

"ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO BALDE DE BIOFILTRO "

Giotto Takayuki Watanabe Leite¹; Francisco Fechine Borges², Fernanda Gláucia da Costa Leite³.

(¹ Universidade Federal da Paraíba- giottoleite@hotmail.com; ²Instituto Federal da Paraíba- francisco.fechine@gmail.com; ³ Universidade Federal da Paraíba - fernanda_gclp@hotmail.com)

A água considerada potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico segundo a portaria do Ministério da Saúde nº 2.914, de 2011, da ANVISA. O biofiltro de areia elimina a maioria dos patógenos da água contaminada. Com base nisso, foi desenvolvido um balde biofiltro de areia em tamanho reduzido com a finalidade de facilitar seu uso para áreas que possuem pouca disponibilidade de água potável. O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência do balde biofiltro montado com material de baixo custo. Foram analisadas amostras de água retiradas do rio Cabelo, em João Pessoa. Três amostras de água passaram por filtros contendo areia, brita grossa e brita fina (baldes 1, 2 e 3). No balde 4 foi acrescentado carvão vegetal e no balde 5, adicionou-se carvão ativado. A análise dos resultados provou que o balde biofiltro foi capaz de remover grande quantidade das bactérias presentes na água (cerca de 98%). A adição de carvão vegetal e carvão ativado melhorou a cor aparente da água, no entanto ocorreu um aumento de 230% na condutividade elétrica com carvão vegetal e 167% com carvão ativado. A Alcalinidade de Bicarbonatos e a dureza total também foram alteradas pela introdução do carvão. Mesmo assim pode-se concluir que a adição do carvão ativado apresentou uma melhor eficácia com relação à melhoria da qualidade da água do rio, mesmo não estando conforme aos padrões da OMS.

Palavras-chave: Balde de biofiltro, Análise de água, Qualidade da água, Tecnologia social.

1. INTRODUÇÃO

A água é essencial para a vida, recurso natural necessário ao ser humano e aos demais seres vivos, além de ser suporte essencial aos ecossistemas. Utilizada para o consumo humano e para atividades socioeconômicas, é retirada de rios, lagos, represas e aquíferos, tendo influência direta sobre a saúde, a qualidade de vida e o desenvolvimento das populações.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2011), "(...) todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições socioeconômicas têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e segura".

Várias enfermidades possuem como meio de veiculação o recurso hídrico. E o modo mais lembrado, quando falamos nesse assunto, é o da ingestão, ou seja, quando alguém bebe água e ela contém algum tipo de componente que seja nocivo à saúde.

O Relatório das Nações Unidas sobre a Meta de Desenvolvimento do Milênio, de 2014, (The Millennium Development Goals Report, 2014), estimou que cerca de 2,3 bilhões de pessoas passaram a ter acesso a uma melhor fonte de água para consumo desde 1990, mas que 748 milhões de pessoas ainda retiram sua água de fontes não seguras, ou seja, não tem acesso a água potável.

No Brasil, segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o percentual de municípios que tem rede de abastecimento de água é de 99,4%, mas isto não significa que em cada um dos destes municípios brasileiros, 100% da população seja atendida pela rede. Quanto ao saneamento básico, somente 55% dos municípios têm serviço de esgoto por rede geral e desses, apenas 28,5% fazem tratamento do esgoto.

Segundo Ferreira e Aoki (2016), outro problema enfrentado em relação ao acesso de água é que apenas uma pequena parcela desse recurso hídrico se encontra disponível para o consumo humano. Devido à grande quantidade e propagação da poluição, muitas vezes esta água necessita ser tratada antes de ser consumida, uma vez que se encontra contaminada.

A água para abastecimento da população pode ser captada nos rios, lagos ou, ainda, nos lençóis freáticos. Até chegar às torneiras das residências, passa por um ciclo artificial criado pelo homem, a estação de tratamento de água. Contudo, como foi explanado acima, é sabido que parte da população não tem acesso ao saneamento básico, sendo necessário utilizar água que não passa por tratamento nenhum antes de chegar às suas residências.

