; ENGSTER, N.E.W.; DAZZI, R.L.S. **Uma revisão sobre o uso das TIC na educação da Geração Z.** RENOTE. Revista Novas Tecnologias Na Educação, v. 14, p. 1-8, 2017.

PINHEIRO, B. M. e GONÇALVES, M. H. **O Processo Ensino-Aprendizagem.** Rio de Janeiro: Editora SENAC Nacional, 2001.

POSTMAN, N. (2002). **O fim da educação. Redefinindo o valor da escola.** Tradução de C. Alcobia. Lisboa: Relógio d'Água Editores.

POZO, J. I. **A Sociedade da Aprendizagem e o Desafio de converter Informação em conhecimento.** In: SALGADO, M. U. C.; AMARAL, A. L. (Org.). *Tecnologias da Educação: ensinando e aprendendo com as TICs.* Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação à distância, 2008.

PRETTO, N. L. **Desafios para a educação na era da informação: o presencial, à distância, as mesmas políticas e o de sempre.** In: BARRETO, R. G. (Org.) *Tecnologias educacionais e educação a distância: avaliando políticas e práticas.* Rio de Janeiro: Quartet, 2001.

ROMAN, A. E. **Os Desafios para o Professor na era digital.** Caderno da escola de educação e humanidade.n.03.2006.

SANCHO, J. M. **De tecnologias da informação e comunicação a recursos educativos.** In:

SANCHO, J. M. et al. **Tecnologias para transformar a educação.** Porto Alegre: Art- Med, 2006. p. 15-41.

ZANOTELLO, M.; STUDART, N.; TOREL, A. C. C.; ESTURARI, E. M. B.; ZOCOLER, F. A. S.; SANTOS, V. G. **TIC e ensino de ciencias na educação básica: a construção de um site sobre o sistema reprodutor humano.** *Ensenanza de Las Ciencias*, v. Extra, p. 1135-1140, 2017.

TERUYA, T. K. **Trabalho e educação na era midiática: um estudo sobre o mundo trabalho na era da mídia e seus reflexos na educação.** Maringá, PR: Eduem, 2006.

TIC Educação, 2010. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileira.** Núcleo de informação e coordenação do ponto BR. São Paulo, 2011.

TIC Educação, 2011. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileira.** Núcleo de informação e coordenação do ponto BR. São Paulo, 2012.

TIC Educação, 2012. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileira.** Núcleo de informação e coordenação do ponto BR. São Paulo, 2013.

TAPSCOTT, D. **A hora da geração digital.** Rio de Janeiro: Editora Agir, 2010.

VALENTE, J. A. **Formação de Profissionais na Área de Informática, nos Computadores e Conhecimento** – Repensando a Educação, organizado por José Armando Valente, Gráfica Central UNICAMP, Campinas, 2002.

VALENTE, I.; ROMANO, R. PNE: **Plano Nacional de Educação ou carta de intenção?** *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 23, n. 80, p. 97-108, set. 2002.

VASCONCELLOS, C. S. **Planejamento: projeto de ensino-aprendizagem e projeto político-pedagógico.** São Paulo: Libertad Editora, 2006.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

WOLFF, L. **Tecnologia Instrucional**. In: CASTRO, C. M. **Educação na Era da Informação**. Rio de Janeiro: Banco Interamericano de Desenvolvimento: UniverCidade, 2001

UTILIZAÇÃO DE MATERIAL FRESADO EM MISTURAS ASFÁLTICAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Osires de Medeiros Melo Neto ¹
Gustavo Correia Basto da Silva ²
Lêda Christiane de Figueirêdo Lopes Lucena ³

RESUMO

Esta pesquisa trata-se de uma revisão integrativa da literatura que teve como objetivo buscar artigos que exemplificassem e descrevessem ações que apresentaram resultados positivos na adição de material fresado e agentes rejuvenescedores em misturas asfálticas. Para a coleta de dados foram utilizadas as bases SCIELO e ScienceDirect. Inicialmente, foram encontrados 346 artigos. Desses, apenas 25 artigos abordavam aspectos relacionados à utilização de material fresado e apresentaram sucesso em seu uso. Estudos apontam obstáculos para o uso de material fresado como elevadas temperaturas de mistura e alteração do teor ótimo do ligante asfáltico, mas que práticas pautadas em composição de material fresado com agentes rejuvenescedores têm ganhado visibilidade. As misturas asfálticas modificadas com o emprego de óleos, polímeros e ácidos apresentaram bom desempenho mecânico. A adição de agentes rejuvenescedores compostos nas misturas asfálticas recicladas reduzem a rigidez e demonstram melhor resistência à fadiga em comparação à mistura reciclada sem aditivos.

Palavras-chave: Agentes Rejuvenescedores, Mistura Reciclada, RAP.

INTRODUÇÃO

A utilização crescente de asfaltos reciclados em camadas de pavimentos tem sido um reflexo da demanda por práticas mais sustentáveis no âmbito da pavimentação. A fresagem de pavimentos asfálticos fornece um material de valor econômico, com propriedades físicas e mecânicas satisfatórias, e que podem ser introduzidas na composição de novas misturas asfálticas (CUNHA et al., 2018). As principais vantagens ambientais na utilização de asfalto reciclado incluem a economia de recursos e a economia de espaço no aterro, assim como redução de custos na fabricação de misturas asfálticas à quente (KUEHL et al., 2016).

A poluição ambiental devido ao processo de pavimentação de rodovias pode ser reduzida reciclando a mistura de asfalto (SUSANTO et al., 2019). No processo de reciclagem

¹ Mestrando do Curso de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, osiresdemedeiros@gmail.com;

² Doutorando do Curso de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, gugacorreiaa@gmail.com;

³ Professor orientador: Doutora, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, ledach@uol.com.br.

à quente, a antiga pavimentação é fresada, processada e combinada com novo aglutinante virgem, agregado e/ou agente de reciclagem na usina de asfalto. Os elementos principais das misturas recicladas são os agregados fresados, que podem ser empregados em teores variados e até de forma integral, com adição de ligante asfáltico virgem e os agentes rejuvenescedores (KLAMT et al., 2018). Entretanto, a quantidade elevada de RAP exige altas temperaturas durante a produção e a construção de rodovias e, portanto, causa ameaça à saúde dos trabalhadores de pavimentação de asfalto (FAROOQ; MIR, 2017).

A fresagem remove uma ou mais camadas de uma superfície de pavimento existente (GUNGAT et al., 2019). Ao usar o asfalto fresado na construção de rodovias, ele deve atender aos requisitos de materiais virgens e seu desempenho deve ser igual ou superior que a mistura convencional comumente utilizada. As propriedades de misturas asfálticas com elevado teor de asfalto fresado, acima de 30%, podem ser melhoradas modificando a mistura com adição de um ligante mais macio e incorporando rejuvenescedores (SONG; HUANG; SHU, 2018).

A fiscalização sobre a destinação do material asfáltico fresado dos pavimentos, assim como de outros exercícios construtivos é estabelecida, no Brasil, pela Resolução nº 307 de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que determina leis e diretrizes de gestão de resíduos, enfatizando que todo órgão gerador de resíduos tenha um programa de gestão desta matéria, a fim de minimizar os impactos ambientais (CUNHA et al., 2018).

O reaproveitamento de material asfáltico fresado torna-se um tema importante pois, ao diminuir o desperdício de materiais, há conservação do meio ambiente, bem como economia de jazidas naturais devido à redução de exploração destas e, redução dos custos dos pavimentos (KLAMT et al., 2018). Para a produção de misturas de asfalto recicladas com alta percentagem de asfalto fresado, são necessários agentes rejuvenescedores e devem ser rigorosamente selecionados (ZHANG et al., 2020). A aplicação de alta quantidade de asfalto fresado em misturas asfálticas pode ser realizada por meio da adição de vários rejuvenescedores de betume (LU; SALEH; NGUYEN, 2019).

O envelhecimento do asfalto tende a tornar o ligante de asfalto mais rígido, mais quebradiço e, portanto, mais suscetível a danos por fadiga devido ao tráfego e às cargas térmicas (BAGHAE MOGHADDAM; BAAJ, 2016). O efeito de amolecimento dos rejuvenescedores de misturas asfálticas, geralmente, melhora as propriedades à baixa temperatura do ligante de asfalto recuperado, mas tem um efeito negativo na resistência ao sulco a altas temperaturas, sendo necessário otimizar o tipo e o conteúdo dos rejuvenescedores de betume para equilibrar

as propriedades relevantes do aglutinante (ARÁMBULA-MERCADO et al., 2018). Elkashef e Williams (2017) constataram que 6% a 12% do rejuvenecedor derivado de soja pode melhorar as propriedades de fadiga e baixa temperatura dos ligantes extraídos de asfaltos fresados. Misturas de asfalto recuperado 100% rejuvenescidas utilizando um ligante modificado com soja mostraram um aumento na energia de fratura.

Hong et al. (2020) desenvolveram na China um estudo de rejuvenescimento de ligante asfáltico envelhecido utilizando um rejuvenecedor composto, contendo 77% de óleo aromático e 23% de polímero SBS. O óleo aromático foi utilizado para fins de rejuvenescimento devido ao seu efeito amolecedor, enquanto o polímero SBS foi usado para fins de modificação devido ao seu potencial de formar uma rede de polímeros. Os resultados dos ensaios reológicos dos ligantes modificados mostraram que o uso do rejuvenecedor composto melhorou o ponto de amolecimento e a ductilidade para o asfáltico envelhecido. O efeito de amolecimento no ligante asfáltico foi gerado pelo óleo aromático, o que melhorou o desempenho em baixas temperaturas, mas enfraqueceu o desempenho a altas temperaturas. Contudo, a incorporação do polímero SBS foi um bom complemento para equilibrar o desempenho geral dos ligantes envelhecidos. Portanto, o rejuvenecedor composto pode ser bastante eficaz para a recuperação a quente da mistura de asfalto recuperado por meio de rejuvenescimento e modificação simultaneamente.

Com base no exposto, objetiva-se determinar a eficácia da utilização de material fresado, assim como a eficiência da adição dos agentes rejuvenecedores ao ligante asfáltico, em misturas asfálticas.

METODOLOGIA

Esta pesquisa constitui uma revisão bibliográfica de caráter analítico acerca da utilização de material fresado em misturas asfálticas modificadas com uso de agentes rejuvenecedores.

A coleta de dados foi realizada no período de 15 de abril a 05 de maio de 2020, e utilizou-se para a pesquisa as bases de dados Scientific Eletronic Library Online (SCIELO) e ScienceDirect. Foi definido como critério de inclusão: artigos publicados entre os anos de 2015 e 2020, pois levantamentos iniciais identificaram que no período anterior a 2015 há escassez de artigos que descrevem com maior detalhamento a utilização do material fresado e seu comportamento frente aos ensaios reológicos e mecânicos. Desse modo, optou-se pelo período

entre 2015 e 2020 por acreditar que o número de produções científicas no âmbito da Engenharia Civil tem aumentado nos últimos cinco anos. Outro critério a considerar diz respeito aos descritores em engenharias. Os artigos mencionados nesta pesquisa apresentaram descritores como: Material Fresado, Misturas Recicladas, Agentes Rejuvenescedores, suas combinações e variantes em inglês.

Para as pesquisas nas bases SCIELO e ScienceDirect, não foi limitado idioma no esforço de obter quantidade relevante de referencial teórico, contudo, foi detectado que as publicações em inglês eram as que mais apresentavam informações pertinentes ao estudo. A princípio, se deu a busca de artigos científicos que se adequassem aos critérios de inclusão nas bases SCIELO e ScienceDirect com os descritores Milled Mixture e Rejuvenating. Como resultados, foram obtidos 40 artigos na SCIELO, dos quais apenas 7 estavam de acordo com este estudo. Na ScienceDirect, dos 306 artigos encontrados, foram selecionados 18 artigos.

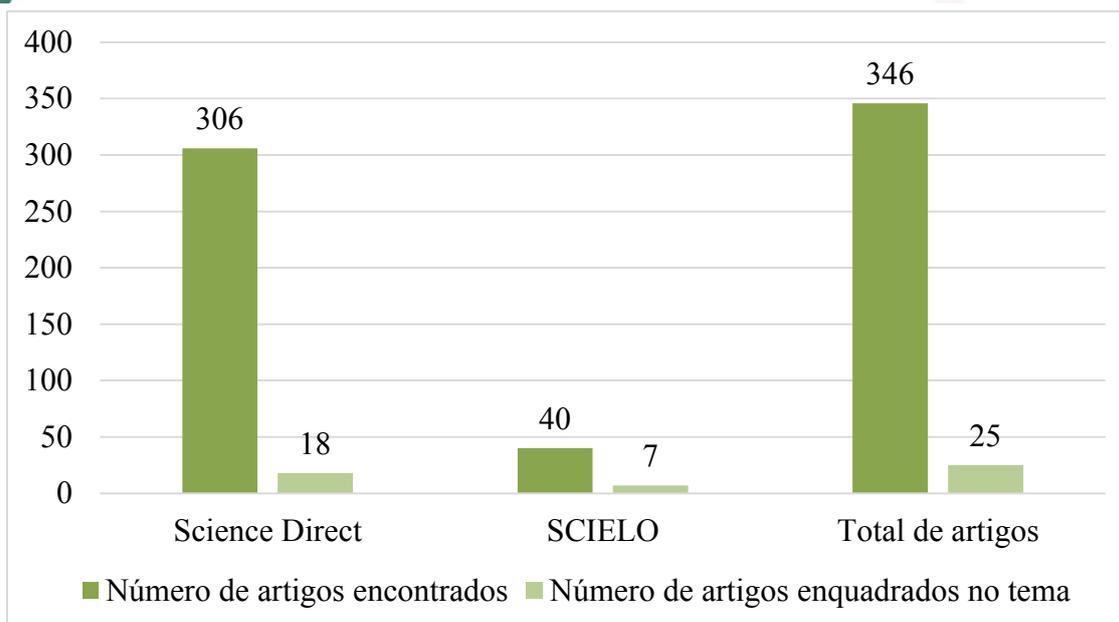
Após a seleção dos artigos conforme os critérios de inclusão previamente definidos, foram seguidos, nessa ordem, as etapas: leitura exploratória; leitura seletiva e escolha dos materiais que se adequam aos objetivos e tema deste estudo; leitura analítica e análise dos textos, finalizando com a realização de leitura interpretativa e redação.

