

Avaliação de sistemas de filtração a baixo custo para tratamento de águas cinzas para reuso não potável

Evaluation of low cost filtration systems for greywater treatment for non-potable reuse

DOI:10.34117/bjdv8n7-267

Recebimento dos originais: 23/05/2022

Aceitação para publicação: 30/06/2022

Simone Alves de Souza França

Graduado do Curso de Engenharia Civil pelo Centro Universitário Maurício de Nassau - Campina Grande - PB

Instituição: Centro Universitário Maurício de Nassau - Campina Grande - PB

Endereço: Palmeira, Campina Grande - PB, CEP: 58400-745

E-mail: simonealves9@gmail.com

Maria Brenda Monique Simões da Silva

Graduado do Curso de Engenharia Civil pelo Centro Universitário Maurício de Nassau - Campina Grande - PB

Instituição: Centro Universitário Maurício de Nassau - Campina Grande - PB

Endereço: Palmeira, Campina Grande - PB, CEP: 58400-745

E-mail: brenda-monique15@hotmail.com

RESUMO

A Região Nordeste, dentre os muitos aspectos, destaca-se pelo longos períodos de estiagem, causados por diferentes fenômenos climáticos, que também são agravados pelo desmatamento e queimadas. A falta de chuvas, compromete o volume dos reservatórios e por consequência o abastecimento de muitas cidades, tornando mais difícil o acesso à água. Assim, procurar alternativas para um desenvolvimento sustentável e que minimizem a falta desse recurso é primordial nos dias atuais. O presente trabalho apresenta uma pesquisa relacionada à sustentabilidade e reuso de águas cinzas, cujo objetivo foi avaliar e comparar a eficiência de diferentes sistemas de filtração no tratamento dessas águas, a fim de permitir a reutilização do efluente para fins não-potáveis. Foram utilizados três filtros, o primeiro sendo o clássico (brita, areia e cascalho), o segundo filtro foi de fluxo ascendente (FFA) dolomita-carvão e o terceiro filtro compreendeu uma adaptação de um leito de recheio, cujo preenchimento foi feito com tampas de garrafa PET e manta de algodão. As amostras foram coletadas em uma edificação residencial unifamiliar, localizada no município de Monteiro-PB. As análises dos parâmetros físico-químicos (pH, alcalinidade total, gás carbônico livre, cor e odor) das amostras coletadas, antes e após os processos de filtração, mostraram que o segundo e terceiro filtros foram mais eficazes no tratamento e melhoramento da qualidade dos efluentes tratados.

Palavras-chave: água cinza, reuso, sistemas de filtração, sustentabilidade, PET.

ABSTRACT

The Northeast Region, among many aspects, stands out for its long periods of drought, caused by different climatic phenomena, which are also aggravated by deforestation and fires. The lack of rainfall compromises the volume of reservoirs and, consequently, the

supply of water to many cities, making access to water more difficult. Thus, searching for alternatives for a sustainable development and that minimize the lack of this resource is primordial nowadays. The present work presents a research related to sustainability and reuse of graywater, whose objective was to evaluate and compare the efficiency of different filtration systems in the treatment of this water, in order to allow the reuse of the effluent for non-potable purposes. Three filters were used, the first being the classic (gravel, sand and gravel), the second was a dolomite-coal ascending flow filter (FFA), and the third filter comprised an adaptation of a filling bed, which was filled with PET bottle caps and cotton blanket. The samples were collected in a single-family residential building, located in the municipality of Monteiro-PB. The analysis of physical-chemical parameters (pH, total alkalinity, free carbon dioxide, color and odor) of the collected samples, before and after the filtration processes, showed that the second and third filters were more effective in the treatment and improvement of the quality of treated effluents.

Keywords: greywater, reuse, filtration systems, sustainability, PET.