Os métodos de cloração, filtração e fervura são geralmente utilizados no meio rural ou por comunidades carentes que não podem arcar com muito gasto para obter uma água

considerada apropriada para consumo. Pensando nisso, foi desenvolvido um filtro de areia a fim de facilitar parte do processo de purificação da água: o *balde biofiltro* ou *balde de bioareia* analisado neste trabalho foi baseado no *biofiltro de areia* desenvolvido por CAWST (2009). É um modelo em miniatura que pode ser facilmente construído em casa, com finalidades didáticas. O balde original busca atender a população mais carente, trazendo qualidade de vida. Desta forma, este biofiltro em miniatura pode ser trabalhado em escolas e comunidades de baixa renda, utilizando materiais de baixo custo e de fácil acesso.

2.METODOLOGIA

2.1. Construção do balde de biofiltro

O *balde biofiltro* foi construído de acordo com as especificações do livro “*Caixa de Ciências – Água: 20 experimentos para o uso sustentável da água*” (BORGES, 2017, p.54-57), utilizando materiais de baixo custo e de fácil acesso.

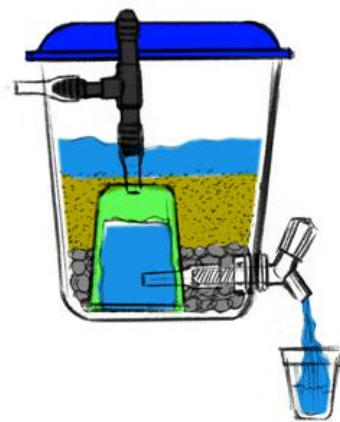


Figura 1: Balde biofiltro
Fonte: Borges (2017).

2.2. Coleta de água contaminada

Foram coletadas cinco amostras de água do Rio Cabelo, localizado no bairro da Penha, na cidade de João Pessoa, Paraíba. O Rio Cabelo é um curso d'água que banha a região sul do município de João Pessoa. Sua bacia possui uma área de 9,7 km² e um perímetro de 17,54 km² (FARIAS, 2006). Deságua no Oceano Atlântico, em local que divide as praias da Penha, ao sul, e Seixas, ao norte. O local de coleta possui as coordenadas 7°09'58.7"S 34°47'49.4"W.

2.3. Cronograma de atividades

A tabela 1 a seguir apresenta o cronograma de atividades que foram realizadas ao longo do processo de construção, testes de funcionamento e análise do balde biofiltro. O diferencial do equipamento se dá pela criação de um biofilme que cresce a aproximadamente 2 cm da camada superior de areia. Necessita-se de cerca de 30 dias de espera para a criação do biofilme, tempo necessário para a formação das colônias de micróbios e outros microrganismos. Para que isso ocorra, é importante que a água fique circulando dentro do biofiltro, ou seja, é necessário coletar a água todos os dias e reintroduzi-la no biofiltro, neste período de 30 dias.

Tabela 1: Cronograma de atividades.

DIA	ATIVIDADES REALIZADAS	OBSERVAÇÕES:
08/10/2017	Coleta da água no Rio Cabelo.	Hora da coleta da água: 12:00 horas. Temperatura média de 27,5°C; pH: 6,4; condutividade elétrica: 194 µS/cm.
08/10/2017	Preparação e montagem dos baldes: lavagem dos baldes e dos materiais utilizados na montagem do biofiltro. Introdução da água do rio nos baldes.	Inserção dos materiais nos baldes: brita fina, brita grossa e areia fina em todos os cinco baldes. Adicionado carvão vegetal no balde 4 e carvão ativado no balde 5.
09/10/2017	Primeiro dia da água dentro do equipamento.	A água ficou em repouso por 24 horas.
10/10/2017 a 09/11/2017	Retirada e reposição diária de 150ml de água, diariamente.	Para a obtenção do biofilme, foi realizada a retirada e reposição da água já filtrada, diariamente, durante 30 dias.
09/11/2017	Foi coletada novamente a água no Rio Cabelo, e colocada nos baldes biofiltro contendo (teoricamente) os biofilmes já desenvolvidos.	A substituição da água dos baldes foi realizada de forma gradativa para não impactar o biofilme. Foram retirados 450ml da água filtrada, a cada dia, durante três dias e preenchida com a água recém coletada.
09/11/2017 a 12/11/2017	Inserção da água coletada no balde de biofiltro.	A água retirada do balde de biofiltro foi descartada nos próximos três dias, com a finalidade de substituir a água anterior pela água recém coletada.
13/11/2017	Retirada de amostras da água filtrada, encaminhadas para o laboratório de análises, para medição da potabilidade.	As amostras foram colhidas na noite anterior e encaminhadas ao laboratório (L'ÁGUA) na manhã seguinte.
16/11/2017	Resultados do laboratório de análises.	Tabulação e análise dos dados obtidos.

