

ANÁLISE DA REMOÇÃO DE POLUENTES DO ESGOTO TRATADO E SUA INFLUÊNCIA NO SOLO – ESTUDO DE CASO NA ETE DA UFERSA CAMPUS CARAÚBAS.

Mônica Mônica Souza Valdevino¹
Sayonara Aves de Souza²
Ana Cláudia Araújo Fernandes³

RESUMO

O tratamento de esgoto se apresenta como uma alternativa eficiente para a solução de problemas como escassez de recursos hídricos, além de otimizar a utilização dos mesmos, para que haja o reúso do esgoto tratado, daí a importância da análise de remoção dos poluentes no processo. O solo é um filtro natural, no qual o efluente tratado infiltrado pode apresentar melhorias, uma vez que passa pelo processo de filtração. A Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Caraúbas, conta com uma ETE na qual o efluente tratado é disposto no solo. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo analisar a remoção de poluentes por meio de análises laboratoriais do efluente tratado, efluente bruto, solo natural e do solo no qual é disposto o efluente. Durante a pesquisa foram analisados os seguintes parâmetros para o esgoto: Temperatura, Turbidez, pH, Condutividade Elétrica (CE), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO). Para a análise do solo foram utilizados os parâmetros pH, CE, Matéria Orgânica (MO), Sódio (Na), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Razão de Adsorção de Sódio (RAS). Após a compilação dos resultados, observou-se que a ETE está apresentando melhorias no efluente tratado e em comparação ao esgoto bruto, uma vez que apresenta remoção da concentração de alguns índices estudados. Quanto ao solo, foi possível observar que o efluente não está causando malefícios, porém é necessário analisar outros parâmetros a fim de verificar o impacto do efluente no solo a longo prazo.

Palavras-chave: Efluente, Infiltração no solo, Tratamento de esgoto.

INTRODUÇÃO

O aumento populacional acarretou e em uma maior demanda por recursos hídricos, sendo necessário buscar formas de otimizar o seu consumo, com isso, meios de reaproveitamento da água através do tratamento de esgotos vêm sendo cada vez mais explorados, uma vez que 80% da água consumida resulta em esgoto conforme dados da Agência Nacional de Água (ANA).

Israel tornou-se referência mundial em tratamento de efluente, pois todo o esgoto produzido é tratado. Na Alemanha o esgoto é tratado e pode ser consumido pela população para diversos tipos de uso. O Chile coleta e trata 98% do esgoto produzido. Enquanto isso, no Brasil,

¹ Graduada em Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) - RN monica.monalisav@hotmail.com

² Graduada em Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) - RN sayonaraalves@iue.com

³ Ana Cláudia Araújo Fernandes: Mestre em Ciências Ambientais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) - RN anaclaudiafernandes@ufersa.edu.br

cerca de 5,2 bilhões de m³ de esgoto não são tratados, o que representa 55 % do que é produzido no país. Consequentemente, o efluente que não passar por tratamento, acaba sendo disposto de forma incorreta em corpos hídricos, ocasionando danos ambientais e risco para a população (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

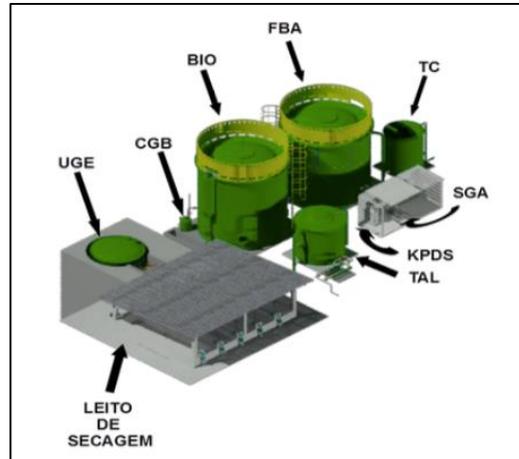
Existem substâncias comuns em efluentes que devem ser controlados, evitando danos ao cultivo e ao ecossistema (MONTE, et al., 2010). O tratamento convencional de esgoto remove principalmente os sólidos e materiais orgânicos mais grosseiros, restando concentrações significativas de organismos patogênicos, necessitando da etapa de desinfecção para determinados fins de reúso (SANTOS, 2010). Por possuírem altos índices de microrganismos patogênicos, torna-se necessário um controle físico-químico do efluente tratado, evitando danos aos consumidores e aos trabalhadores (SILVA, et al., 2017).