1 INTRODUÇÃO

Na obra de Graciliano Ramos “Vidas Secas”, é possível observar a luta diária do ser humano pela sobrevivência, com a busca incessante pelo bem maior que é a água. Sabe-se que a água é essencial para a sobrevivência humana, animal e tudo o que há na natureza. Porém, a mesma é um recurso limitado, embora a superfície terrestre seja provida de 71% de água, apenas 2,5% é disponível para o uso. Pesquisas demonstram que o consumo mundial de água cresce cada vez mais rápido em comparação à própria população. Em decorrência desse aumento e da diversidade de atividades desenvolvida pelo homem, onde grande parte dela faz uso desse recurso natural, a água está se tornando um recurso escasso.

Cada vez mais, fatores contribuem para essa situação, trazendo a preocupação de que num futuro não tão distante o acesso a esse recurso não será fácil. Vale ressaltar que não só o consumo desenfreado é o causador da redução das reservas hídricas, mas também a poluição é um outro fator que contribui para a redução dessa quantidade de água, gerando impactos em diversas áreas, inclusive na economia.

Sabe-se que o recurso hídrico desempenha um papel fundamental para a existência de todos os seres vivos. Para tudo o que a sociedade faz ou desenvolve é imprescindível o uso da água e conforme a população aumenta a demanda por esse recurso se torna ainda maior.

A água tem um ciclo natural constante, entre a água da hidrosfera e água da atmosfera, e de acordo com o aumento da população esse ciclo não é respeitado. Embora se tenha uma abundância de água no Planeta Terra é importante ressaltar que esse recurso deve ser usado de forma racional e conscientizado. Pois, está sendo visto que a qualidade

e a quantidade dessa água está sendo afetada drasticamente em decorrência de ações humanas.

Por isso, a importância da conscientização por parte da sociedade mediante a este cenário de escassez hídrica, repensar para que fins está sendo utilizada essa água e que novos conceitos e medidas possam ser analisados para que essa demanda seja reduzida e o ciclo natural da água possa ser respeitado, onde a mesma renove-se de acordo com o seu tempo.

Uma medida que pode ser ressaltada como meio de reduzir a demanda por esse recurso, seria o reúso ou uso de águas residuais, não é um conceito novo e tem sido praticado em diversos cantos do mundo. O reúso de água nada mais é do que uma nova finalidade dada a esta água após sua primeira utilização, um novo objetivo prático é dado a ela ao invés de ser desprezada diretamente no esgoto ou galeria pluvial, umas das formas de reciclagem são o reúso de águas cinza após um tratamento adequado. O sistema de filtragem pode ser usado pela sociedade tanto para fins residenciais quanto para os industriais.

De acordo com SELLA (2011, p. 21), “Água cinza para reúso é o efluente doméstico que não possui contribuição da bacia sanitária e pia de cozinha, ou seja, os efluentes gerados pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas”. A reutilização de águas cinzas é uma excelente alternativa a ser adotada nas edificações de pequeno ou grande porte, contribuindo para a redução do consumo da água potável, reduzindo também os contaminantes de solo e dos corpos d’água, uma vez que essa água não fosse reaproveitada poderia ser encaminhada a um desses destinos. Para as edificações de grande porte essa prática se torna uma alternativa atrativa em comparação a utilização de águas pluviais, em relação a termos econômicos.

A implantação de sistemas de reúso de águas cinzas pode ser feita através do reúso direto do efluente ou o reúso do efluente após o processo de tratamento. Conforme citam Mierzwa (2005) e Hespanhol (2005):

Onde, o reúso direto é aquele em que o efluente é enviado para o local de utilização nas mesmas condições em que estiver, ou seja, sem passar por uma estação de tratamento, desde que o mesmo tenha condições de uso. Já o reúso do efluente tratado, consiste no tratamento do efluente, até que ele atinja os parâmetros de uso para os seus fins. (apud, BIAZUS, 2005, p. 19)

Vale ressaltar que mesmo esse efluente passando por um sistema de tratamento, as recomendações é que ele seja destinado para fins não potáveis.

De acordo com BAZZARELA (2005, p. 77-78) referente ao processo de reuso da água, este deve seguir as seguintes etapas:

- O reservatório de água potável recebe a água e a armazena para posteriormente atender os seguintes pontos de distribuição: chuveiro, lavatório, máquina de lavar e etc;
- O efluente proveniente desses aparelhos é encaminhado para o reservatório destinado as águas cinza;
- Com a água armazenada esta é bombeada até a estação de tratamento;
- Segue para o sistema de filtragem.