2.4. Análises laboratoriais

As análises laboratoriais foram realizadas pela empresa L'Água, Laboratório de Análise Ambiental LTDA, em João Pessoa, PB. Os métodos utilizados seguiram o “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW, 22th ed., 2012), como descrito nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Análises Laboratoriais dos Parâmetros Biológicos

Parâmetros Bacteriológicos	Unidade	Método
Coliformes totais	UFC	SMEWW 9211 D
<i>Escherichia coli</i>	UFC	SMEWW 9211 D

Tabela 3. Parâmetros físicos e químicos analisados.

<u>Parâmetros Físicos e Químicos</u>	<u>Unidade</u>	<u>Método</u>
Odor	----	SMEWW 2150
<u>Temperatura</u>	°C	<u>Termômetro mira laser</u>
pH	----	SMEWW 4500-H ⁺ B
<u>Cor Aparente</u>	<u>uH</u>	SMEWW 2120 C
<u>Turbidez</u>	<u>uT</u>	SMEWW 2130
<u>Condutividade Elétrica</u>	μ S/cm	SMEWW 2510
<u>Dureza Total</u>	mg/L	SMEWW 2340
<u>Dureza de Cálcio</u>	mg/L	SMEWW 2340
<u>Dureza de Magnésio</u>	mg/L	SMEWW 2340
<u>Cloretos</u>	mg/L	SMEWW 4500-ClB
<u>Alcalinidade Total</u>	mg/L	SMEWW 2320
<u>Alcalinidade de Carbonatos</u>	mg/L	SMEWW 2320
<u>Alcalinidade de Bicarbonatos</u>	mg/L	SMEWW 2320
<u>Alcalinidade de Hidróxidos</u>	mg/L	SMEWW 2320

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segue abaixo o comparativo entre as análises feitas para cada balde e o grupo de controle, que foi a água do Rio Cabelo sem passar por nenhum tipo de tratamento. A composição de cada balde pode ser observada na tabela de cronograma. Foram feitas análises bacteriológicas (Tabela 4) e físico-químicas (Tabela 5).

Tabela 4- Parâmetros bacteriológicos.

Parâmetros Bacteriológicos	Controle	Balde 1	Balde 2	Balde 3	Balde 4	Balde 5	Portaria 2.914/2011
Coliformes totais NMP	Presente >1.600	Presente >23	Presente >23	Presente >23	Presente >23	Presente >23	Ausência
<i>E. coli</i> NMP	Presente 30	Ausente <1,1	Ausente <1,1	Ausente <1,1	Ausente <1,1	Ausente <1,1	Ausência

Tabela 5. Parâmetros Físico-Químicos

Parâmetros Físico-Químicos	Controle	Balde 1	Balde 2	Balde 3	Balde 4	Balde 5	VMP 2.914/2011
Odor	Presente	Não objetável	Não objetável	Não objetável	Não objetável	Não objetável	Não objetável
Temp. (°C)	25,9	25,6	25,8	25,5	25,7	25,8	--
pH	7,00	7,56	7,57	7,54	7,92	7,99	6,0 a 9,5
Cor aparente(μH)	33,6	65,7	66,5	63,4	45,4	43,6	15
Turbidez(μT)	2,60	>10	>10	>10	9,36	>10	5
Condutividade elétrica(μS/cm)	201	246	260	256	463	335	--
Dureza total (mg/l)	128	120	108	93	144	100	500
Dureza de Ca (mg/l)	24	72	60	88	100	20	--
Dureza de Mg (mg/l)	104	48	48	5	44	80	--
Cloretos(mg/l)	33,5	31,5	34,4	36,4	40,8	34,9	250
Alcalinidade total (mg/l)	28	55	50	53	153	83	--
AlcalinidadeCarbonatos(mg/l)	0	0	0	0	0	0	--
AlcalinidadeBicarbonatos(mg/l)	28	55	50	53	153	83	--
AlcalinidadeHidróxidos(mg/l)	0	0	0	0	0	0	--

3.1 Análises bacteriológicas

O Rio Cabelo apresentou uma densidade excessivamente elevada de coliformes totais (<1.600 NMP), evidenciando um forte impacto provocado por contaminação de origem fecal. Embora a maioria dos coliformes não provoque qualquer tipo de doença, em muitos casos podem alterar a cor e o odor das águas. A presença de *Escherichia coli* (30 NMP), no entanto, é forte indicador de contaminação fecal de origem animal e pode ser causa de doenças (Tabela 3).