O solo é considerado um filtro natural, onde a infiltração no mesmo proporciona o melhoramento do efluente no solo, removendo significativamente poluentes presentes no efluente, tais como: poluentes orgânicos, fósforo, nitrogênio, metais pesados e microrganismos patogênicos (SANTOS, 2010).

A Universidade Federal Rural do Semárido (UFERSA) – Campus Carúbas, está localizada no Município de Carúbas, no estado do Rio Grande do Norte, na região semiárida do nordeste brasileiro. A Instituição possui uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) que possui capacidade de reduzir a concentração de sólidos em suspensão, material orgânico biodegradável e organismos patogênicos, sendo constituída por tratamento biológico, com remoção entre 85-95 % de matéria carbonácea e sólidos em suspensão e desinfecção com cloro, propiciando a inativação de organismos patogênicos, conforme especificado no manual de operação da ETE.

O sistema (Figura 1) é composto por uma unidade de gradeamento e elevatória (UGE); sistema de recalque de esgoto bruto (SRE); Reator Anaeróbio de Manto de Lodo (BLO); Filtro biológico aerado submerso com Decantador Secundário acoplado (FBA); Sistema de geração do ar (SGA); Sistema de Desinfecção por Cloro; adensamento de lodo e leito de secagem

Figura 1: Concepção geral da ETE



Fonte: Manual de Operação A&E, 2013.

O esgoto tratado na ETE é disposto no solo, surgindo a necessidade de analisar a remoção de poluentes por meio de análises laboratoriais do efluente tratado, efluente bruto, solo natural e do solo no qual é disposto o efluente, a fim de analisar se o mesmo está apresentando remoção, a fim de averiguar se o mesmo está apresentando índices satisfatórios de remoção e se não está ocasionando maléficos ao solo.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da presente pesquisa foi realizado um levantamento bibliográfico acerca da remoção de poluentes em ETE e padrões de lançamento de efluente no solo. A princípio realizou-se a delimitação da área de estudo, sendo escolhida a ETE da UFRS – Campus Caraúbas, Rio Grande do Norte, Brasil e um raio de 80 m em sua volta.

A pesquisa dividiu-se em duas etapas. Na etapa 01 foram realizadas as análises físico-químicas do efluente bruto e do efluente tratado, a fim de analisar a remoção de poluentes que ocorreu em cada parâmetro após o esgoto passar pela etapa de tratamento. Na etapa 02 foi realizado o comparativo entre o solo em estado natural e o solo no qual o efluente tratado é disposto.