Após a água sair do sistema de tratamento segue para o reservatório de água cinza tratada e nele passará pela desinfecção por meio da adição de cloro.

Para caracterizar a qualidade da água existem parâmetros que devem ser analisados, como: os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Para os parâmetros físicos os itens de maior relevância são a turbidez, a cor, o odor e a temperatura. A turbidez está relacionada à presença de sólidos na água, tendo em vista que essas partículas podem causar o entupimento das tubulações que transportam os efluentes, enquanto a cor indica a presença de substâncias em solução, principalmente por se tratar de um efluente doméstico. Já o odor pode ser a presença de bactérias e fungos na água, sendo a temperatura um fator de contribuição para a o desenvolvimento de micro-organismos.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho compreendeu uma análise comparativa entre sistemas de filtração no processo de tratamento de águas cinzas. O desenvolvimento do estudo foi realizado conforme a fluxograma da Figura 1.

Figura 1 - Etapas de desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Autoria Própria, 2020.

A primeira etapa consistiu na coleta das amostras de água cinza e da realização da análise dos parâmetros físico-químicos (pH, cor, odor, alcalinidade total, CO₂ livre), cuja finalidade foi avaliar a qualidade dos efluentes submetidos aos processos de filtração. As amostras de águas cinzas foram coletadas em uma residência unifamiliar, localizada no município de Monteiro – PB, também foram coletadas amostras de águas pluviais de uma cisterna na mesma localidade para fazer um comparativo dos parâmetros físico-químicos entre as amostras. As análises foram realizadas conforme os protocolos contidos no Manual Prático de Análise de Água da Funasa, conforme o Artigo 22 da Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

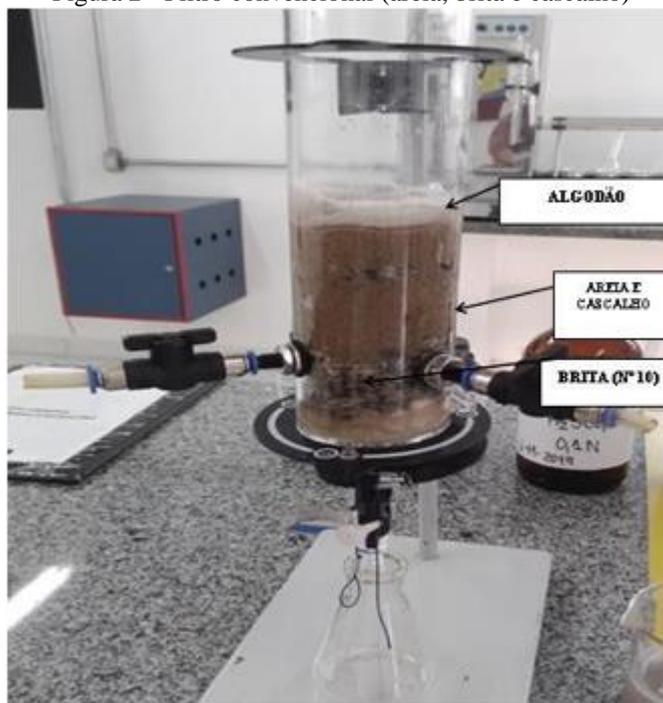
A segunda etapa foi o desenvolvimento dos sistemas de filtração, onde foram montados no Núcleo de Pesquisa de Engenharias Gerais (NPEG) e todas as análises foram realizadas no Laboratório de Química, ambos pertencentes ao Centro Universitário Mauricio de Nassau, Campus de Campina Grande – PB.

O primeiro sistema de filtragem construído correspondeu a um filtro convencional composto por areia, brita, cascalho (Figura 2); O segundo sistema de filtração denominado de dolomita-carvão, era composto por esponja sintética, cascalho, pedra dolomita e carvão ativado (Figura 3 e Figura 4); O terceiro filtro denominado de Bottle Caps consistiu em um filtro de recheio, cujas unidades utilizadas como preenchimento (recheio) foram tampas de garrafas PET, (Figura 5 e Figura 6).