O tratamento da água do rio através da biofiltração diminuiu em mais de 98,5% os coliformes presentes, no entanto, tendo em vista a grande quantidade inicial, ainda não foi suficiente para eliminar completamente os coliformes. No caso de *Escherichia coli*, o

tratamento mostrou-se bastante eficiente. Dos cinco tratamentos, somente a amostra do balde 3 apresentou 1,1 NMP de *E.coli* após passagem pelo sistema de biofiltração.

3.2 Parâmetros físico-químicos

A água do Rio Cabelo apresentou odor, inicialmente. No entanto, após passagem pelos biofiltros de areia, não foram observadas presenças objetáveis, mostrando uma melhora nesses parâmetros.

Durante o experimento, não foram observadas diferenças significativas de temperatura entre os baldes.

Com relação às medidas de cor aparente, o processo de biofiltração provocou um aumento de 30% a 98% na unidade de cor, passando de 33,6 μH na amostra bruta, para valores entre 43,5 μH e 66,5 μH . A utilização do carvão contribuiu para diminuir a cor aparente da água (baldes 4 e 5), quando comparados com os baldes onde não foi colocado (baldes 1, 2 e 3).

O efeito do carvão sobre a qualidade da água também pode ser observado através do aumento dos valores de condutividade elétrica, que passaram de 201 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no controle, para 463 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no balde 4 e 335 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no balde 5. Nos tratamentos sem o carvão, os resultados variaram de 246 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (balde 1) a 260 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (balde 2).

Medidas de turbidez mostram forte aumento em todos os tratamentos, passando de 2,6 μT antes de passar pelos biofiltros, para valores entre 9,36 μT e maiores do que 10 μT , após passarem pelos equipamentos. Há necessidade, portanto, de um tratamento adicional para reduzir a turbidez da água tratada.

Alterações na cor aparente, na turbidez e na condutividade elétrica das águas após tratamento devem ser corrigidas, sobretudo se a água for utilizada para consumo humano. O processo de decomposição da matéria orgânica particulada e dissolvida podem ter contribuído para estes resultados.

Dessa forma é necessário que após a filtração, a água se submeta a processos que possam auxiliar na potabilidade, como a fervura ou a utilização do método de SODIS, para se obter uma diminuição dos coliformes totais. Na maioria dos casos a cor aparente e a turbidez estão correlacionadas, sendo dessa forma o tratamento da turbidez irá influenciar de forma indireta na cor aparente, sendo necessário buscar métodos que possam auxiliar nesse processo de purificação.

Os resultados de dureza total mostram ligeira diminuição na maioria dos tratamentos, com exceção do balde 4, que passou de 128 mg/L para 144 mg/L. Os valores de cloretos não apresentaram fortes alterações após passagem pelo biofiltro de areia. Os resultados oscilaram entre 31,5 mg/L e 40 mg/L nas amostras filtradas, enquanto que a amostra bruta apresentou 33,5 mg/L de cloretos.

A alcalinidade total aumentou consideravelmente com os tratamentos, sobretudo pelo aumento de bicarbonatos. Carbonatos e hidróxidos não foram observados e, portanto, não contribuíram para essas variações. A alcalinidade da amostra bruta foi de 28 mg/l, passando a variar de 50 mg/l no balde 3 até 153 mg/l no balde 4, após passagem pelos biofiltros.

Seguindo os parâmetros da OMS (Organização Mundial de Saúde, 2011), é necessário apenas algumas conformidades para a potabilidade da água, a saber: coliformes totais, *Escherichia Coli*, odor, pH, cor aparente, turbidez, dureza total e cloretos. Assim, de acordo com estes parâmetros, nenhuma das amostras pode ser considerada apta para o consumo humano, já que falharam em obter resultados satisfatórios em coliformes totais, cor aparente e turbidez.