Em seguida, constitui-se um corpus da pesquisa agrupando os temas mais abordados nas seguintes categorias: uso de material fresado, uso de óleos vegetais como rejuvenescedores, uso de polímeros como rejuvenescedores e rejuvenescedores compostos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 346 artigos encontrados na busca inicial, foram selecionados 25 artigos para leitura e fechamento. A Figura 1 apresenta os números de artigos encontrados em cada base de dados, assim como o número total desses.

Figura 1 – Número de artigos nas bases de dados



Fonte: Autores (2020)

Os artigos selecionados referem--se a publicações nacionais e internacionais a fim de expor pesquisas realizadas em países desenvolvidos. As publicações em inglês foram em maior número, devido aos estudos sobre o tema serem primeiramente desenvolvidos no exterior. A Tabela 1 apresenta os artigos avaliados neste estudo.

Tabela 1 – Artigos utilizados na pesquisa com seus respectivos anos de publicação

Autores	Título do artigo	Ano de Publicação
ZAUMANIS; MALLICK	Review of very high-content reclaimed asphalt use in plant produced pavements: state of the art.	2015
BAGHAEE MOGHADDAM; BAAJ	The use of rejuvenating agents in production of recycled hot mix asphalt: a systematic review.	2016
Jl,et al.	Effectiveness of vegetable oils as rejuvenators for aged asphalt binders.	2016
KUEHL, et al.	Synthesis of recycled asphalt pavement (RAP) material.	2016



SEGUNDO, et al.	Misturas asfálticas recicladas a quente com incorporação de elevado percentual de fresado como alternativa para camada de módulo elevado.	2016
DOKANDARI; KAYA; SENGOZ; TOPAL	Implementing Waste Oils with Reclaimed Asphalt Pavement Proceedings.	2017
ELKASHEF; WILLIAMS	Improving fatigue and low temperature performance of 100% RAP mixtures using a soybean-derived rejuvenator.	2017
FAROOQ; MIR	Use of reclaimed asphalt pavement (RAP) in warm mix asphalt (WMA) pavements: a review.	2017
HAMZAH; GUNGAT; GOLCHIN	Estimation of optimum binder content of recycled asphalt incorporating a wax warm additive using response surface method.	2017
NABIZADEH, et al.	Effects of rejuvenators on high-matrix (FAM) mixtures.	2017
PORTUGAL, et al.	Rheological performance of soybean in asphalt binder modification.	2017
ARÁMBULA- MERCADO, et al.	Evaluation of recycling agent dosage selection and incorporation methods for asphalt mixtures with high RAP and RAS contents.	2018
ARSHAD, et al.	Performance Evaluation of Hot Mix Asphalt with Different Proportions of RAP Content.	2018
CUNHA, et al.	Avaliação de concreto asfáltico usinado a quente com incorporação de material fresado.	2018
ELKASHEF; WILLIAMS; COCHRAM	Physical and chemical characterization of rejuvenated reclaimed asphalt pavement (RAP) binders using rheology testing and pyrolysis gas chromatography-mass spectrometry.	2018

GROSSEGGER, et al.	Influence of rheological and physical properties of heat-induced self-healing of asphalt mastic beams.	2018
KLAMT, et al.	Estudo da utilização da reciclagem de concreto asfáltico como camada de pavimento.	2018
SONG; HUANG; SHU	Influence of warm-mix asphalt technology and rejuvenator on performance of asphalt mixtures containing 50% reclaimed asphalt pavement.	2018
XU, et al.	Self-Healing Asphalt Review: From Idea to Practice.	2018
GUNGAT, et al.	Design and properties of high reclaimed asphalt pavement with RH-WMA.	2019
IDHAM, et al.	Effect of different rejuvenating agents on the mechanical performance of recycled bituminous mixture.	2019
LU; SALEH; NGUYEN	Effect of rejuvenator and mixing methods on behavior of warm mix asphalt containing high RAP content.	2019
SUSANTO, et al.	Influence of amount of reclaimed asphalt pavement and asphalt using warm mix asphalt method on asphalt concrete wearing course.	2019
HONG, et al.	Investigation of rejuvenation and modification of aged asphalt binders by using aromatic oil-SBS polymer blend.	2020
ZHANG, et al.	Influence of different rejuvenating agents on rheological behavior and dynamic response of recycled asphalt mixtures incorporating 60% RAP dosage.	2020

Fonte: Autores (2020)

Os resultados deste estudo apontam que o uso de material fresado em misturas asfálticas tem crescido exponencialmente nos últimos anos por conta dos resultados positivos em suas análises. A utilização de pavimento reciclado iniciou-se em meados da década de 1970, por conta do crescimento significativo nos valores do asfalto gerado com o embargo do petróleo árabe (GUNGAT, et al., 2019). As pesquisas atuais têm focado no uso de uma quantidade maior do material fresado em misturas asfálticas, visando minimização de gastos e maximização na reciclagem de resíduos.

Desse modo, com base nas informações encontradas, nos 25 artigos selecionados, foram discutidos os entraves que prejudicam a utilização de material fresado em misturas asfálticas, assim como as características que garantem efetividade em seu uso e os aditivos que apresentaram resultados positivos no rejuvenescimento desse material.

Entraves na utilização de material fresado

Os asfalto e agregados são geralmente misturados a altas temperaturas para serem empregados na construção de rodovias. A mistura asfáltica à quente requer alta energia e pode poluir o meio ambiente devido aos gases de escape da combustão (SUSANTO, et al., 2019). O conteúdo de RAP (asfalto fresado) quando adicionado às misturas asfálticas exige altas temperaturas durante a produção e a construção de estradas e, portanto, causa ameaça à saúde dos operários desse âmbito (GUNGAT, et al., 2019).

O RAP consiste em ligante asfáltico envelhecido e agregados que levam à fissuração do pavimento, afetando sua capacidade de manutenção, ou seja, o envelhecimento aumenta a rigidez da mistura asfáltica fazendo com que não resista à fadiga (IDHAM, et al., 2019). Fatores ambientais, como o envelhecimento oxidativo do ligante asfáltico e o dano causado pela umidade, reduzem a capacidade resiliente das misturas asfálticas, tornando-as mais frágeis ao longo dos anos de serviço e, portanto, mais suscetíveis à fadiga (XU et al., 2018). Ao usar o RAP na construção de estradas, ele deve atender aos requisitos do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) de materiais virgens e seu desempenho deve ser pelo menos igual ou melhor que a mistura asfáltica convencional. Os materiais RAP precisam ser caracterizados adequadamente para garantir a qualidade do desempenho resultante da mistura. O RAP precisa ser processado e rastreado em vários tamanhos antes de ser misturado com um aglutinante virgem (GUNGAT, et al., 2019).



Quando o RAP é misturado com materiais virgens, a adição de RAP altera as propriedades volumétricas e mecânicas das misturas resultantes e, portanto, afeta o teor ótimo de ligante (HAMZAH; GUNGAT; GOLCHIN, 2017). Algumas preocupações ao utilizar alto conteúdo de RAP são o baixo desempenho de temperatura e trincas por fadiga, porque a rigidez da mistura de asfalto pode aumentar drasticamente com a inclusão de RAP (ZAUMANIS; MALLICK, 2015).

Estudos na Europa e nos Estados Unidos concluíram que mais de 80% do material reciclado é reutilizado na construção de estradas, mas os regulamentos ainda são rigorosos ao permitir a inclusão do RAP em proporções que variam entre 5 e 50% para a produção de novas misturas asfálticas (ARSHAD, et al., 2018). A principal preocupação com o aumento das porcentagens admissíveis de agregado reciclado em mistura à quente é a presença de materiais envelhecidos, os quais podem fragilizar a mistura e diminuir sua resistência, principalmente à fadiga (CUNHA, et al., 2018). O envelhecimento tende a tornar-se um ligante asfáltico mais rígido, mais quebradiço e, portanto, mais suscetível a danos por fadiga devido ao tráfego e às cargas térmicas (HONG, et al., 2020). As alterações na composição química estão correlacionadas à perda de aderência e perda de coesão da mistura asfáltica, o que torna o pavimento mais suscetível a rachaduras na superfície (ZHANG, et al., 2020).

Características que garantem efetividade no uso de material fresado em misturas asfálticas

SUSANTO et al. (2019) realizaram uma pesquisa com misturas asfálticas adicionadas com 56,88%, 50% e 40% de agregado RAP (asfalto fresado). Os autores apontaram que o agregado máximo de RAP, que pode ser usado na mistura do Curso de Desgaste de Concreto Asfáltico (AC-WC) e também próximo à gradação média do padrão Bina Marga, é 56,88%. A mistura continha 39,92% de RAP, 56,40% de novo agregado e 3,86% de conteúdo de asfalto, atendendo aos padrões das rodovias, de acordo com os parâmetros obtidos a partir da compactação Marshall.

Existem várias vantagens em reutilizar o RAP como materiais de pavimentação em termos de perspectivas ambientais, econômicas e de engenharia. As principais vantagens ambientais incluem a conservação de recursos e a economia de espaço no aterro. Também é econômico, pois o custo do material é reduzido quando o RAP é usado em misturas asfálticas à quente (KUEHL, et al., 2016). Esses materiais ainda possuem propriedades desejáveis para

serem utilizadas nas camadas de superfície, sujeitas às limitações estabelecidas na especificação utilizada. No processo de reciclagem de mistura quente, o material RAP é combinado com o novo aglutinante de agregados e asfalto ou agente de reciclagem em uma usina de mistura quente. Com a avaliação adequada do material fresado, é possível obter um desempenho semelhante ou até melhor para a mistura asfáltica reciclada à quente quando comparada às misturas asfálticas convencionais (ARSHAD, et al., 2017).

Segundo et al. (2016) avaliaram o desempenho de misturas asfálticas com uso de material fresado como camada de revestimento, e os resultados mecânicos das misturas indicaram a viabilidade econômica, ambiental e técnica da reciclagem morna mediante critérios de seleção dos materiais e dos equipamentos utilizados.

Utilização de material fresado adicionado com agentes rejuvenescedores em misturas asfálticas

Agentes rejuvenescedores devem ser substâncias altamente aromáticas, cuja composição seja tal que aumente o poder peptizador da fração maltenos do ligante asfáltico (JI et al., 2016). Misturas asfálticas rejuvenescidas por óleo de motor usado e óleo vegetal usado implicaram menos fragilidade e alta durabilidade em comparação com misturas sem rejuvenescedor (DOKANDARI; KAYA; SENGOZ; TOPAL, 2017). Rejuvenescedor é um aditivo usado para amolecer o ligante envelhecido e restaurar as propriedades físicas e reológicas à condição convencional do ligante. Também pode aumentar a resistência à fissuração da mistura asfáltica, pois possui alta resistência ao sulco (IDHAM, et al., 2019).

Portugal et al. (2017) afirma que os óleos vegetais são ricos em ácidos graxos não saturados e apresentam resistência a altas temperaturas. Portanto, em razão dos mecanismos de envelhecimento e rejuvenescimento do ligante asfáltico, eles podem ser utilizados para a recuperação de ligantes asfálticos envelhecidos.

Ji et al. (2017) realizaram um estudo a fim de investigar a adição de óleo de soja e de milho para recuperar as propriedades reológicas de um ligante asfáltico envelhecido, extraído do material fresado. Os autores concluíram que essa adição é capaz de reduzir a rigidez e aumentar a plasticidade do ligante envelhecido, tal qual um rejuvenescedor convencional à base de óleo combustível. Quando a viscosidade do ligante aumenta, este tende a fluir para as trincas e preenche-las, seja pela gravidade, pela tensão superficial ou pela pressão gerada pela sua própria expansão térmica (GROSSEGGGER et al., 2018).

Elkashef, Williams e Cochram (2018) desenvolveram uma pesquisa com a utilização de um rejuvenescedor derivado de soja em ligantes asfálticos e obtiveram que o aditivo melhorou as propriedades de baixa e alta temperatura do ligante do material fresado e aumentou a resistência ao envelhecimento. Rejuvenescedores à base de petróleo e óleos vegetais maximizam a resistência à rigidez das misturas asfálticas adicionadas com 65% de material fresado (NABIZADEH, et al., 2017).

Gungat et al. (2019) afirmaram que a adição do agente rejuvenescedor de cera, denominado de RH-WMA, na mistura RAP reduz a rigidez potencializando a reciclagem do RAP em percentagens iguais e maiores que 30%, além de reduzir a temperatura de produção. Quatro diferentes agentes rejuvenescedores comumente usados: ligante asfáltico virgem, óleo vegetal, óleo de motor usado e rejuvenescedor composto (óleo aromático, plastificante e agente antiderrapante) foram utilizados em uma pesquisa a fim de recuperar o ligante envelhecido e os materiais RAP, preparando as misturas de asfalto recicladas com 60% de RAP e incorporando os rejuvenescedores selecionados. O rejuvenescedor composto apresentou melhor desempenho quanto à resistência à fadiga por conter componentes leves suficientes e uma certa quantidade de agente penetrante, acelerando a taxa de difusão dele no ligante envelhecido (ZHANG et al., 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos achados, conclui-se que é possível projetar misturas asfálticas de qualidade aceitável com o material fresado que atenda aos critérios volumétricos e de desempenho desejados necessários.

Os resultados do estudo apontaram que a caracterização adequada do material fresado, assim como a avaliação da fonte são necessários devido à variação nas propriedades do material.

O aumento da temperatura no processo de usinagem leva a um maior consumo de energia, o que gera um impacto negativo no meio ambiente, mas as temperaturas de mistura e compactação podem ser reduzidas à medida que ácidos graxos são adicionados à mistura asfáltica reciclada.

Em termos de propriedades mecânicas, maior teor de material fresado produziu maior rigidez e, conseqüentemente, menos resistência à fadiga. Contudo, a adição de agentes

rejuvenescedores nas misturas asfálticas recicladas reduzem a rigidez e, demonstram melhor resistência à fadiga em comparação à mistura reciclada sem aditivos.

O agente rejuvenecedor composto é um material promissor que pode melhorar o desempenho geral de ligantes asfálticos envelhecidos. Esse benefício deve ser ainda mais avaliado com a reciclagem à quente de misturas fresadas. Rejuvenecedor de óleo vegetal tem grande potencial na melhora das propriedades de fadiga e baixa temperatura dos ligantes dos materiais fresados.

REFERÊNCIAS

ARÁMBULA-MERCADO, E.; et al. Evaluation of recycling agent dosage selection and incorporation methods for asphalt mixtures with high RAP and RAS contents. **Construction and Building Materials**. 2018.