O filtro tradicional compreende uma das tecnologias mais comuns de tratamento de águas cinzas e de baixa carga poluidora, tendo como principal vantagem o baixo custo, a fácil operação e manutenção permitindo que qualquer pessoa possa criar seu próprio filtro.

Esse sistema de filtração permite a remoção de impurezas da água, onde partículas suspensas e até mesmo micro-organismos ficarão retidos nos meios porosos que consistem nesse sistema de filtração. Porém esse sistema não permite o clareamento e a retirada do odor da água cinza. A manutenção é de 6 meses a 1 ano, o que irá determinar esse período é o fluxo de água que vai passar por esse sistema, podendo reduzir ou aumentar esse tempo.

Figura 2 - Filtro convencional (areia, brita e cascalho)

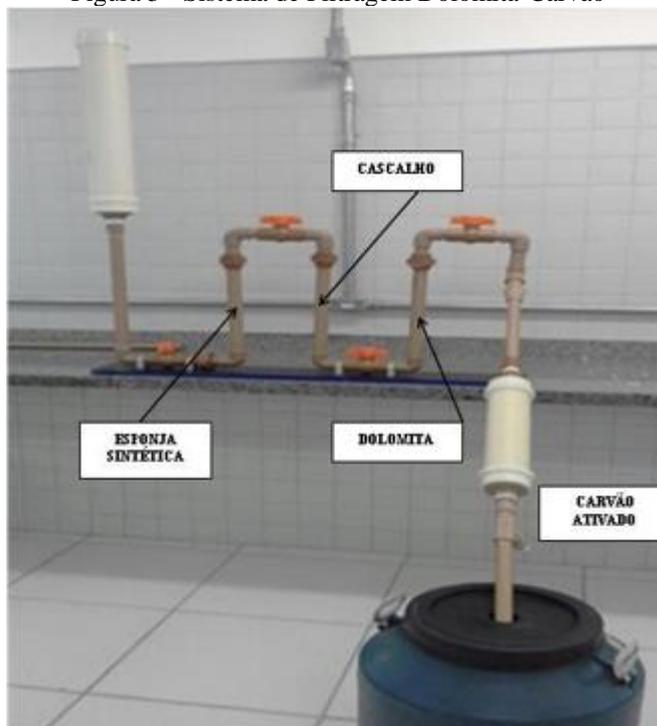


Fonte: Autoria Própria, 2020.

O sistema de filtração Dolomita-Carvão, esquematizado nas Figuras 3 e 4, foi desenvolvido no trabalho de Vasconcelos et al. (2018), sendo todo o sistema construído em PVC e funciona em sistema de fluxos alternados, ascendente e descendente para aumentar a eficiência do processo. O interior desse sistema também é composto por recheio, sendo eles a esponja sintética que permite a retenção de impurezas maiores presentes na amostra. O cascalho, assim como no sistema de filtração convencional tem por finalidade reter partículas ou impurezas presentes na água. A pedra dolomita é um mineral natural e que apresenta granulometria variada e no filtro exerce a função de alcalinizar a água, além de permitir a remoção de impurezas mais finas. Por fim, o carvão-ativado que tem o objetivo de remover odores e substâncias orgânicas presentes na água, atuando como barreira para redução da proliferação de bactérias.

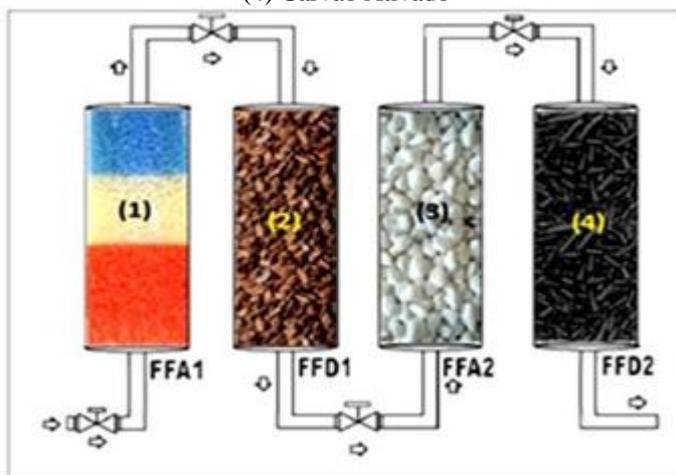
Através desse sistema de filtração foi possível obter resultados significativos quanto a melhora de alguns parâmetros de qualidade da água e essa melhora se deu através dos meios filtrantes que compõe o recheio desse sistema.