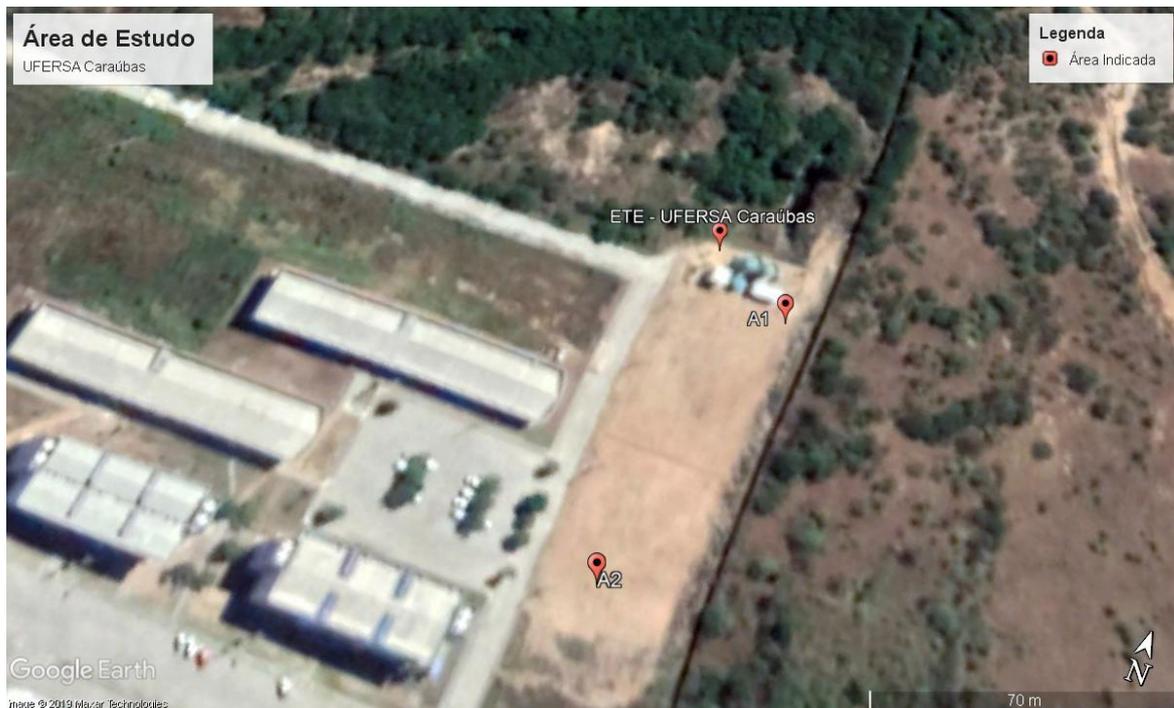
Nesse sentido, foram coletadas três amostras do esgoto bruto e tratado, totalizando 06 amostras e posteriormente ocorreu a caracterização do efluente a partir de análises físico-

químicas. Os valores obtidos nas análises laboratoriais foram comparados entre si, visando analisar a remoção dos poluentes após o tratamento.

Os parâmetros analisados na etapa 01 foram pH, Condutividade Elétrica (CE), Turbidez, Temperatura, Demanda Biológica de Oxigênio (DBO5), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) e Sólidos Suspensos Totais (SST).

Na segunda etapa da pesquisa foram escolhidas duas áreas de coleta (Figura 2), a primeira área (A1) localizada a jusante da ETE, onde o efluente tratado é disposto. A segunda área (A2) estudada localiza-se a 100 metros da ETE, oposto ao fluxo do escoamento, onde o solo encontra-se em seu estado natural. Para cada área de estudo foram extraídas 3 amostras na profundidade de 0 a 20 cm e 3 amostras entre 20 e 40 cm totalizando 6 amostras para cada área de coleta.

Figura 02: Imagem da UFERSA - Campus Caraúbas.



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2019.

As amostras coletadas na etapa 02 foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados para em seguida serem analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA – Campus Mossoró, conforme o Manual de Métodos da Embrapa, sendo estudados os seguintes parâmetros químicos das amostras do solo: pH, Condutividade Elétrica (CE); Matéria Orgânica (MO); Sódio (Na); Cálcio (Ca); Magnésio (Mg) e a Razão de Adsorção do sódio (RAS).