ARSHAD, A. K.; et al. Performance Evaluation of Hot Mix Asphalt with Different Proportions of RAP Content. **EDP Sciences**. 2018.

BAGHAEE MOGHADDAM, T.; BAAJ, H. The use of rejuvenating agents in production of recycled hot mix asphalt: a systematic review. **Construction and Building Materials**. 2016.

CUNHA, C. B.; et al. Avaliação de concreto asfáltico usinado a quente com incorporação de material fresado. **Revista Matéria**, vol. 23, n. 3, 10p. 2018.

DOKANDARI, P. A.; KAYA, D.; SENGOZ, B.; TOPAL, A. Implementing Wast Oils with Reclaimed Asphalt Pavement Proceedings. **In: 2nd World Congresso n Civil, Structural and Environmental Engineering (CSEE'17)**. 2017

ELKASHEF, M.; WILLIAMS, R. C.; COCHRAN, E. W. Physical and chemical characterization of rejuvenated reclaimed asphalt pavement (RAP) binders using rheology testing and pyrolysis gas chromatography-mass spectrometry. **Materials and Structures**. 2018.

ELKASHEF, M.; WILLIAMS, R. C. Improving fatigue and low temperature performance of 100% RAP mixtures using a soybean-derived rejuvenator. **Construction and Building Materials**. 2017.

FAROOQ, M. A.; MIR, M. S. Use of reclaimed asphalt pavement (RAP) in warm mix asphalt (WMA) pavements: a review. **Innovative Infrastructure Solutions**. 2017.

GROSSEGGER, D.; GOMEZ-MEIJIDE, B.; VAN STEENKISTE, S.; GARCÍA, Á. Influence of rheological and physical properties of heat-induced self-healing of asphalt mastic beams, **Construction and Building Materials**, v.182, p. 298–308, 2018.

GUNGAT, L.; et al. Design and properties of high reclaimed asphalt pavement with RH-WMA. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. 2019.

HAMZAH, M. O.; GUNGAT, L.; GOLCHIN, B. Estimation of optimum binder content of recycled asphalt incorporating a wax warm additive using response surface method. **International Journal of Pavement Engineering**. 2017.

HONG, W.; et al. Investigation of rejuvenation and modification of aged asphalt binders by using aromatic oil-SBS polymer blend. **Construction and Building Materials**. 2020.

IDHAM, M. K.; et al. Effect of different rejuvenating agents on the mechanical performance of recycled bituminous mixture. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. 2019.

JI, J.; YAO, H.; SUO, Z.; YOU, Z.; LI, H.; XU, S.; SUN, L. Effectiveness of vegetable oils as rejuvenators for aged asphalt binders. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 29, n.3, 2016.

KLAMT, R. A.; et al. Estudo da utilização da reciclagem de concreto asfáltico como camada de pavimento. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS**. 2018

KUEHL, K.; et al. Synthesis of recycled asphalt pavement (RAP) material. **Minnesota Department of Transportation. 2016.**

LU, D. X.; SALEH, M.; NGUYEN, N. H. T. Effect of rejuvenator and mixing methods on behaviour of warm mix asphalt containing high RAP content. **Construction and Building Materials. 2019.**

NABIZADEH, H. HAGSHENAS, H. F.; KIM, Y. R.; ARAGÃO, F. T. S. Effects of rejuvenators on high-matrix (FAM) mixtures. **Construction and Building Materials. 2017.**

PORTUGAL, A.; LUCENA, L.; LUCENA, A.; BESERRA DA COSTA, D. Rheological performance of soybean in asphalt binder modification. **Road Materials and Pavement Design, v. 19, n. 4, p. 768–782, 2017.**

SEGUNDO, I. G. R.; CASTELO BRANCO, V. T. F.; VASCONCELLOS, K. L.; et al. Misturas asfálticas recicladas a quente com incorporação de elevado percentual de fresado como alternativa para camada de módulo elevado. **Revista Transportes, vol. 24, n. 4, pp. 85-94. 2016.**

SONG, W.; HUANG, B.; SHU, X. Influence of warm-mix asphalt technology and rejuvenator on performance of asphalt mixtures containing 50% reclaimed asphalt pavement. **Journal of Cleaner Production. 2018.**

SUSANTO, W. M.; et al. Influence of amount of reclaimed asphalt pavement and asphalt using warm mix asphalt method on asphalt concrete wearing course. **AIP Conference Proceedings. 2019.**

XU, S.; GARCÍA, A.; SU, J.; LIU, Q.; TABAKOVIC, A. Self-Healing Asphalt Review: From Idea to Practice. **Advanced Materials Interfaces. 2018.**

ZAUMANIS, M; MALLICK, R. B. Review of very high-content reclaimed asphalt use in plant produced pavements: state of the art. **International Journal of Pavement Engineering. 2015.**

ZHANG, J.; et al. Influence of different rejuvenating agents on rheological behavior and dynamic response of recycled asphalt mixtures incorporating 60% RAP dosage.

Construction and Building Materials. 2020.

UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE TRACKER PARA DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE VELOCIDADE, DESCARGA E CONTRAÇÃO NO EXPERIMENTO DO ALCANCE DO JATO DE ÁGUA

Sharon Dantas da Cunha¹
George Daniel Vieira Galdino²
Kytéria Sabina Lopes de Figueredo³

RESUMO

A velocidade de saída do fluido em um recipiente/tanque aberto com um orifício lateral pode ser determinada através da equação de Torricelli. Esta é uma situação idealizada, e experimentalmente o valor medido é distinto. Uma garrafa PET de 2 litros com um orifício circular na lateral foi utilizado no experimento do alcance do jato de água, no qual um celular foi utilizado para filmar o experimento. As imagens capturadas no filme foram analisadas no software livre Tracker versão 5.1.5 e a partir desta análise foram obtidas as coordenadas do alcance do jato de água, a altura do líquido em relação ao orifício circular, e a altura do plano de medida do alcance até o orifício. Os dados gerados foram utilizados para determinar os coeficientes de velocidade, descarga e contração do orifício circular. Os valores dos coeficientes obtidos nesse estudo são compatíveis com os registrados na literatura, e confirmam que o software Tracker pode ser utilizado para determinação dos coeficientes de velocidade, contração e descarga utilizando um experimento com materiais de baixo custo.

Palavras-chave: Orifício Circular, Equação de Torricelli, Materiais de Baixo Custo, Ensino de Física

INTRODUÇÃO

Alguns processos físicos podem ser expressos por equações matemática, e a física foi resultado de observações de vários filósofos, dentre os quais pode-se citar Galileu que estudou o movimento dos projéteis, e concluiu que uma pedra, ou até mesmo uma bala de canhão, movimentam-se ao longo de duas dimensões numa trajetória parabólica. Depois, Torricelli comprovou essas descobertas, e aplicou para escoamentos de água através de um orifício lateral em grandes recipientes.

Uma situação do cotidiano para ilustrar essa situação é o esvaziamento de uma caixa d'água através de um cano lateral, onde se observa que o jato de água fica mais distante (maior alcance), quando a caixa está cheia, e diminui à medida que a caixa está sendo

¹ Professor Doutor, Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA. sharondantas@ufersa.edu.br;

² Graduando do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, georgedaniel1551@gmail.com ;

(83) 3322.3222³ Professora Doutora, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, kyteria.figueredo@ufersa.edu.br;

esvaziada. Teoricamente, a velocidade de saída do orifício é explicada através da equação de Bernoulli usando o modelo de um tanque cheio com um orifício na lateral, cuja velocidade do fluido sai pelo orifício é dada pela equação do Torricelli, ou seja, proporcional à raiz quadrada da altura do líquido do reservatório

Porém, esta equação é obtida para uma situação idealizada e o fluido utilizado é denominado fluido ideal (HALLIDAY, 2016; NUSSENZVEIG, 2014). Na prática se observa que essa velocidade é um pouco menor que a previsão teórica (AZEVEDO NETTO, 2015). Além disso, como consequência desta diminuição, a vazão também diminui, e ocorre estreitamento das linhas de corrente do fluido, o fenômeno da Vena Contracta.

Em termos práticos, o escoamento de fluidos em orifícios tem sido útil na descrição do funcionamento e projeto de estruturas hidráulicas, como reservatórios e unidades de tratamento internas às Estações de Tratamento de Água (Almeida *et al*, 2018). O presente trabalho descreve uma metodologia para determinação experimental do coeficiente de velocidade, de descarga, e de contração para um orifício circular através do experimento do jato de água. Para simular e observar o movimento do escoamento do jato de água foi feito um orifício lateral em uma garrafa pet. Aplicando o software livre Tracker, que usa as imagens de vídeo do experimento, obtém-se as coordenadas do alcance do jato de água, altura do líquido em relação ao orifício, e altura do plano de medida do alcance até o orifício, para obter os coeficientes que caracterizam o orifício lateral.

METODOLOGIA

Para a obtenção dos coeficientes de velocidades, descarga e contração, foi desenvolvido um experimento com materiais de baixo custo utilizando para a montagem/execução do experimento uma garrafa PET (2 Litros) de diâmetro 10,3 cm, um recipiente retangular de plástico, nível bolha, duas fitas métricas, fita adesiva transparente, corante preto, lixa fina, uma folha de isopor de 20 mm para variar a altura do orifício circular em relação ao recipiente plástico e um tripé para a câmera.

O sistema experimental é constituído de uma garrafa PET em que foi retirada a parte superior da garrafa para facilitar o manuseio do líquido no momento do experimento, e garantir que a pressão na superfície do líquido fosse igual à da saída. O orifício lateral foi feito com o auxílio de uma esfera aquecida de aço de diâmetro de 0,45 cm na lateral da garrafa, de maneira que o diâmetro ficou bem próximo ao da esfera. O orifício foi lixado para que não houvesse interferência das rebarbas no jato d'água, como mostra a figura 01.

Figura 01: Garrafa com o orifício finalizado.



Fonte: Autor, 2020.

Após o preparo da garrafa, fixou-se uma fita métrica na garrafa, e outra fita métrica em recipiente retangular de plástico. A altura do orifício circular em relação ao recipiente retangular foi modificada através de camadas feitas de isopor, cada camada com 2 cm de espessura. A figura 02 mostra o sistema experimental.

Figura 02: Sistema Experimental.



Fonte: Autor, 2020.

Após o sistema experimental ser montado, a garrafa foi preenchida com água adicionada de um corante escuro, necessário para uma melhor visualização do jato de água quando escoar pelo orifício circular.

Para a filmagem do experimento foi utilizado um celular com a câmera principal com configurações de 25 megapixels e abertura F/1.7 que ficou preso a um tripé. O uso tripé foi

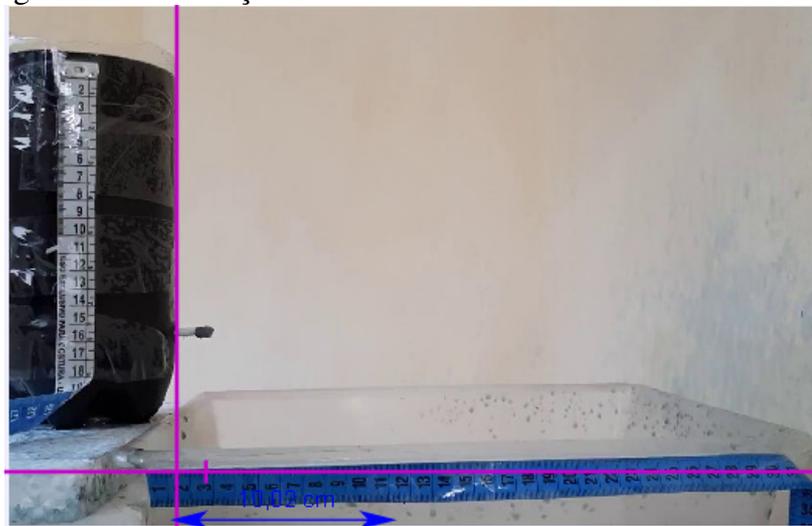
importante, pois foi possível realizar a gravação em uma posição fixa, e assim não modificar a escala das medidas no decorrer do vídeo.

Os dados do experimento foram obtidos com o software livre Tracker versão 5.1.5, que obtém a posição do objeto através de vídeos. A filmagem do experimento foi feita em um local bem iluminado, e utilizou-se a fita métrica para calibração da escala do vídeo.

Após a obtenção dos vídeos para cada situação, cada vídeo é importado para o software Tracker, e analisado individualmente. No ambiente de trabalho do software é necessário adicionar, e mover a origem do eixo cartesiano, que está disponível na aba “TRAJETÓRIA”, para um local que facilite as medidas. Ao adicionar o eixo, o usuário deve se atentar ao grau de inclinação do eixo, e local da origem do eixo.

O passo seguinte é definir as medidas de comprimento do vídeo com o auxílio das “FITAS DE CALIBRAÇÃO” também disponível na aba “TRAJETÓRIA”. Após este passo, aparecerá uma seta, cujas cores podem ser escolhidas pelo usuário, e selecione o objeto de medida conhecida, no caso deste experimento uma das fitas métricas. A figura 3 mostra a janela do Tracker com um dos “frames do vídeo”, em destaque o eixo (na cor lilás) e a fita de calibração (cor azul) da bandeja.

Figura 03: Localização dos eixos cartesianos e da fita de calibração



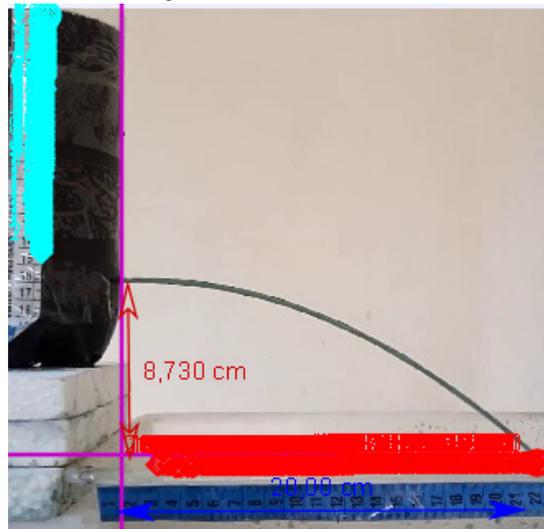
Fonte: Autor, 2020.

Como o software só aceita uma calibração, foi utilizado fita de métrica para conferir se medida na vertical, coincide ou não com a calibração. Quando não coincide, a medida pode ser corrigida.