Figura 3 - Sistema de Filtração Dolomita-Carvão



Fonte: LIMA, 2019.

Figura 4 - Sistema Filtrante Dolomita-Carvão: (1) Esponja Sintética; (2) Cascalho; (3) Mineral Dolomita; (4) Carvão Ativado



Fonte: VASCONCELOS, *et al.*, (2018).

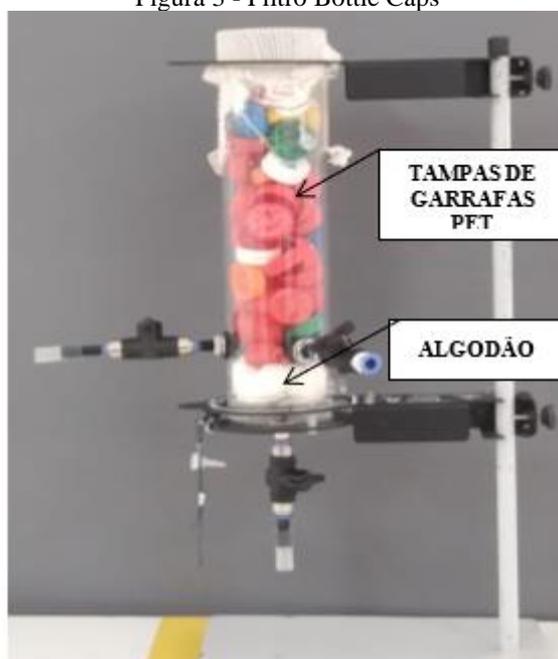
Na Figura 4 temos:

FFA1 – Filtro de Fluxo Ascendente 1, nele contém a esponja sintética; FFD1 – Filtro de Fluxo Descendente 1, esse filtro é composto por cascalho; FFA2 – Filtro de Fluxo Ascendente 2 é composto pela Dolomita;

FFD2 – Filtro de Fluxo Descendente 2 é composto por Carvão-ativado.

O sistema de filtração Bottle Caps consiste em um filtro com recheio de tampas de garrafas PET, com fluxo descendente como mostram as Figuras 5 e 6. O diferencial desse sistema está no material que constitui o seu recheio que é totalmente reciclável, proporcionando um sistema de baixo custo e a sua contribuição para o meio ambiente, evitando a poluição do mesmo, devido ao descarte inapropriado dessas tampas. O interior desse filtro é constituído por uma camada de algodão que tem o objetivo de diminuir a vazão da passagem da água pelo sistema, fazendo com que ela passe de forma mais lenta, logo após a camada de algodão é colocada a camada das tampas, sendo essas previamente furadas, conforme a Figura 6. Pois os furos presentes nelas permitem a passagem da água e a retenção das impurezas presentes na mesma. Esse sistema teve resultados positivos em todos os parâmetros analisados nesse trabalho, além de ser considerado um sistema de filtração de baixo custo, fácil operação e manutenção.

Figura 3 - Filtro Bottle Caps



Fonte: Autoria Própria, 2020.

Figura 4 - Tampas de Garrafas PET



Fonte: Autoria Própria, 2020.

Após a montagem dos filtros a próxima etapa foi a realização do tratamento das amostras de água cinza, que passaram pelo processo de filtração.