Para confiabilidade dos resultados, cada análise foi feita e triplicata, e posteriormente foi feita a média das mesmas nas duas etapas da pesquisa. Após a compilação dos resultados da remoção de poluentes do esgoto da ETE e da influência do lançamento e infiltração do esgoto tratado no solo, foi realizada uma análise dos resultados a fim de averiguar se o sistema da ETE está realizando remoções satisfatórias e se a infiltração do efluente no solo está causando ou não malefícios no meio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ETAPA 01

Na primeira etapa da pesquisa foi possível observar os seguintes resultados após a coleta e análise laboratorial do efluente bruto e tratado, no Quadro 01:

Quadro 1- Parâmetros estudados para análise da remoção

ETE CARAÚBAS									
SITUAÇÃO		Temperatura °C	Turbidez (UNT)	pH	CE (dS m)	SDT (mg L ⁻¹)	DBO (mg L ⁻¹)	DQO (mg L ⁻¹)	Odor
MÉDIA	Bruto	24,1	121,25	7,63	1,69	3150	299	516	Perceptível
	Tratado	24,1	11,43	7,49	1,84	660	14	61	Inexistente
Redução (%)		-	-90,57	-	8,88	-79,05	-95,32	-88,18	100

Fonte: Autoria própria, 2019.

A temperatura esteve em valores próximos e em ambos os casos, com a média de 24,1 °C conforme esperado pois os meios foram coletados e acondicionados no meio ambiente. A Turbidez apresentou uma redução significativa de 121,25 UNT (esgoto bruto) para 11,43 UNT do esgoto tratado, reduzindo 90,51% atendendo a redução prevista pelo manual de funcionamento da ETE (entre 85% a 95%). Desse modo, a ETE apresentou grande eficiência na remoção da Turbidez.

Quanto ao pH observou-se uma pequena redução de 1,83% da sua concentração no esgoto após passar pelo tratamento da ETE, podendo ser ocasionado pelo fato do esgoto bruto já conter uma faixa de pH razoável. Além disso, o manual de funcionamento da ETE prevê que o pH no reator anaeróbio da ETE esteja entre 6,0 e 7,5 para um bom funcionamento do sistema. Sendo assim essa redução é satisfatória.

A condutividade elétrica mostrou aumento de 8,88% do esgoto bruto (1,69 dS m) para o tratado (1,84 dS m), porém esse aumento pode não influenciar na qualidade do meio, uma vez

que o efluentes tratado enquadrar-se em parâmetros de reúso exigidos por normas e legislações, como a Resolução COEMA nº 2/2017 – CE e a Lei nº 4.593/2013 Cãicó-RN, que estabelece para CE valores de até 3,0 dS/m.

Na série de sólidos, foi realizada a análise dos sólidos dissolvidos totais (SDT), onde a redução foi 79,05%. As análises de Sólidos Suspensos Totais (SST) não foram realizadas devido às limitações laboratoriais no período no qual foi realizada a presente pesquisa. No entanto, conforme o manual de funcionamento da ETE, é prevista a remoção de 85 – 95% dos sólidos em suspensão.

A DBO₅ do esgoto bruto obteve uma média de 299,00 mg.L⁻¹, enquanto no tratado a média é de 14,00 mg.L⁻¹, mostrando uma redução de 95,32% valor satisfatório que supera o previsto no manual de funcionamento da ETE (entre 85% a 95%). A DQO também apresentou valor de remoção satisfatório, passando de 516 mg.L⁻¹ para 61 mg.L⁻¹, sendo uma redução de 88,18%. O odor na amostra bruta era perceptível, enquanto no esgoto tratado o odor tornou-se imperceptível.

ETAPA 02

Na segunda etapa da pesquisa foram estudadas as características do solo, que conforme Alves *et al.* 2018 as características físicas do solo estudado são do tipo arenoso com presença de finos (silte e argila) e muito pedreguloso. O solo apresentou coloração marrom clara, com a maioria dos grãos visíveis a olho nu, caracterizando-se como areia e pedregulho, com presença de muitos torrões. Desse modo, é possível classificar o solo estudado como solo arenoso com presença de silte e muito pedregulho.

Quanto a acidez do solo, foi possível mensurar o pH que pode ser classificado quimicamente e agronomicamente, cujos valores obtidos estão expostos no Quadro 02.