O próximo passo é a marcação dos pontos locais de interesse que se deseja medir, adicionando um novo “PONTO DE MASSA”, disponível na aba “TRAJETÓRIA”. Neste

a bandeja (medida horizontal). Quando se escolhe um ponto para ser “PONTO DE MASSA”, ao passar para o “frame” seguinte o software pode marcar o ponto seguinte, dependendo do modelo disponível na janela “TRAJETÓRIA AUTOMÁTICA”. Às vezes é necessário atualizar o modelo, para que os pontos sejam marcados de maneira correta, ou fazer marcação manual. Ao usar o software, nota-se que quanto melhor a resolução do vídeo, mais fácil a marcação dos pontos de maneira automática. A figura 04 mostra a marcação dos pontos obtidas com um dos vídeos analisados. As variáveis obtidas são o alcance (variável horizontal – x , cor vermelha), medida a partir do plano do recipiente, e a medida do eixo horizontal até o centro do orifício (H , cor ciano). A variável de interesse $h = H - h_{pf}$, onde h_{pf} é medida do centro do orifício até a média dos valores de y da coordenada y da variável do alcance.

Figura 04: Marcação das coordenadas e o valor de h_{pf} .



Fonte: Autor, 2020.

A partir da análise do experimento, relacionou-se a teoria com as medidas obtidas com o Tracker. A equação de Torricelli é obtida através da equação de Bernoulli, onde a pressão na saída do jato e a pressão na parte superior do recipiente é a atmosférica, e a velocidade do fluido do líquido na parte superior é nula, é dada pela equação 01:

$$v = \sqrt{2gh} \quad (01)$$

onde h é o desnível entre o centro do orifício e a parte superior do recipiente, cujo valor é obtido através da subtração de H e h_{pf} , cujo valor é obtido medindo o centro do orifício e o eixo horizontal com a ferramenta de medida – “FITA MÉTRICA”, disponível na aba “TRAJETÓRIA” do Tracker.

Já o alcance do jato (medida horizontal “ x ”) é o produto da velocidade de saída

(equação 01), e o tempo que o jato sai do orifício e alcança o eixo horizontal. Através da equação horária do movimento uniformemente variado, esse tempo é dado pela equação 02:

$$t = \sqrt{\frac{2h_{pf}}{g}} \quad (02)$$

Após algumas manipulações, o alcance é dado pela equação 03:

$$x = 2\sqrt{h_{pf}h} \quad (03)$$

Para a obtenção dos coeficientes de velocidades, descarga e contração relacionou-se os dados obtidos de cada amostra no Tracker com as definições teóricas. Para o coeficiente de velocidade, a equação 03 foi linearizada, para ajuste linear dos dados do alcance e da altura. A partir da razão da vazão obtida no experimento e da vazão teórica obtém-se o coeficiente de descarga, e relacionando esses dois coeficientes determina-se o coeficiente de contração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

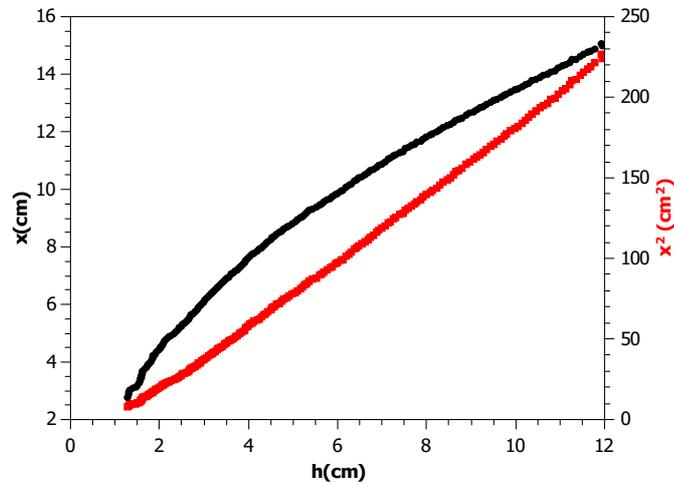
O experimento do jato de água com orifício lateral foi feito com quatro alturas distintas, denominada $h_{pf} = H - h$, definida como a distância entre o plano e o centro do orifício. Cada altura varia aproximadamente 20 mm, que é a espessura do isopor, e foram feitos três ensaios cada altura, e o erro das medidas obtidas com o Tracker é de 0,001 cm.

O Software Tracker fornece gráficos rápidos, como evolução temporal das variáveis, e para a análise proposta neste trabalho, os dados foram exportados para o Excel para uma melhor análise, manipulação, e construção de gráficos.

No entanto, o experimento do Jato de água não é uma situação idealizada pois o fluido utilizado é um fluido real o que limita a aplicação da equação de Torricelli, (HALLIDAY, 2016; NUSSENZVEIG, 2014). Deste modo para determinar o coeficiente de velocidade, realizou-se o ajuste linear das coordenadas obitas na análise de imagens do experimento com o Tracker.

A figura 05 mostra o comportamento de x (cor preta), x^2 (cor vermelha) versus h , evidenciando a não linearidade e a linearidade das variáveis apresentadas.

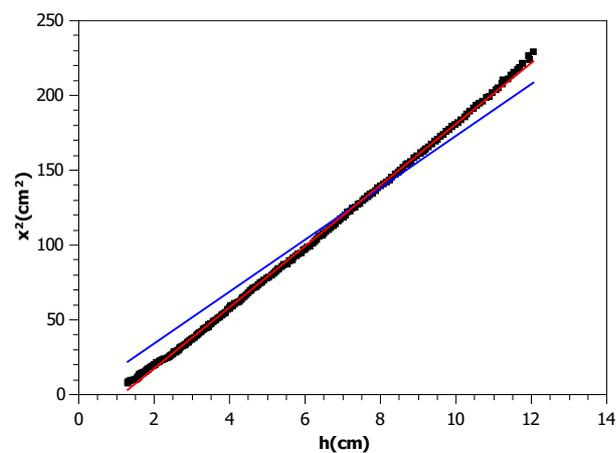
Figura 05: Comportamento não linear de x



Fonte: Autor, 2020.

O ajuste proposto inicialmente foi “ $x^2 = ah$ ”, onde a é o coeficiente angular. Ao fazer este ajuste observou-se que ele não coincidiu com os dados (linha azul da figura 06). Considerou-se um ajuste linear do tipo ($x^2 = ah + b$), sendo mais compatível com os dados do experimento (linha vermelha da figura 06). Um dos critérios para a decisão do ajuste foi o valor de “ R^2 ”, sendo escolhido o mais próximo de 1,0. Na primeira proposta de ajuste o valor de R^2 é 0,9697, e na segunda proposta, 0,9992. A figura 06 mostra o comportamento de x^2 versus h para uma das amostras estudadas, com as propostas de ajuste comentadas neste parágrafo.

Figura 06: Comportamento do x^2 versus h .



Fonte: Autor, 2020.

A tabela 01 apresenta as variáveis obtidas com o melhor ajuste, seus respectivos erros padrões para cada amostra analisada, e o valor do R^2 .

Tabela 01: Valores dos coeficientes obtidos com o ajuste linear.

h_{pf} (cm)	a	$\Delta\bar{a}$	b	$\Delta\bar{b}$	R^2
6,5	16,79	0,03	-45,4	0,3	0,9996
6,7	18,9	0,02	-24,1	0,2	0,9998
6,8	18,61	0,02	-21,00	0,2	0,9998
8,5	21,39	0,04	-32,6	0,3	0,9996
8,8	23,35	0,05	-35,6	0,5	0,9993
8,7	25,07	0,04	-31,2	0,4	0,9997
10,9	30,12	0,09	-37,5	0,8	0,9986
11,1	32,09	0,09	-38,2	0,8	0,9988
10,8	31,15	0,08	-49,8	0,7	0,9989
13,0	33,24	0,06	-93,2	0,6	0,9995
13,0	37,94	0,09	-86,4	0,9	0,9991
13,1	38,53	0,1	-95,6	1,0	0,999

Fonte: Autor, 2020.

Os valores de h_{pf} não são iguais, pois depende do valor da coordenada y do “ponto de massa” do alcance no software utilizado na análise do experimento. Ao analisar a tabela 01 foi observado que os coeficientes angulares dos ajustes são menores que previstos teoricamente, $a \leq 4h_{pf}$. Experimentalmente é observado que a velocidade que o fluido sai do orifício (velocidade experimental, v_e) difere da teórica (equação de Torricelli, v), e o coeficiente de velocidade (c_v) relaciona estas velocidades, como pode ser visto na equação 04:

$$c_v = \frac{v_e}{v} \quad (04)$$

Desta forma, a nova expressão do alcance (x) em função de c_v é dada pela equação 05:

$$x = c_v 2\sqrt{h_{pf}h} \quad (05)$$

Assim, o coeficiente angular dos ajustes a é dado pela equação 06:

$$a = c_v^2 4h_{pf} \quad (06)$$

Isolando c_v na equação 07:

$$c_v = \sqrt{\frac{a}{4h_{pf}}} \quad (07)$$

Para calcular o erro do coeficiente de velocidade levando em conta as incertezas de a e h_{pf} utilizou-se a técnica da propagação de erro (TAYLOR, 2012).

$$\Delta\bar{c}_v = \bar{c}_v \sqrt{\left(\frac{1}{2} \frac{\Delta\bar{a}}{\bar{a}}\right)^2 + \left(\frac{1}{2} \frac{\Delta h_{pf}}{h_{pf}}\right)^2} \quad (08)$$

A tabela 02 mostra o valor médio do coeficiente de velocidade, \bar{c}_v , para cada amostra

estudada, e o seu desvio padrão, $\Delta\bar{c}_v$.

Tabela 02: Valor médio e desvio padrão de c_v para cada amostrada estudada.

h_{pf}	\bar{c}_v	$\Delta\bar{c}_v$	h_{pf}	\bar{c}_v	$\Delta\bar{c}_v$
6,5	0,804	0,002	10,9	0,833	0,003
6,7	0,840	0,002	11,1	0,852	0,003
6,8	0,830	0,002	10,8	0,850	0,002
8,5	0,794	0,002	13,0	0,800	0,002
8,8	0,814	0,002	13,0	0,854	0,002
8,7	0,848	0,002	13,1	0,856	0,002

Fonte: Autor, 2020.

Analisando a tabela 02 foi observado que os valores de \bar{c}_v são bem próximos, e não dependem de h_{pf} . O valor médio de $\bar{c}_v=0,83$, e o desvio padrão das 12 amostras, $\Delta\bar{c}_v=0,02$.

O coeficiente linear b obtida através do ajuste linear, como apresentado na tabela 01, é nula, sendo incoerente com o modelo apresentado na equação 05 assim aplicou-se um teste de hipótese de T-Student com um nível de confiança de 95% para saber se o valor não nulo era resultado de erros experimentais, e a hipótese não foi confirmada.

Deste modo, é possível que isso ocorreu devido ao comportamento do fluido real, que além de possuir viscosidade, possui outras características como a presença da tensão superficial. Essa tensão faz com que o líquido pare de escoar mesmo com a água acima do nível do orifício (PLAUSKA, 2013). Então, de acordo com os estudos de Geraldo Claret Plauska (2013), utilizou-se uma altura denominada h_0 para justificar a presença do coeficiente linear b .

Modificando novamente a expressão do alcance (x), equação 05, incluindo a presença de h_0 , equação 09:

$$x = c_v 2\sqrt{h_{pf}(h - h_0)} \quad (09)$$

Logo, o coeficiente linear do ajuste é apresentado na equação 10:

$$b = c_v^2 4h_{pf}h_0 \quad (10)$$

Isolando h_0 na equação 11:

$$h_0 = \frac{b}{c_v^2 4h_{pf}} \quad (11)$$

Para calcular o erro de h_0 levando em conta as incertezas de b , h_{pf} e c_v , novamente utilizou-se a técnica da propagação de erros equação 12 (TAYLOR, 2012).

$$\Delta\bar{h}_0 = \bar{h}_0 \sqrt{\left(\frac{\Delta\bar{b}}{\bar{b}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\bar{h}_{pf}}{\bar{h}_{pf}}\right)^2 + \left(2\frac{\Delta\bar{c}_v}{\bar{c}_v}\right)^2} \quad (12)$$

A tabela 03 mostra o valor médio do coeficiente de velocidade, $\overline{h_0}$, para cada amostra estudada, e o seu desvio padrão, $\Delta\overline{h_0}$.

Tabela 03: Valor médio e desvio padrão de h_0 para cada amostrada estudada.

h_{pf}	h_0	$\Delta\overline{h_0}$	h_{pf}	h_0	$\Delta\overline{h_0}$
6,5	-2,7	0,02	10,9	-1,25	0,03
6,7	-1,28	0,01	11,1	-1,19	0,03
6,8	-1,13	0,01	10,8	-1,60	0,02
8,5	-1,52	0,01	13,0	-2,80	0,02
8,8	-1,52	0,02	13,0	-2,28	0,02
8,7	-1,24	0,02	13,1	-2,48	0,03

Fonte: Autor, 2020.

Analisando a tabela 03, observa-se que os valores de $\overline{h_0}$ possuem erros na primeira casa decimal, e espera-se que este valor não dependa de h_{pf} e sim do recipiente. O valor médio de $\overline{h_0}=1,7$, e o desvio padrão das 12 amostras, $\Delta\overline{h_0}=0,3$.

Como a velocidade que o fluido sai pelo orifício é diferente da previsão teórica, logo a vazão também é modificada. O coeficiente de descarga c_d relaciona a vazão experimental, Q_e , e a vazão teórica, Q , como pode ser visto na equação 13.