A primeira filtração foi no sistema Tradicional, para esse método foi necessário que a amostra passasse por três ciclos no sistema e o tempo de filtração foi de 16 minutos. A segunda filtração foi no sistema Bottle Caps, para esse sistema também foi necessário três ciclos rápidos e o tempo de filtração foi de 10 a 15 minutos. Após o processo de filtração foi realizado a análise físico-química das amostras, sendo dividida em cinco análises:

- 1º Análise – Água Pluvial (Como parâmetro comparativo)
- 2º Análise – Água Cinza sem tratamento (Como parâmetro comparativo)
- 3º Análise – Água Cinza com tratamento (Filtro Convencional)
- 4º Análise – Água Cinza com tratamento (Filtro Bottle Caps)
- 5ª Análise – Água Cinza com tratamento (Filtro Dolomita-Cravão a título de comparação)

Após as amostras de água terem passado pelos sistemas de filtração foi feita a análise de alguns parâmetros de qualidade dessas amostras, como o pH dessa água, a alcalinidade total, se havia a presença do teor de CO₂ ou não, como também foi analisado a cor e odor dessas amostras. Não foi realizada a análise bacteriológica para a verificação de microorganismos, pois a finalidade da utilização da água cinza é para fins não potáveis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A última etapa consistiu na comparação entre os resultados das análises físico-químicas antes e após o tratamento dos efluentes para a verificação dos parâmetros de qualidade. Com base nos resultados obtidos foi avaliado a capacidade e eficiência de cada sistema de filtração estudado.

Como comparativo em termos de propriedades físico-químicas foram realizadas análises em uma amostra de água pluvial, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise Físico-Químicas das Águas Pluviais

PARAMENTROS FÍSICO-QUIMICOS	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 3	MÉDIA	DESVIO PADRAO
PH	8,94	8,76	8,69	8,79	0,25
ALCALINIDADE TOTAL	6 mg/L	7,3 mg/L	6,5 mg/L	6,6 mg/L	1,3
TEOR DE CO2	2,3 mg/L	3,3 mg/L	4,5 mg/L	3,4 mg/L	2,2
COR E ODOR	A água apresenta aspecto cristalino e inodoro.				

Fonte: Autoria Própria, 2020.

Os resultados da Tabela 1, demonstram que a água pluvial coletada da cisterna apresentou um pH alcalino, pois está acima de 7 que é o valor recomendado para uma água tratada e fornecida pelo sistema de abastecimento urbano. A alcalinidade dessa amostra pode estar relacionada ao tempo de armazenamento da água, a não limpeza periódica da cisterna que pode contribuir para o depósito e acúmulo de sais e pode também está relacionado ao acondicionamento da água em uma cisterna de concreto, pois o concreto é altamente alcalino, com pH em torno de 12 a 12,5, transferindo essa alcalinidade para a água através da absorção.

A segunda análise foi realizada na amostra de água cinza antes de passar pelos sistemas de filtração e os resultados obtidos nessa análise então presentes na Tabela 2.

Tabela 2 - Análises físico-químicas da água cinza sem tratamento

PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 3	MÉDIA	DESVIO PADRAO
PH	11,91	12,26	12,26	12,14	0,25
ALCALINIDADE TOTAL	17,6 mg/L	17,4 mg/L	17,5 mg/L	17,5 mg/L	0,1
TEOR DE CO2	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-
COR E ODOR	A água apresenta aspecto de cor marrom escura e odor mais forte característico do sabão em pó.				

Fonte: Autoria Própria, 2020.

A Tabela 2 apresenta os resultados para as análises físico-químicas da água cinza antes de ser submetida aos processos de filtração. Uma vez que a amostra coletada foi

proveniente da água de máquina de lavar, e que pela adição de sabão, amaciante e outros aditivos para limpeza das roupas, deixaram o fluido com uma acentuada alcalinidade e demais teores elevados.

A terceira análise realizada foi com a amostra de água cinza passada pelo sistema de filtração convencional e os resultados dos parâmetros analisados estão presentes na Tabela 3.

Tabela 3 - Análises físico-químicas da água cinza tratada no filtro convencional

PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 3	MÉDIA	DESVIO PADRAO
PH	11,35	11,32	11,32	11,32	0,01
ALCALINIDADE TOTAL	27,5 mg/L	27,6 mg/L	27,5 mg/L	27,5 mg/L	0,1
TEOR DE CO ₂	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-
COR E ODOR	A água apresenta aspecto de cor marrom escura e odor mais fraco comparado com com a água não tratada.				