Ocorreu variação em determinados valores entre as amostras 1, 2, 3 para com as amostras 4 e 5 devido a adição de carvão vegetal (amostra 4) e do carvão ativado (amostra 5).

4. CONCLUSÃO

O tratamento de águas naturais para consumo humano por meio da utilização de baldes de biofiltro de areia é uma alternativa interessante, que pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida de comunidades de baixa renda. Baseado nos parâmetros disponibilizados pela Portaria nº 2.914/2011 da OMS, para avaliar a potabilidade da água, os valores obtidos das amostras de água filtrada pelo balde biofiltro de areia mostram valores incompatíveis com a potabilidade, não podendo ser utilizada para o consumo humano. Este fato está baseado, sobretudo, na presença de coliformes totais.

A eficácia do balde de biofiltro de areia na redução de coliformes totais foi de aproximadamente 98%, mas como a concentração inicial foi muito grande, a quantidade restante ainda foi elevada. Mesmo estando fora dos padrões da OMS, o uso do balde de biofiltro de areia por comunidades, vilas e lares que não possuem nenhum tipo de acesso à água de boa qualidade, é uma boa opção para melhorar a sua qualidade.

Se comparado com o biofiltro de areia já existente, criado pela CAWST e que já vem sendo utilizado há décadas em países e cidades com grandes riscos de contaminação hídrica, a

água filtrada obtida neste estudo poderá ser utilizada, mesmo que fora dos padrões determinados, desde que passe por um processo adicional simples, como fervura ou método SODIS.

A construção do balde de biofiltro de areia é bastante simples, acessível e de fácil manuseio, apesar do tempo gasto na sua manutenção até que o biofilme surja. Ainda assim, é considerado uma opção viável, podendo ser utilizado por pessoas que não possuem grandes habilidades ou não possuem grandes conhecimentos com relação à construção de instrumentos de filtração.

Apesar do balde de biofiltro de areia não possuir uma eficácia de 100%, com relação aos parâmetros bacteriológicos, ainda assim pode-se concluir que é viável em casos específicos como o já mencionado. As possibilidades de uso são grandes: além de melhorar a qualidade da água para pessoas que não possuem acesso a água filtrada e de boa qualidade, também auxilia em diversas questões, como a educação e saúde básica. O balde de biofiltro de areia pode ser utilizado como ferramenta educativa, onde os professores de escolas de ensino básico podem discorrer sobre as vantagens de possuir uma água filtrada, além de outros temas educativos, como saneamento básico, microbiologia, doenças de veiculação hídrica.

Por último, a melhor eficácia foi obtida com o balde nº 5, onde foi adicionado carvão ativado, que possui propriedades naturais que auxiliam no processo de purificação e remoção de impurezas, além de reter cloro e eliminar odores.

5. REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 16.ed. New York: American Public Health Association, 2012.

BORGES, F. F., Caixa de Ciências - **Água: 20 experimentos para o uso sustentável da água** (recurso eletrônico) / Francisco Fechine Borges, - João Pessoa: Mídia Gráfica e Editora, 2017. 80 p.: il.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de Dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial da União, Brasília, 12 de dezembro de 2011. Seção 1, p.26. Disponível

em<http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/kit_arsesp_portaria2914.pdf>.
Acesso em: 04 set 2017.

CAWST (Editor): **Biosand Filter Manual, Design, Construction, Instalation, Operation and Maintenance**. Alberta: Center for Affordable Water and Sanitation Technology (CAWST),2009. Disponível em: <https://cawst.org>. Acesso em: 05 Set. 201.

FARIAS, M. S. S. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo**. Campina Grande, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). UFCG - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2006.178p.

FERREIRA, Ana Maria; AOKI, Yolanda Shizue. **Educação ambiental e a problemática do uso da água: conhecer para cuidar**. Cadernos PDE. Disponível em:<http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_ana_maria_ferreira.pdf>. Acesso em: 09 set. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Brasília: IBGE, 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo?busca=1&id=1&idnoticia=1691&t=pnsb-2008-abastecimento-de-agua-chega-99-4-municipios-coleta-lixo-100&view=noticia.>>Acesso em: 13 set. 2017.

UNITED NATIONS. **The Millennium Development Goals Report 2014**, p. 40. Disponível em:
<<http://www.un.org/millenniumgoals/2014%20MDG%20report/MDG%202014%20English%20web.pdf>>. Acesso em: 06 set 2017.