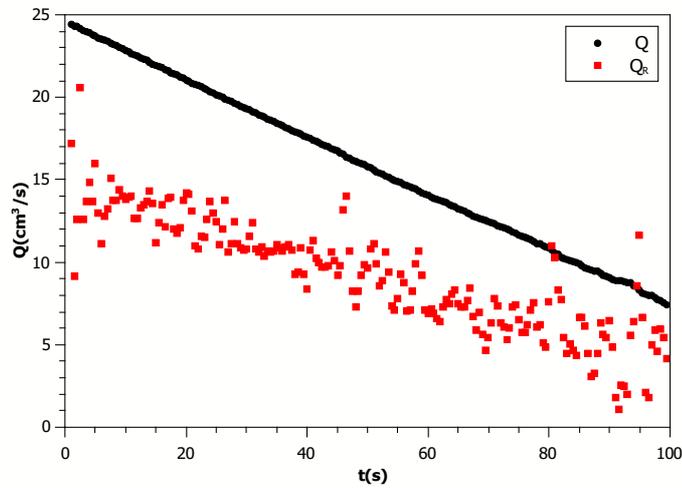
$$c_d = \frac{Q_e}{Q} \quad (13)$$

A vazão teórica (Q) é o produto da área do orifício lateral ($A_o = \pi r_f^2$) e a velocidade teórica, dada pela equação de Torricelli. A vazão experimental Q_e é obtida através do produto da área da seção transversal do recipiente ($A_r = \pi r_g^2$), e a velocidade instantânea da altura do líquido (v_h), que foi aproximada pelo método da derivada centrada, como pode ser visto pela equação 14.

$$v_h = \frac{h(t+\Delta t) - h(t-\Delta t)}{2\Delta t} \quad (14)$$

A figura 07 mostra a evolução temporal da vazão experimental (Q_e), quadrados vermelhos, e a teórica (Q), círculos pretos para uma das amostras estudadas.

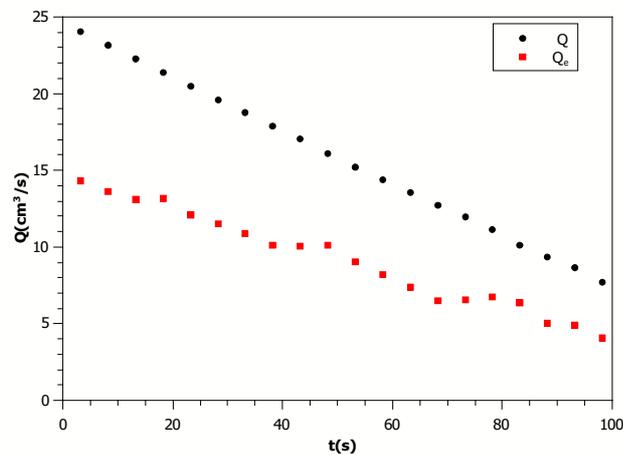
Figura 07: Evolução temporal das vazões teórica e experimental



Fonte: Autor, 2020.

Devido à grande flutuação da velocidade v_h , foi feito a média dos valores a cada dez pontos. A figura 08 mostra o resultado cujo objetivo foi diminuir a flutuação dos valores do coeficiente de descarga c_d .

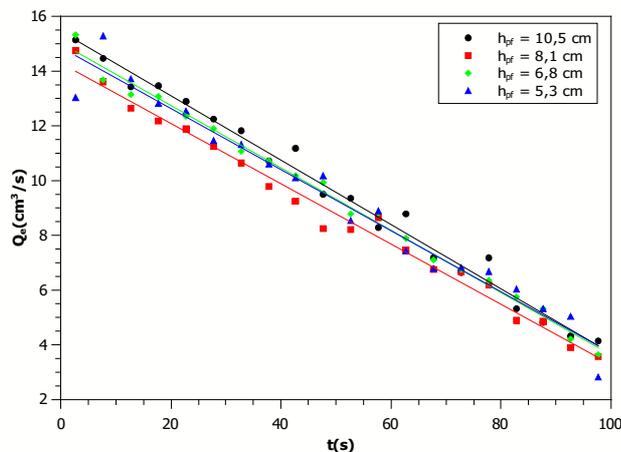
Figura 08: Q e Q_e para a mesma amostra da figura 07.



Fonte: Autor, 2020.

A figura 09 mostra a evolução temporal de Q_e . Os valores das inclinações se diferenciam na segunda casa decimal que pode ser explicado pelas diferentes alturas iniciais de cada amostra.

Figura 09: Evolução temporal de Q_e para diferentes alturas.



Fonte: Autor, 2020.

A tabela 04 mostra os valores de c_d para cada amostra estudada. O valor médio de $\bar{c}_d = 0,64$, e o desvio padrão é $\Delta\bar{c}_d = 0,03$ para as doze amostras estudadas.

Tabela 04: Valor médio e desvio padrão de c_d para cada amostrada estudada.

h_{pf}	c_d	$\Delta\bar{c}_d$	h_{pf}	c_d	$\Delta\bar{c}_d$
6,5	0,6	0,04	10,9	0,7	0,05
6,7	0,62	0,04	11,1	0,67	0,05
6,8	0,62	0,06	10,8	0,67	0,04
8,5	0,65	0,05	13,0	0,61	0,09
8,8	0,65	0,06	13,0	0,64	0,1
8,7	0,64	0,05	13,1	0,64	0,05

Fonte: Autor, 2020.

Nos experimentos de jato de água é esperado a diminuição da área do jato, um denominada de Vena Contracta. Este efeito acontece devido a velocidade de saída do jato imediatamente após orifício ser menor que a teoria o que resulta numa pressão maior que a pressão atmosférica (NUSSENZVEIG, 2014). O coeficiente que caracteriza esse efeito é o de contração, c_c , definido como a razão entre as áreas da seção contraída (A_c) e a área do orifício (A_o), como pode ser visto na equação 15.

$$c_c = \frac{A_c}{A_o} \quad (15)$$

Após algumas manipulações matemáticas, o coeficiente de descarga (c_d) se relaciona com o coeficiente de velocidade (c_v) e o de contração (c_c) equação 16:

$$c_d = c_c c_v \quad (16)$$

Utilizando os valores dos coeficientes obtidos anteriormente na equação 16 se obtém o coeficiente de contração. E a partir da técnica da propagação de erros (TAYLOR, 2012), obtém-se o desvio padrão para este coeficiente, como pode ser visto na equação 17.

$$\Delta \bar{c}_c = \bar{c}_c \sqrt{\left(\frac{\Delta \bar{c}_d}{\bar{c}_d}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \bar{c}_v}{\bar{c}_v}\right)^2} \quad (17)$$

A tabela 05 mostra os valores de c_c , cujo valor médio é 0,77, e o desvio padrão, 0,04, para as doze amostras estudadas.

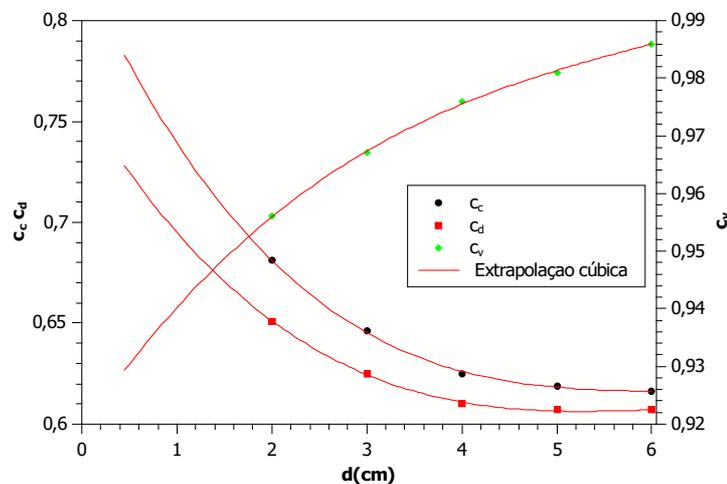
Tabela 05: Valor médio e desvio padrão de c_c para cada amostrada estudada.

h_{pf}	\bar{c}_c	$\Delta \bar{c}_c$	h_{pf}	\bar{c}_c	$\Delta \bar{c}_c$
6,5	0,75	0,05	10,9	0,84	0,06
6,7	0,74	0,05	11,1	0,78	0,06
6,8	0,75	0,07	10,8	0,78	0,05
8,5	0,82	0,06	13,0	0,8	0,1
8,8	0,8	0,07	13,0	0,7	0,1
8,7	0,75	0,06	13,1	0,74	0,06

Fonte: Autor, 2020.

Para comparar os valores obtidos neste trabalho, será usado os dados das tabelas A-5.1.2-a, A-5.1.2-b e A-5.1.2-c do livro Manual de Hidráulica de Azevedo Netto (2015, pág. 74 e 75) para $h = 0,4$ m dos coeficientes de velocidade, descarga e contração versus o diâmetro do orifício. Para obter os dados para $d = 0,45$ cm, foi feito uma extrapolação cúbica, como pode ser visto na figura 10.

Figura 10: Curva de extrapolação cúbica para $d = 0,45$ cm de c_v , c_d , e c_c



Fonte: Autor, 2020.

A tabela 06 sintetiza os coeficientes obtidos neste trabalho, os valores extrapolados para $d = 0,45$ cm, e o erro relativo percentual, considerando o valor extrapolado como o de referência.

Tabela 06: Coeficientes de velocidade, descarga e contração.

	Trabalho	Extrapolado	ε (%)
\bar{c}_v	0,83	0,929	10,7
\bar{c}_d	0,64	0,728	10,1
\bar{c}_c	0,77	0,783	1,7

Fonte: Autor, 2020.

Como pode ser visto na tabela 06, o erro relativo dos coeficientes de velocidade e de descarga foram em média 10,4%, e o de contração, 1,7%. Assim, os valores obtidos dos coeficientes deste estudo são compatíveis com os valores extrapolados utilizando os dados disponíveis em Azevedo Netto (2015, pág. 74 e 75), confirmam os efeitos de redução de velocidade, diminuição da vazão, e a diminuição da área da seção transversal do jato de água, comprovando a diferença entre a teoria idealizada e o experimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo proposto para determinação dos coeficientes de velocidade, descarga e contração utiliza o software Tracker versão 5.1.5 para análise de dados de imagens de vídeo em um experimento do jato de água que utilizou materiais de baixo custo, ampliou a compreensão e a discussão das limitações do modelo teórico para estudar o escoamento de fluidos, em específico a água.

As coordenadas do alcance do jato de água, a altura do líquido em relação ao orifício e a altura do orifício até o plano de medida obtidas no Tracker evidenciaram que o alcance do jato de água era proporcional a raiz quadrada da altura do líquido ao realizar o ajuste linear dos dados, observou-se a existência do coeficiente linear (b) não nulo, e ao aplicar o teste T student ficou comprovado que o coeficiente linear (b) não era fonte de erros experimentais. A partir do coeficiente angular (a) determinou-se o coeficiente de velocidade do jato de água em que a velocidade do fluido que saiu do orifício circular era menor que a prevista na teoria. Uma vez que a velocidade apresentou comportamento distinto da previsão teórica,

(83) 3322.3222 determinou-se o coeficiente de descarga com a razão da vazão experimental do sistema e da

vazão teórica constatando-se uma diminuição da vazão. Utilizando os valores dos coeficientes de velocidade e de descarga obteve-se o coeficiente de contração com valor menor do que um, confirmando a redução da área da seção transversal do jato.

Assim, esse estudo demonstra que a ferramenta computacional Tracker pode ser utilizada para determinar os coeficientes de velocidade, descarga e contração no experimento de jato de água, considerando o comportamento do fluido real e os ajustes matemáticos. O software Tracker é gratuito, e pode ser uma alternativa na substituição dos kits didáticos utilizados para estudo do comportamento dos fluidos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Antonia Samylla Oliveira, *et al.* Determinação do coeficiente de descarga para orifícios de parede delgada considerando números de Reynolds reduzidos. Revista DAE, n. 210, v. 66, pág. 24-34. abril de 2018. Disponível em: < http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_210_n_1715.pdf >. Acesso em: 02 de out. 2020.

AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, M. Manual de hidráulica. 9^o ed. São Paulo: Blucher, 2015.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; e WALKER, Jearl. Fundamentos de Física - Gravitação, Ondas e Termodinâmica - Volume 2. 10^a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. Curso de Física Básica - Vol. 2 Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor. 5^a ed. São Paulo: Blucher, 2014.

PLAUSKA, Geraldo Claret. Experimento e aprendizagem: Uma aula introdutória à mecânica dos fluidos. Dissertação de mestrado – UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, 2013. Disponível em: < https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2013_Geraldo_Plauska/material_instrucional_Geraldo_Plauska.pdf >. Acesso em: 20 set. 2019.

TAYLOR, John R., Introdução à Análise de Erros: o estudo de incertezas em medições físicas. 2^o ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

TRACKER – Video Analysis and Modeling Tools. Versão 5.1.5 Disponível em: <<https://physlets.org/tracker/>>. Acesso em 10 out. 2019.

VIDEOAULAS DE CIÊNCIAS NO *YOUTUBE* COMO FERRAMENTA EDUCACIONAL PARA O ENSINO FUNDAMENTAL NA PANDEMIA DE COVID-19

Marina Santiago de Mello Souza ¹
Gabriella Queiroz da Silva Vilela ²

RESUMO

O ensino de ciências para os estudantes do ensino fundamental é baseado nas metodologias tradicionais de ensino, onde as atividades lúdicas e aulas expositivas são muito comuns. Com a pandemia de COVID-19 e a substituição das aulas presenciais por aulas online à distância, surgiu uma nova realidade no ensino fundamental brasileiro. O objetivo deste artigo foi fazer um levantamento das videoaulas de ciências disponibilizadas no *YouTube* durante o período de isolamento e comparar com a quantidade de videoaulas de ciências disponíveis antes da pandemia. Foi feita uma pesquisa transversal, quantitativa e qualitativa das videoaulas com o uso do programa *Action Stat Pro*. Os resultados apontaram que nos 5 primeiros meses de isolamento, houve um acréscimo de 140% na criação de canais com videoaulas de ciências, totalizando 42 canais. É evidente a utilização do *YouTube* como um veículo de transmissão de conteúdos educacionais, logo, se aliado à geração de nativos digitais torna-se uma poderosa ferramenta de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Videoaulas de ciências, *YouTube*, Ensino fundamental.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a sociedade encontra-se cada vez mais inserida no contexto tecnológico, o qual traz inovações técnicas e dispositivos modernos, permitindo novas formas de comunicação capazes de produzir e disseminar informação de forma rápida e fácil. A partir daí, o ramo educacional vem se destacando, com o surgimento da modalidade de Educação a Distância (EaD) (FARIAS, 2013).