Quadro 2 – Análise do solo natural e solo da ETE

PONTO	pH	Classificação pH	
		Química	Agronômica
ETE 20 CM	6,40	Acidez Fraca	Alto
		6,1 - 6,9	6,1 - 7,0
ETE 40 CM	6,53	Acidez Fraca	Alto
		6,1 - 6,9	6,1 - 7,0
NATURAL 20 CM	5,97	Acidez Média	Bom
		5,1 - 6,0	5,5 - 6,0
NATURAL 40 CM	6,13	Acidez Fraca	Alto
		6,1 - 6,9	6,1 - 7,0

Fonte: Autoria própria, 2019.

O solo da ETE, segundo Silva *et al.* (2018) *apud* Cavalcante *et al.* (2008), mostrou acidez fraca quimicamente (caracterizada dessa forma quando apresenta valores entre 6,1 – 6,9) nas duas profundidades, estando bem próximo ao neutro, enquanto o solo natural indicou acidez fraca para profundidade de 20cm e acidez média (valores entre 5,1 – 6) para 40cm. Quanto à classificação agrônômica, o solo da ETE apresentou pH considerado alto (6,1 – 7,0), enquanto o natural enquadrou-se como bom (5,5 – 6,0) para profundidade de 20cm, porém está alto na profundidade de 40cm. Os valores elevados do pH podem ter se dado pelo fato do reator anaeróbio de mantimento de lodo manter-se com pH entre 6,0 e 7,5, sendo esse valor o estabelecido pelo manual de funcionamento da ETE (VALDEVINHO, 2019).

Outros fatores determinantes para a classificação do solo são a Capacidade de Troca Iônica (CTC), Matéria Orgânica (MO), e a Razão de Adsorção do Solo (RAS), obtida por meio da divisão do Sódio (Na) pela soma do Cálcio (Ca) com Magnésio (Mg).

Os valores obtidos nos parâmetros supracitados estão expostos no Quadro 3 a seguir:

Quadro 3: Índices encontrados para CTC, MO e RAS.

PARÂMETRO	ETE 20cm	ETE 40cm	Natural 20cm	Natural 40cm
CTC	0,30	0,36	0,12	0,28
mS/cm				
Classificação CTC	Normal	Normal	Normal	Normal
	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Matéria Orgânica (MO)	0,29	0,47	0,63	0,35
dag/kg				
Classificação MO	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo
	< 0,70	< 0,70	< 0,70	< 0,70
RAS	12,80	13,41	11,37	47,65
(cmol/dm ³)				
Classificação RAS	Normal	Salino	Normal	Sódico
	< 13	< 13 **	< 13	> 13

Fonte: Autoria própria, 2019.

A CTC, um dos principais indicadores da salinização do solo, quando apresenta índice inferior a 0,4 mS/cm é considerada normal, estando assim todos os solos estudados em conformidade com o previsto por Silva *et al.* (2018) *apud* Cavalcante *et al.* (2008), mas, é possível observar índices mais elevados no solo da ETE. A Matéria Orgânica, por sua vez, apresentou índices baixos para o solo estudado, pois conforme Alvarez V. *et al.* (1999), um solo com MO inferior a 0,70 dag/kg é considerado muito baixo. Os baixos índices da MO eram

previstos, pois em uma pesquisa realizada por Souza (2018), constatou-se que a quantidade de matéria orgânica presente no solo de Caraúbas apresenta valores baixos, variando de 0,2 a 0,7 da g/kg (VALDEMINO, 2019).