De acordo com Maia e Mattar (2007), o EaD é caracterizado pela possibilidade de ensino-aprendizagem independente da barreira espacial existente entre o professor e seu estudante, ou seja, apesar de estarem fisicamente longe um do outro, conseguem interagir de maneira indireta, de lugares e horários diferentes. Desta forma, a Educação a Distância tira vantagem da impossibilidade do estudante conseguir estar presente na instituição de ensino, levando a sala de aula até ele, através da mediação feita a partir das Tecnologias de Informação

¹ Doutora em Radioproteção e Dosimetria (IRD/CNEN) – RJ, Profª da Faculdades Integradas Vital Brazil, FVB-RJ, marina@fvb.edu.br

² Bacharel em Biologia pela Universidade Castelo Branco (UCB) – RJ, Tutora da Faculdades Integradas Vital Brazil, FVB-RJ, gabriella@fvb.edu.br

e Comunicação (TIC's). As TIC's são caracterizadas como um conjunto de recursos tecnológicos que tem como objetivo a troca de informações, facilitar a pesquisa e potencializar a comunicação. Estes recursos vão desde a utilização do celular ao uso de plataformas digitais ou *sites* de distribuição de conteúdos *on-line*, acessados através de computadores e *tablets*. Tais inovações, quando utilizadas para fins educacionais, constituem poderosas ferramentas de ensino-aprendizagem (SELWYN, 2008). Pode-se dizer que as ferramentas trazidas pelas TIC's, proporcionam a ampliação do ensino nas instituições e facilitam o aprendizado dos estudantes, pois têm a *internet* como sua aliada, que é capaz de aprimorar ainda mais seus recursos e enriquecer o conhecimento dos estudantes (SOUSA, MOURA & DUARTE, 2014).

No Brasil, de acordo com o artigo 1º do decreto nº 9.057, do dia 25 de maio de 2017 (BRASIL, 2017):

Considera-se educação a distância a modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorra com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com pessoal qualificado, com políticas de acesso, com acompanhamento e avaliação compatíveis, entre outros, e desenvolva atividades educativas por estudantes e profissionais da educação que estejam em lugares e tempos diversos.

Ainda, segundo o decreto nº 9.057, no que diz respeito à oferta de cursos a distância da educação básica, o artigo 8º dispõe (BRASIL, 2017):

Compete às autoridades dos sistemas de ensino estaduais, municipais e distrital, no âmbito da unidade federativa, autorizar os cursos e o funcionamento de instituições de educação na modalidade a distância nos seguintes níveis e modalidades:

- I - Ensino fundamental, nos termos do § 4º do art. 32 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996;
- II - Ensino médio, nos termos do § 11 do art. 36 da Lei nº 9.394, de 1996;
- III - Educação profissional técnica de nível médio;
- IV - Educação de jovens e adultos;
- V - Educação especial.

Sobre o ensino superior, o decreto autoriza as instituições a disponibilizarem a modalidade de ensino a distância para seus estudantes, desde que obtenham credenciamento prévio para atuar nesta categoria (BRASIL, 2017).

Neste ano (2020), com o início da quarentena e do isolamento social como um plano de proteção à população contra o coronavírus (COVID-19), as aulas presenciais foram suspensas em todo o país. Logo, o Conselho Nacional da Educação (CNE) autorizou, em caráter excepcional e favorável à lei, a implementação das aulas não-presenciais em todos os níveis escolares, desde a educação básica à pós-graduação, cujas atividades poderiam ser feitas na

web, através de videoaulas, redes sociais ou no ambiente virtual de aprendizagem (TOKARNIA, 2020).

Desde então, as instituições de ensino iniciaram uma corrida contra o tempo, para que os estudantes não perdessem as aulas e que o ano letivo não fosse prejudicado. Com o apoio dos docentes, foram implementadas diversas formas de ensino sendo mediadas pelo uso da *internet*, como as aulas *on-line*, feitas por meio de serviços de videoconferência (VARGAS, 2020). Uma vez que a modalidade havia sido permitida pelo Ministério da Educação (MEC), através da Portaria nº 343 do dia 17 de março de 2020, a qual autoriza a substituição das aulas presenciais por aulas que utilizassem as tecnologias de informação e comunicação, como as aulas *on-line*, passando a considerar a aula em tempo real por videoconferência como aula presencial (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2020). Outra opção foi a utilização do Ambiente Virtual do Aprendizagem (AVA), que é uma plataforma interativa composta de ferramentas que vão desde o *download* de arquivos à disponibilização de questionários, fóruns e atividades avaliativas, que visam a interação do professor e dos estudantes. Enquanto que outras instituições decidiram pela gravação de videoaulas que ficassem à disposição do estudante em plataformas digitais ou no próprio AVA, com o intuito de fazer da *internet* a sala de aula (VARGAS, 2020).

Antes da autorização do Conselho Nacional da Educação durante a pandemia, o ensino fundamental não poderia atuar no ensino a distância, conforme o artigo 32º do decreto 9.934 de 20 de dezembro de 1996. Este exige que o ensino fundamental deverá ser presencial, salvo em alguns casos emergenciais ou como uma ferramenta de complemento ao ensino (BRASIL, 1996), que foi o caso da pandemia do COVID-19. Isso levou à mudança nas instituições de ensino de todo país, que tiveram que se adaptar à nova realidade rapidamente, incluindo as tecnologias de informação e comunicação para continuar levando conhecimento aos estudantes. Isso porque, embora existissem modelos educacionais diferentes, o ensino fundamental seguia a linha pedagógica tradicional, onde o docente é aquele que transmite informação e o estudante assimila de forma passiva, por meio das aulas expositivas (BLASKIEVICZ, 2020). Ou seja, as escolas adotam uma metodologia de ensino, que se adapta ao crescimento dos estudantes, mas que está dentro de um padrão pedagógico e educacional (ARELARO, 2005). Com o início da quarentena e a necessidade de mudança para continuar com o planejamento escolar, as instituições tiveram que mudar a sua metodologia de ensino para conseguir chegar aos estudantes a distância, com a criação e implementação das videoaulas, que foram adotadas em todos os níveis escolares e em todas as disciplinas (OLIVEIRA, 2020).

Dentre vários meios para realizar essa nova metodologia, muitas instituições de ensino optaram pela gravação de videoaulas e, aproveitando o fato do *YouTube* ser considerado uma importante plataforma de compartilhamento de conteúdos educacionais, começaram a utilizá-lo como uma plataforma para disponibilizar as videoaulas, para serem assistidas pelos estudantes de suas casas (BRITO, 2020). Além disso, o *YouTube* possui em seu próprio repositório o *YouTube Edu*, criado em 2013 pela plataforma, o qual foi feito para disponibilizar apenas videoaulas educacionais, separadas por disciplina, e que vão do ensino fundamental ao médio. O objetivo dessa criação, foi estimular a produção e o compartilhamento de conteúdo acadêmico confiável e de qualidade (SMONSINSKI, 2013).

De acordo com o Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (2018), conforme sua pesquisa denominada TIC *Kids on-line* Brasil, cerca de 85% da população na faixa etária dos 9 aos 17 anos, acessa a *internet*, o que permite a visualização dos vídeos disponíveis no *YouTube*. Entre as pessoas que mais assistem ao *YouTube*, a faixa etária correspondente às crianças vem aumentando. Isso porque com a crescente expansão de seus vídeos voltados ao público infantil, como a criação de canais próprios para as crianças, o *YouTube* tornou-se ainda mais atraente, onde cerca de 40% das crianças de até 14 anos assistem aos vídeos da plataforma (SHERMAN, 2020). Logo, quando a instituição de ensino se aproveita dessa realidade, tende a transformar e revolucionar a sua visão de sala de aula, saindo do método de ensino tradicional apoiado nas linguagens escrita e verbal, e passa a implementar uma metodologia que está cada vez mais presente no cotidiano de seus estudantes (MENEZES, 2008?).

A faixa etária que vem crescendo como consumidora dos vídeos no *YouTube* é a mesma que frequenta o ensino fundamental nas escolas, que vai, aproximadamente, dos 6 aos 14 anos de idade. Segundo o Ministério da Educação (2006), o ensino fundamental é dividido em dois ciclos: ensino fundamental I, correspondente aos anos iniciais (1º ao 5º ano), cuja faixa etária é dos 6 aos 10 anos; e ensino fundamental II, correspondente aos anos finais (6º ao 9º ano) e integra estudantes dos 11 aos 14 anos. Esta fase de ensino é de extrema importância para as crianças, pois de acordo com programa de bolsas de estudo Educa mais Brasil (2017), é onde a criança não recebe apenas uma carga de conteúdos educacionais e seus fundamentos, mas inicia a sua formação como cidadão. Uma vez que o currículo referente ao ensino fundamental, visa, por meio do conhecimento, da rotina de estudos e das relações sociais, orientar os estudantes a ter uma boa conduta, contribuindo ainda para sua formação, não apenas acadêmica, mas pessoal e profissional (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2014).

As videoaulas são um método de ensino-aprendizagem mediadas pelo uso das TIC's. Estas são consideradas um artifício que vem revolucionando a educação e que estão sendo cada vez mais empregadas no ensino a distância (SAMPAIO; BARBOSA, 2016). Caracterizadas como ferramentas educacionais e definidas como aulas gravadas que utilizam recursos audiovisuais, desenvolvidas por professores ou até mesmo por estudantes, podem ser disponibilizadas em repositórios digitais, *sites* ou no próprio Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) da instituição (CANDEIAS; CARVALHO, 2016; MORAN, 2002;). Quando as videoaulas são utilizadas como uma ferramenta de ensino, configuram importantes estratégias de comunicação e transmissão de conteúdo, pois a informação passada por meio de uma linguagem audiovisual atinge o ouvinte de forma clara e eficiente (SAMPAIO; BARBOSA, 2016).

A produção e a disponibilidade de videoaulas representam importante papel na construção do aprendizado do estudante que procura e assiste a esse conteúdo, pois transforma-se em um elemento facilitador, capaz de levar informação a qualquer momento e em qualquer lugar (FERREIRA, 2016). São capazes de oferecer muitos benefícios, como a integração, mobilidade, acessibilidade, revisão de conteúdo, entre outros. Ainda, os vídeos em si são técnicas de reprodução de imagem e áudio capazes de prender a atenção de quem está assistindo. Ao associar estes benefícios à possibilidade de transmissão de conteúdo, que é o fundamento das videoaulas, torna-se mais atraente para o estudante (LUNA; LUNA; RODRIGUES, 2011). Além de ser uma ferramenta capaz de se adaptar aos diferentes estilos de estudante e de professor, pois consegue integrar elementos tradicionais da sala de aula, como a própria aula teórica, aos elementos tecnológicos, como a utilização de aplicativos de celular. Desta forma, é possível abranger diversos públicos e alcançar o objetivo comum das videoaulas: levar conhecimento (SANCHEZ, 2017).

Outro ponto, é que os vídeos em geral são materiais altamente vistos pela população brasileira, tornaram-se parte do seu dia a dia. De acordo com um estudo encomendado pela *Google* e realizado pela *Provokers* em 2018, o consumo de vídeos *on-line* no Brasil cresceu 134% num período de 4 anos, entre os anos de 2014 e 2018, o que mostra que o brasileiro gasta cerca de 19 horas por semana assistindo vídeos *on-line* (CIRIACO, 2018). Em 2019, a pesquisa foi feita novamente, e mostrou que de 2014 para 2019, um período de 5 anos, houve um aumento de 165%. Ao mesmo tempo, o consumo pelos conteúdos oferecidos pela televisão, aumentou apenas 25%. Isso mostra a preferência atual do brasileiro pelos conteúdos *on-line*, os quais servem tanto ao entretenimento quanto como uma forma de buscar conhecimento (RONDINELLI, 2019). De acordo com outra pesquisa, a *Video Viewers* também encomendada

pelo *Google* e realizada pela *Provokers* em 2018, além do brasileiro estar assistindo cada vez mais vídeos, 9 em cada 10 utilizam o *YouTube* para buscar conhecimento (MARINHO, 2018).

Durante a pandemia, os canais voltados para a educação aumentaram, assim como a busca por aulas na plataforma. Segundo Tornelli e Zanette (2020), só em março, do dia 18 ao dia 24 de março, as buscas no *YouTube* pelo termo “aulas”, aumentou 33% em relação a semana anterior. Dentro deste universo, encontram-se as aulas de ciências, que assim como as outras disciplinas, possuem videoaulas disponíveis no *YouTube* e que podem ser acessadas livremente pelos estudantes interessados na disciplina (ARANHA *et al.*, 2019).

Aprender ciências nos anos iniciais da construção do aprendizado é muito importante, porque, desde cedo, as crianças têm contato com inúmeros elementos e fenômenos vindos do meio externo, como o clima, a luz e o som, por exemplo; passam a observar as características dos seres vivos, tanto dos animais quanto das plantas ou do próprio ser humano; assim como observam a Terra e o universo de forma geral. Desta forma, tudo começa a ser explicado e desenvolvido nas aulas por meio de atividades lúdicas próprias para as idades correspondentes, tudo com o intuito de iniciar a construção do conhecimento do estudante sobre todos esses temas. Nos anos finais do ensino fundamental, há o aprofundamento das temáticas trabalhadas nos anos anteriores, uma vez que nesta fase o estudante passa a desenvolver outras habilidades e pensamentos, possibilitando formação científica e técnica em relação às aulas. Ainda, à medida que o ensino fundamental vai sendo concluído, observa-se que este estudante passa a entender e compreender mais profundamente a relação entre a ciência e o mundo em que vive (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2018).

Deste modo, pode-se dizer que as aulas de ciências são essenciais no ensino fundamental, pois trazem tanto informações que aguçam a curiosidade dos estudantes, com assuntos como, por exemplo, vida e evolução, movimentos da Terra e cadeia alimentar (MORAES; ANDRADE, 2010), mas, durante as aulas de ciências, os estudantes têm a possibilidade de aprender a questionar. Além de compreender teorias, saber sobre as transformações de energia e como o ambiente em que vivem está diretamente ligado a elas, trazendo maior capacidade de raciocínio e percepção (POLON, 2011). O objetivo deste trabalho é quantificar e avaliar os canais de ciências voltados para o ensino fundamental do *YouTube* criados durante o período de isolamento na pandemia de COVID-19 e comparar com os canais preexistentes antes do período de isolamento em 2020.

O presente estudo é uma pesquisa transversal, quantitativa e qualitativa dos canais do *YouTube* voltados ao ensino de ciências no ensino fundamental durante o isolamento referente à pandemia de COVID-19. Para isto, as informações foram retiradas do próprio *YouTube* no período de março à julho de 2020 (YOUTUBE, 2020).

Na busca dentro da plataforma do *YouTube* foi usado o descritor: “aulas de ciências” e no filtro foi selecionado a opção “canais”. Foi usado como critério de inclusão do canal no estudo possuir videoaulas de ciências voltadas para o ensino fundamental. Já os critérios de exclusão dos canais foram: canais estrangeiros; canais que não tivessem videoaulas de ciências; canais com videoaulas de ciências para ensino médio, canais com videoaulas de ciências para graduação; canais com videoaulas de ciências de cursos pré-vestibulares.

Os dados coletados de cada canal selecionado foram: número de inscritos de cada canal; data de criação do canal; quantidade de videoaulas totais; quantidade de videoaulas disponibilizadas antes do início da suspensão das aulas presenciais; quantidade de videoaulas disponibilizadas no período de suspensão das aulas presenciais; e a quem pertencia o canal.

Os dados foram colocados em planilhas no Microsoft Excel e posteriormente analisados estatisticamente no programa *Action Stat Pro*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da coleta de dados dos canais com videoaulas de ciências para o ensino fundamental na plataforma *YouTube* foi possível verificar que foram criados 30 canais entre 2007 a 2019. No entanto, foram criados 42 canais sobre o assunto entre fevereiro e julho de 2020. Houve um aumento de 140% no número de canais com videoaulas de ciências para o ensino fundamental nos 5 primeiros meses do período de suspensão das aulas presenciais por conta da pandemia de COVID-19.

Pode ser que a escolha pela criação de canais no *YouTube*, seja porque esta é a plataforma de vídeos gratuitamente disponibilizados na internet mais conhecida e visitada no mundo. No *YouTube* é possível não apenas acessar, como também compartilhar vídeos de qualquer tipo de dispositivo conectado à *internet*. Além da popularidade entre jovens e adultos, o *YouTube* possui um *layout* atrativo e simples com filtros para facilitar a busca específica do usuário (SILVA, 2019).

O *YouTube* proporcionou uma “democratização” na produção de vídeos e do acesso livre ao seu conteúdo (OLIVEIRA, 2016). A comprovação desta assertiva é o “*Khan Academy*” que atualmente é uma organização sem fins lucrativos criada para transmitir e divulgar conhecimento em diversas áreas acadêmicas. O *Khan Academy* possui um canal oficial no *YouTube* com 226 milhões de visualizações e aproximadamente 4 mil videoaulas educacionais em 216 países no ano de 2013 (OUCHANA, 2013).

Além do exposto acima, o Brasil é segundo maior consumidor de vídeos do *YouTube* e tem inúmeros canais com diversões animadas voltados para o público infantil de forma gratuita. Atualmente, os nativos digitais desenhavam no *tablet*, jogam no *smartphone*, baixam aplicativos, assistem e compartilham vídeos no *YouTube* (CORRÊA, 2015). Sendo assim, as videoaulas de ciências no *YouTube* aproximam o ambiente escolar da vida cotidiana do universo infantil atual.

Um dado interessante foi o fato que dos 30 canais criados entre 2007 a 2019, 53,3% deles foram concebidos por professores e 46,7% foram criados por instituições de ensino. Durante o período de suspensão das aulas presenciais na pandemia, 54,8% dos 42 canais novos foram criados por professores e 45,2% por instituições de ensino. Logo, tanto no período pré-pandemia quanto no período pandêmico com a suspensão das aulas presenciais pouco mais da metade dos canais criados voltados para o ensino de ciências foram criados por iniciativa do professor. A iniciativa própria do professor em usar recursos tecnológicos para criação de vídeos como ferramenta auxiliadora e transformadora do processo de ensino-aprendizagem demonstra a dedicação e engajamento do professor no ensinar. O professor faz uso de tecnologias digitais para criação de recursos educativos que estimulam o envolvimento e participação do estudante (FALKEMBACH, 2005).

Segundo Silva (2019), existem professores e dirigentes escolares que consomem e produzem conteúdos educacionais usando o *YouTube* como meio de comunicação, pois esses educadores mais atentos foram capazes de reconhecer que os estudantes da atualidade estão quase que constantemente conectados à *internet* e que não apreciam apenas aulas expositivas tradicionais.

No aprendizado através de videoaulas de ciências no *YouTube*, o estudante pode pausar, voltar e assistir novamente a parte da explicação que não tenha ficado clara para ele. Além disso, é possível assistir videoaulas de diferentes professores abordando o mesmo conteúdo de variadas maneiras. Dessa forma, o estudante pode escolher seu professor de ciências preferido, que pode lecionar em qualquer lugar do Brasil (6MINUTOS, 2019). Consequentemente, a mídia social pode ser uma ferramenta educacional para que professor possa despertar o interesse

e participação dos estudantes, e ainda possa compartilhar conhecimentos nacionalmente e internacionalmente através de videoaulas em canais do *YouTube*.

No presente estudo constatou-se 15.305 videoaulas de ciências no período de 2007 a 2019, ou seja, uma média de 1.275,4 videoaulas de ciências / ano. No entanto, em apenas 5 meses do período de pandemia foram disponibilizadas 23.911 videoaulas de ciências, isto significa uma média de 4.782,2 / mês em 2020.

Ainda, a média de videoaulas / mês entre 2007 e 2019, durante 12 anos, foi igual a 106,3 videoaulas / mês. Contudo, os mesmos 30 canais que foram criados antes de 2020, produziram 13.468 videoaulas de janeiro a julho de 2020, ou seja, 1.924 videoaulas / mês. Já os 42 canais que foram criados em 2020 durante a pandemia de COVID-19 tem uma média de 2.088,6 videoaulas / mês (Figura 1).

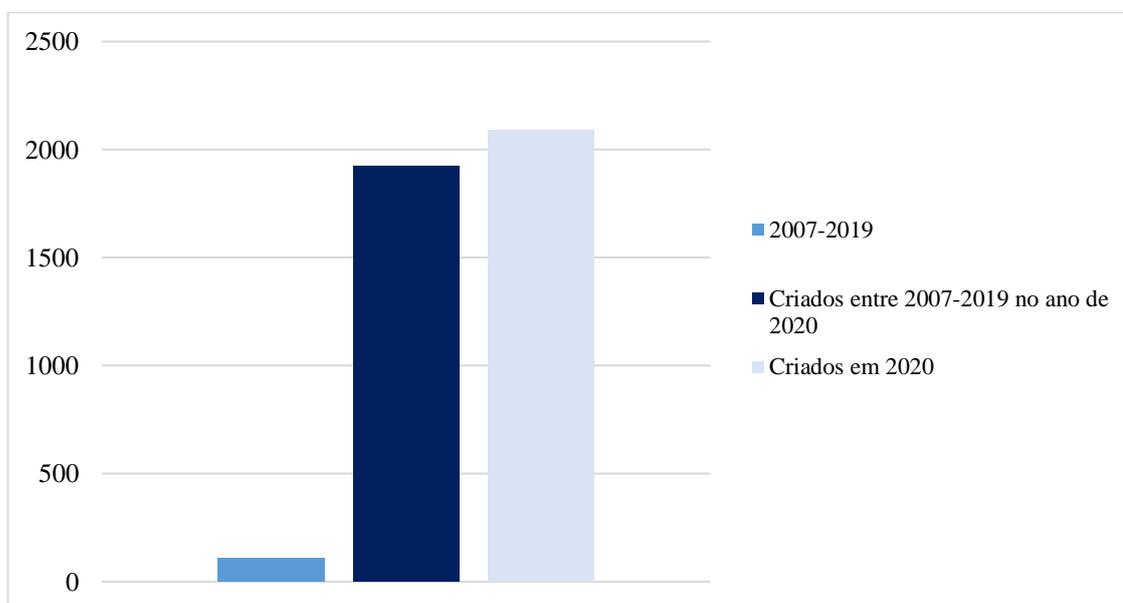


Fig. 1 – Média de videoaulas / mês no período de 2007 a 2019, nos canais criados entre 2007 a 2019 no período de fevereiro a julho de 2020 e nos canais criados em 2020 (fevereiro a julho de 2020).

No período de suspensão das aulas presenciais, os professores precisaram se reinventar. Os professores tiveram que rever e refazer suas aulas, escrever apostilas didáticas, gravar videoaulas, criar canais em redes sociais (p.ex.: *YouTube*, *TikTok*), mudar a forma avaliativa, a fim de manter a conexão com os estudantes e a família do estudante. O professor precisou criar grupos de *WhatsApp* com os pais responsáveis para passar áudios, vídeos e explicações para que os pais pudessem participar e auxiliar conjuntamente na tarefa do ensinar *on-line* à distância (ISTO É, 2020).

A escolha pelas videoaulas decorre desta ser uma forma de transferir o conhecimento em aula não presencial. A videoaula produz um estímulo audiovisual e pode ser elaborada de forma lúdica, motivadora e interativa para o estudante. Esse estímulo audiovisual da videoaula gera uma forma de comunicação sensorial, emocional com sobreposição de linguagens para se comunicar com o estudante. Ainda, as videoaulas podem ser assistidas diversas vezes *on-line* (OLIVEIRA, 2016; PRAVALER, 2020).

Logo, estas podem ser as justificativas para aumento de 106,3 videoaulas de ciências / mês no período de 2007 a 2019 para 4.012,6 no período de suspensão das aulas presenciais na pandemia de COVID-19.

De acordo com a figura 2, é possível observar que 40% dos canais criados entre 2007 a 2019 para o ensino fundamental possuem apenas videoaulas de ciências. Enquanto no período pandêmico em 2020, os canais com videoaulas de ciências para o mesmo público representam 47,6%. Ambos apresentam resultados semelhantes que podem ser por conta de pouco mais da metade dos canais pertencerem a um único professor. Sendo assim, o professor dono do canal elabora vídeos com conteúdo de acordo com sua área de formação e afinidade.

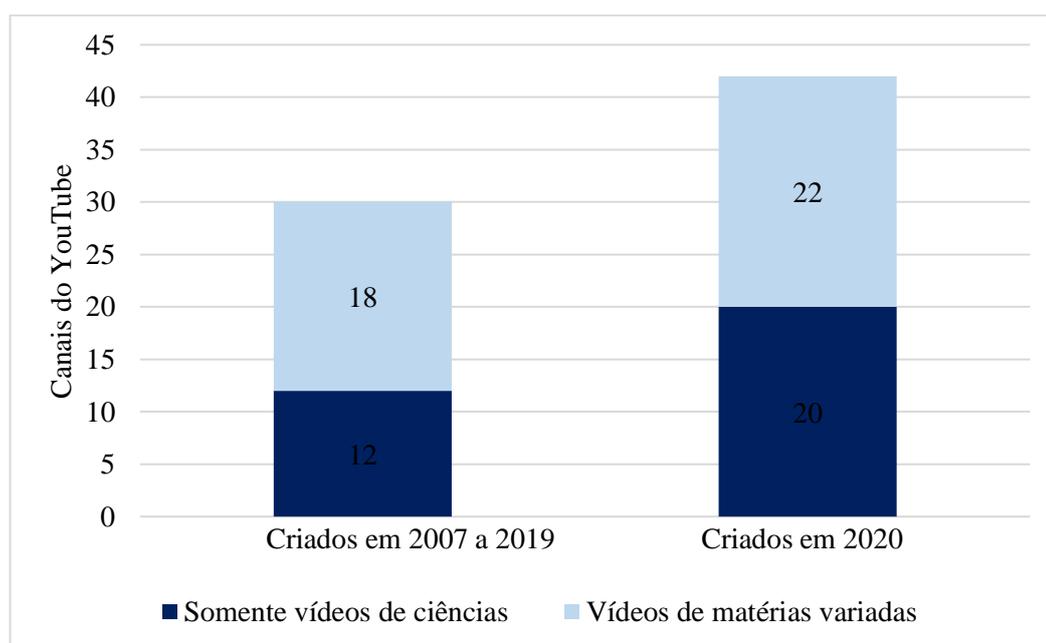


Fig. 2 – Canais voltados para o ensino fundamental somente com videoaulas de ciências e canais com videoaulas de matérias diversas.

O número de inscritos por canal tem uma ampla variação. A média de inscritos por canal nos 30 canais criados entre 2007 a 2019 é de 43.859 inscritos / canal, mas é possível ver uma enorme discrepância entre o número de inscritos canal, variando de 3 a 329.000 inscritos /

canal conforme visto na figura 3. Os 42 canais criados entre fevereiro e julho de 2020 tem uma média de inscritos / canal igual a 32.683, variando de 4 a 323.000 inscritos / canal (figura 3).

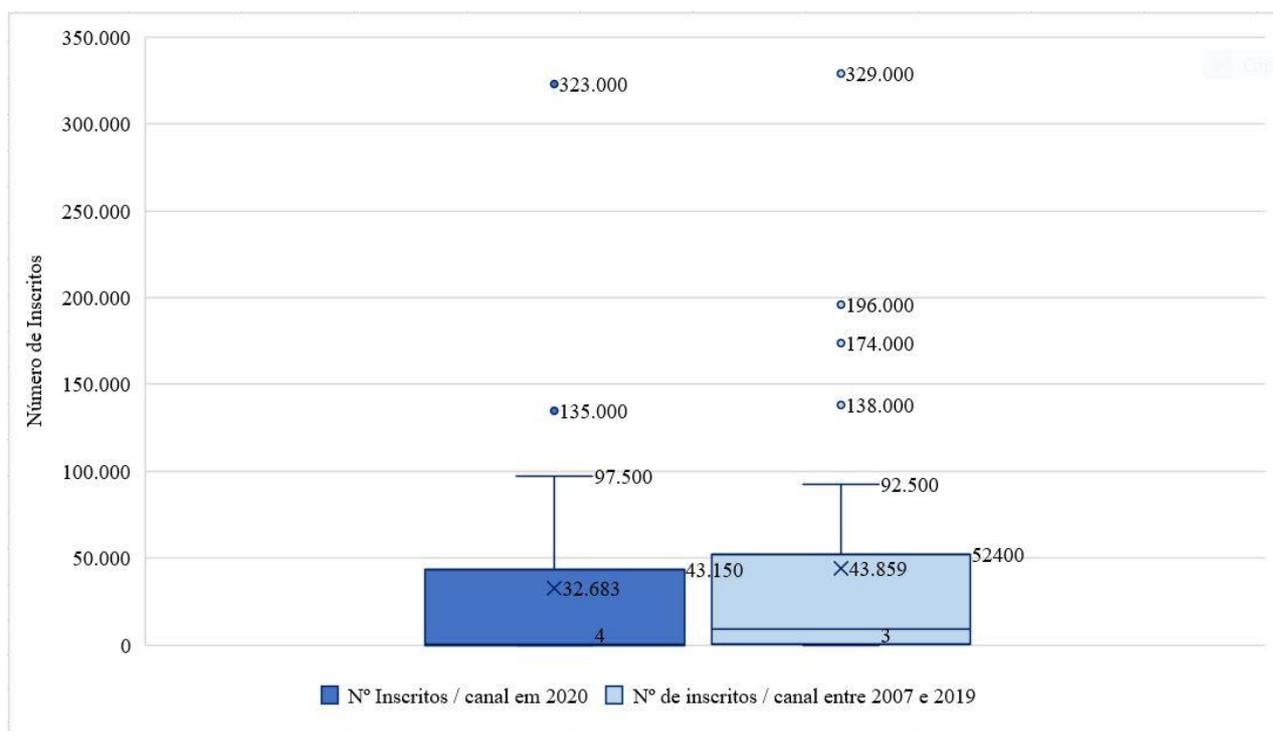


Fig. 3 – Número de inscritos por canal nos canais criados entre 2007 a 2019 e nos canais criados em 2020.