A RAS, outro indicador da salinização do solo, apresentou no solo natural a 20 cm valor encontrado enquadrado como normal conforme Silva et al. (2018). Já na profundidade de 40 cm o valor é superior aos demais encontrados, enquadrando-se como salino-sódico. No solo da ETE a 20 cm assim como no solo natural, classificou-se como normal, enquanto na profundidade de 40 cm como sódico. A presença de sódio pode acarretar malefícios para os cultivos, estando o solo no qual é disposto o efluente em melhores condições do que o solo natural.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise das amostras e obtenção dos resultados, observou-se que a ETE localizada na UFERSA – Campus Caraúbas, apresentou melhores resultados nos parâmetros estudados no comparativo entre o efluente bruto e o tratado. Na análise do solo o sistema mostrou eficiência de remoção satisfatória para os parâmetros MO na profundidade de 20 cm e na RAS com a profundidade de 40 cm porém vale ressaltar que nos demais parâmetros e profundidade, não houve diferença significativa entre o solo natural e o solo no qual é disposto o efluente tratado, mostrando que, possivelmente, a infiltração do efluente no solo não está trazendo malefícios para o mesmo.

Embora os resultados de remoção do efluente sejam satisfatórios, e a sua infiltração no solo não tenha apresentado discrepância quando comparado ao solo natural, não se deve afirmar que a longo prazo não ocorra danos ao solo, pois não foram analisados todos os parâmetros, principalmente quanto a remoção de poluentes na ETE. Assim sugere-se que seja realizada uma pesquisa para analisar todos os parâmetros a fim de verificar quais os tipos de reuso podem ser enquadrados conforme os índices obtidos, bem como se o esgoto tratado está apto para ser lançado no solo.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V. V. H et al. **Interpretação dos resultados das análises de solos**. In: RIBEIRO A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. (Ed). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 50 Aproximação**. Vçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.

ALVES, Thâmara Dayane Batista et al. **Caracterização do solo a partir de ensaios de granulometria; índices físicos (teor de umidade, peso específico dos sólidos e peso específico natural) e tátil-visual**. In: II CONGRESSO, 2018, Caraúbas, 2018.

BRASIL, Instituto Trata. **Novo Ranking do Saneamento Básico mostra pouco avanço e que o Brasil ainda despeja quase 6 mil piscinas diárias por dia de esgotos sem tratamento na natureza**. 2018. Disponível em

<<http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2018/press-release.pdf>>. Acesso em 02 Out. 2019.

BARBOSA, M.S.; **A percepção de agricultores familiares e formuladores de políticas – O reúso da água no semiárido brasileiro**. Dissertação (Doutorado): Salvador-BA. Universidade Federal da Bahia, 2012.

FERNANDES, A. C. **A Avaliação do potencial de reúso de água residual da ete do mineral do monte para fins não potáveis**. 2018. 21 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Uso Sustentável de Recursos Naturais, IFRN Natal, 2018.

GONÇALVES, Paula Gribele; MARQUES, Joana da Motta. **Desinfecção de efluentes sanitários para reúso agrícola**. 2015. 100 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química e de Petróleo, Universidade Federal Humense, Niterói, 2015.

Hespanhol, I. **Guidelines and Integrated Measures for Public Health Protection in Agricultural Reuse Systems**. J. Water SRT- Agua, England, v. 39, n. 4, p. 237-49, 1990.

HESPANHOL, I. **Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos**. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 131-158, 2008.

KATES, R. W.; PARRIS, T. M.; LEISEROWITZ, A. A., 2016, **What is sustainable development?** *Environment*, 2016 v. 47, n. 3 p. 8

Lisboa. Lisboa-POR, 2010.

SILVA, Eulene Francisco da et al. **Noções de solo com alicerce da produção agrícola**. Mossoró: Edufersa, 2018.

SILVA, Maria Gistina de Almeida; MONTEGGIA, Luiz Otton; CATANEQ, Indiarara. **Avaliação da qualidade microbiológica de efluentes sanitários tratados por sistemas de lodos ativados.** Revista Caderno Pedagógico, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 257-266, 8 jun. 2017. Editora Univas. <http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-0882.v14i1a2017.1499>.

SANTOS, J. G dos; **Análise parasitológica e mesgotos tratados utilizados na agricultura.** Dissertação (Mestrado): São Paulo-SP. Universidade de São Paulo, 2010.