Foi observado que os canais com maior número de inscritos são pertencentes à intuições de ensino em relação ao canais de um único professor. Tendo em vista, o público infantil e o conteúdo para o ensino-aprendizagem de ciências no ensino fundamental, o número de inscritos nos canais é baixo quando comparado com os maiores canais brasileiros do *YouTube* como: KondZilla (vídeos musicais com 61,2 milhões de inscritos), Whindersson Nunes (vídeos de humor e paródias com 41,2 milhões de inscritos), Felipe Neto (vídeos voltados para adolescentes com 40.1 milhões de inscritos) e Você sabia (vídeos sobre curiosidade com 37.9 milhões de inscritos) (ROCKCONTENT, 2020). Já os canais com videoaulas educacionais chegam ao número de 5 milhões de visualizações / mês (6MINUTOS, 2019), logo o número de inscritos por canal é muito inferior quando comparado aos maiores canais brasileiros do *YouTube*.

Segundo AdNews (2020), existem estratégias para aumentar o número de inscritos / canal como: usar softwares para edição de vídeos, usar ferramentas fornecedoras de dados sobre as buscas dos usuários no *Google* para acharem um determinado canal; utilização de *softwares*

para determinar a melhor capa e título do vídeo e usar um *software* para incluir efeitos especiais nos vídeos.

Em 2014, surge a profissão *YouTuber* com força total no mercado de trabalho. Indivíduos fazem renda através de anúncios e assinaturas postando vídeos sobre assuntos variados no *YouTube*. O canal deve ser aprovado no Programa de Parceria do *YouTube*, então o *YouTube* coloca anúncios no vídeo e a renda é gerada através de publicidade. O valor da renda a ser obtida dependerá do preço dos anúncios e da quantidade de visualizações do canal (SANTINI, 2014). Os professores *YouTubers*, são chamados de *EduTubers*, fazem sucesso na plataforma *YouTube* com videoaulas que também podem gerar renda através da publicidade e da venda de cursos *on-line* (6MINUTOS, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O número de canais com videoaulas de ciências para o ensino fundamental no *YouTube* aumentou 2,4 vezes no período de fevereiro a julho de 2020, período de suspensão das aulas presenciais durante a pandemia de COVID-19. Essa ferramenta educacional está sendo usada para tornar o ensino de ciências mais inovador, motivador e interessante para o estudante e ainda estreitar a relação sala de aula com o estilo de vida “conectado” da nova geração.

Levando em conta que 54,8% dos 42 canais novos pertencem aos professores, pode-se dizer que os professores tiveram papel fundamental neste processo, pois precisaram se reinventar, aprender a gravar videoaulas e a como disponibilizá-las na plataforma *on-line*. Deste modo, sair do modelo tradicional de ensino no qual estavam habituados e mudar o seu papel diante das circunstâncias foi essencial para que o ensino continuasse chegando aos estudantes, mesmo que a distância.

REFERÊNCIAS

6MINUTOS. **Conheça os edutubers, os professores que fazem sucesso no Youtube.** Disponível em: < <https://6minutos.uol.com.br/cultura-e-viagem/professores-youtubers-atraem-milhoes/>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

ADNEWS. **4 ferramentas para aumentar o número de inscritos no YouTube.** Disponível

em: <<https://adnews.com.br/4-ferramentas-para-aumentar-o-numero-de-inscritos-no-youtube/>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

ARANHA, C. P.; SOUSA, R. C.; JUNIOR, J. B. B.; ROCHA, J. R.; SILVA, A. F. G. O YouTube como ferramenta Educativa para o ensino de ciências. **Olhares & Trilhas**, v. 21, n. 1, p. 11–26, 2019.

ARELARO, L. R. G. O ensino fundamental no Brasil: avanços, perplexidades e tendências. **Educação & Sociedade**, v. 26, n. 92, p. 1039–1066, 2005.

BLASKIEVICZ, D. “**Tradicional ou alternativo? Saiba o que considerar na metodologia de ensino**”. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/gpbc/guia-de-matriculas-2017/tradicional-ou-alternativo-saiba-o-que-considerar-na-metodologia-de-ensino-31htvd9tk6p5yru5j5c99h148/>>. Acesso em: 3 nov. 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.394 - Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 25 out. 2020.

BRASIL. **Regulamenta o art. 80 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 , que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9057.htm#art24>. Acesso em: 31 out. 2020.

BRITO, S. **Canais educativos no YouTube se unem em “aulão” sobre coronavírus**. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/tecnologia/canais-educativos-no-youtube-se-unem-em-aulao-sobre-coronavirus/>>. Acesso em: 1 nov. 2020.

CANDEIAS, C. N. B.; CARVALHO, L. H. P. O uso de videoaulas como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem em Química. *In*: Simpósio Internacional de Educação e Comunicação, 7., 2016, Aracaju. **Anais eletrônicos...** Aracaju: UNIT, 2016. p. 1-14. Disponível em: <<https://eventos.set.edu.br/simeduc/article/view/3306>>. Acesso em: 28 out. 2020.

CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO. **TIC Kids online brasil: Pesquisa sobre o uso da internet por crianças e adolescentes no Brasil**. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2018.

CIRIACO, D. **Tempo gasto assistindo a vídeos na internet no Brasil cresce 135% em 4 anos**. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/internet/134463-tempo-gasto-assistindo-videos-internet-brasil-cresce.htm>>. Acesso em: 20 out. 2020.

CORRÊA, L. Geração Minecraft. Uma abordagem cultural sobre o consumo de vídeos por crianças no YouTube Brasil. **Comunicon 2015**, v. 2015, p. 1–12, 2015.

EDUCA MAIS BRASIL. **Educação básica é fundamental no desenvolvimento intelectual**

de crianças e jovens. Disponível em: <<http://g1.globo.com/especial-publicitario/educa-mais-brasil/estudar-para-transformar/noticia/2017/05/educacao-basica-e-fundamental-no-desenvolvimento-intelectual-de-criancas-e-jovens.html>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

FALKEMBACH, G. A. M. Concepção e Desenvolvimento de Material Educativo Digital. **Renote**, v. 3, n. 1, p. 1–15, 2005.

FARIAS, S. C. Os benefícios das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no processo de Educação a Distância (EAD). **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 11, n. 3, p. 15, 2013.

FERREIRA, A. D. T. O uso das videoaulas como elemento facilitador da aprendizagem na educação a distância. **Revista Científica Fundação Osório**, v. 1, n. 2016, p. 1–20, 2016.

ISTO É. **Pandemia de covid-19 fez ensino e papel do professor mudarem**. Disponível em: < <https://istoe.com.br/pandemia-de-covid-19-fez-ensino-e-papel-do-professor-mudarem/>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

LUNA, E. A. A.; LUNA, M. J. M.; RODRIGUES, S. G. C. Uma reflexão sobre a videoaula no contexto da EAD. **Eutomia: Revista Online de Literatura e Linguística**, v. 1, p. 273–285, jul. 2011.

MAIA, C.; MATTAR, J. **ABC da EaD: A educação a distância hoje**. 1ª ed. São Paulo: Pearson, 2007.

MARINHO, M. H. **Pesquisa Video Viewers: como os brasileiros estão consumindo vídeos em 2018**. Disponível em: <<https://www.thinkwithgoogle.com/intl/pt-br/estrategias-de-marketing/video/pesquisa-video-viewers-como-os-brasileiros-estao-consumindo-videos-em-2018/>>. Acesso em: 1 nov. 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base nacional comum curricular**. Disponível em: <portal.mec.gov.br>. Acesso em: 20 out. 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Síntese das diretrizes curriculares nacionais para a educação básica**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=32621-cne-sintese-das-diretrizes-curriculares-da-educacao-basica-pdf&Itemid=30192> Acesso em: 30 out. 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Ampliação do Ensino Fundamental para nove anos**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/relatorio_internet.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Portaria nº 343, de 17 de Março de 2020**. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-343-de-17-de-marco-de-2020-248564376>>.

Acesso em: 31 out. 2020.

MENEZES, L. **O vídeo nos processos de ensino e aprendizagem.** Universidade Federal do ABC. Santo André: 2008?.

MORAES, M. B.; ANDRADE, M. H. P. **Ciências: ensinar e aprender, anos iniciais do ensino fundamental.** Belo Horizonte: Dimensão, 2009.

MORAN, J. **O que é educação a distância.** Disponível em: <<http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/dist.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2020.

OLIVEIRA, E. **Estados adotam plataformas online e aulas na TV aberta para levar conteúdo a estudantes em meio à pandemia de coronavírus.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/educacao/noticia/2020/04/09/estados-adotam-plataformas-online-e-aulas-na-tv-aberta-para-levar-conteudo-a-estudantes-em-meio-a-pandemia-de-coronavirus.ghtml>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

OLIVEIRA, P. P. M. O YouTube como Ferramenta Pedagógica. *In:* Simpósio Internacional de Educação a Distância / Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância, 2016, São Carlos. **Anais eletrônicos...** São Carlos:2016. p. 1–14. Disponível em: < <http://www.sied-ened2016.ead.ufscar.br/ojs/index.php/2016/article/view/1063#:~:text=O%20presente%20trabalho%20pretende%20demonstrar,de%20aula%20com%20aplicabilidade%20variada.>>. Acesso em: 30 out. 2020.

OUCHANA, D. **Os segredos de Salman Khan.** Disponível em: < <https://revistaeducacao.com.br/2013/03/04/os-segredos-de-salman-khan/>>. Acesso em: 21 nov. 2020.

POLON., S. A. M. **Por que ensinar ciência na educação infantil e nos anos iniciais?** Disponível em: <[http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17435/material/Por que ensinar ciências.pdf](http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17435/material/Por%20que%20ensinar%20ciencias.pdf)>. Acesso em: 2 nov. 2020.

PRAVALER. **Vantagens de usar videoaulas em EAD.** Disponível em: < <https://www.pravaler.com.br/vantagens-de-usar-videoaulas-em-ead/>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

ROCKCONTENT. **Veja quais são os 10 maiores canais do Youtube no Brasil e no mundo em 2020.** Disponível em: < <https://rockcontent.com/br/blog/maiores-canais-do-youtube/>>. Acesso em: 21 nov. 2020.

RONDINELLI, J. **Consumo de vídeos online já é maior do que o da televisão, diz pesquisa do YouTube.** Disponível em: <<https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/youtube-videos->

online/>. Acesso em: 20 out. 2020.

SAMPAIO, N. B. S.; BARBOSA, P. S. O docente na EaD: As competências e habilidades técnicas para gravações de videoaulas. **TICS & EaD em foco**, v. 2, n. 2, p. 87–107, 2016.

SANCHEZ, T. B. Videoaula atrelada a outros recursos: Realismo e maleabilidade. In: **Demandas para a educação a distância no Brasil no século XXI**. 1ª ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2017. p. 228.

SANTINI, B. **Nova profissão: Os “youtubers” ganham dinheiro postando vídeos na internet**.

SELWYN, N. O uso das TIC na educação e a promoção da inclusão Social: Uma perspectiva crítica do Reino Unido. **Educ. Soc.**, v. 29, n. 104, p. 815–850, 2008.

SHERMAN, N. **As crianças que ganham até US\$ 1 milhão por ano no YouTube**. Disponível em: <<https://f5.folha.uol.com.br/voceviu/2020/03/as-criancas-que-ganham-ate-us-1-milhao-por-ano-no-youtube.shtml>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

SILVA, J. M. B. **Plataforma YouTube como Ferramenta para o Ensino de Biologia**. Rev. REAMEC, vol. 8, n. 2, p. 774-792, maio - agosto, 2019.

SMONSINSKI, S. **Youtube lança plataforma de educação com 8.000 vídeos de ensino médio**. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/noticias/2013/11/21/youtube-lanca-canal-de-educacao-com-8000-videos-de-ensino-medio.htm>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

SOUSA, J. R. G.; MOURA, M. M.; DUARTE, G. F. As contribuições das TICS no processo de ensino/aprendizagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 7., 2014, Vitória. **Anais eletrônicos...** Vitória: AGB, 2014. p. 1 - 11. Disponível em: <http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404311038_ARQUIVO_ASCONTRIBUICOESDASTICSNOPROCESSODEENSINO-APRENDIZAGEM.pdf> Acesso em: 01 nov. 2020.

TOKARNIA, M. **CNE autoriza atividades não presenciais em todas as etapas de ensino**. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2020-04/cne-autoriza-atividades-nao-presenciais-em-todas-etapas-de-ensino>>. Acesso em: 21 out. 2020.

TORNELLI, R.; ZANETTE, W. **O que sabemos sobre a mudança de comportamento do brasileiro no YouTube durante o isolamento**. Disponível em: <<https://www.thinkwithgoogle.com/intl/pt-br/estrategias-de-marketing/video/o-que-sabemos-ate-agora-sobre-a-mudanca-de-comportamento-do-brasileiro-no-youtube-durante-o-isolamento/>>. Acesso em: 2 nov. 2020.

VARGAS, B. **Educação em tempos de quarentena tem videoaulas, conteúdo adaptado e mediação paterna**. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/coronavirus->

servico/noticia/2020/03/educacao-em-tempos-de-quarentena-tem-videoaulas-conteudo-adaptado-e-mediacao-paterna-ck8g5gv8r004701o55jsvi4nq.html>. Acesso em: 31 out. 2020.

YOUTUBE. **Aulas de ciências.** Disponível em:
<[https://www.youtube.com/results?search_query=aulas+de+ciências](https://www.youtube.com/results?search_query=aulas+de+ciencias)>. Acesso em: 11 nov. 2020.