Fonte: Autoria Própria, 2020.

Percebe-se que o sistema de filtração convencional com brita, areia e algodão tiveram pouco ou quase nenhum efeito significativo nas propriedades físico-químicas da amostra de água cinza. A cor da água ainda permaneceu escura, havendo apenas uma discreta melhora no odor, ocorreu um aumento na alcalinidade total em relação a amostra bruta (sem tratamento).

As Tabelas 2 e 3 mostram ausência de CO₂ nas amostras analisadas. Pode-se explicar tal fato pela elevada alcalinidade do efluente, uma vez que para um pH superior a 10,5, a metade do dióxido de carbono estará na forma do íon bicarbonato, enquanto a outra metade se combina com outros agentes químicos ou tenderá a se dissipar rapidamente no sistema, por ser um gás, boa parte do CO₂ é liberado.

A quarta análise foi à título de comparação, utilizando os dados obtidos a partir do sistema de filtração dolomita-carvão do trabalho de LIMA, 2019 presentes na Tabela 4.

Tabela 4 - Análises físico-químicas da água cinza tratada no filtro dolomita-carvão.

PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 3	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
PH	7,29	7,28	7,27	7,28	0,01
ALCALINIDADE TOTAL	21 mg/L	20 mg/L	18 mg/L	19,6 mg/L	1,30
TEOR DE CO ₂	9,4 mg/L	11,7 mg/L	12,5 mg/L	11,2 mg/L	1,44
COR E ODOR	A água com um odor fraco a apresentando clarificação na sua coloração.				

Fonte: LIMA, 2019.

A Tabela 4 apresenta os dados obtidos no tratamento de água cinza realizado com o sistema de filtro de fluxo ascendente (FFA) dolomita-carvão. Os resultados são provenientes do trabalho de LIMA (2019), uma vez que por motivos técnicos não foi possível realizar o ensaio experimental. Para fins de comparação com o sistema tradicional, percebe-se que o sistema de filtração é muito eficaz e que tende a melhorar todas as propriedades físico-químicas de maneira substancial, inclusive as propriedades organolépticas, como cor e odor.

Sabe-se que as propriedades do carvão ativado são excelentes para a remoção de impurezas contidas na água, assim como na melhoria dos aspectos físicos, permitindo a redução das partículas que ficam em suspensão no meio, possibilitando o clareamento do fluido e eliminando odores indesejáveis. A redução do pH também é um aspecto significativo, uma vez que para uma faixa de pH entre 6,5 e 7,5, a metade do carbono total se encontra na forma de bicarbonatos e o resto na forma de gás carbônico, o que permite a identificação deste último, conforme os dados expressos na Tabela 4.

A quinta análise foi realizada no sistema de filtração Bottle Caps e os resultados dos parâmetros observado estão presentes na Tabela 5.

Tabela 5 - Análises físico-químicas da água cinza tratada no filtro Bottle Caps

PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 3	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
PH	7,8	7,6	7,8	7,7	0,01
ALCALINIDADE TOTAL	4,8 mg/L	5,3 mg/L	5,5 mg/L	5,2 mg/L	0,40
TEOR DE CO ₂	7,9 mg/L	8,2 mg/L	7,6 mg/L	7,9 mg/L	0,30
COR E ODORES	A água apresentou uma clarificação, deixando-a menos turva e com um odor fraco.				

Fonte: Autoria Própria, 2020.

Por fim, apresenta-se na Tabela 5, os resultados decorrentes do processo de filtração utilizando o filtro de recheio adaptado com tampas de garrafas PET. Os resultados obtidos nesse sistema de filtragem em comparação aos da amostra bruta, do sistema tradicional de filtragem e do sistema dolomita-carvão foram muito satisfatórios, houve uma significativa redução no valor do pH, na redução da alcalinidade total, na presença de CO₂ que nos outros sistemas foram ausentes, como também um clareamento no efluente e diminuição do odor, trazendo assim uma melhora na qualidade dessa água em relação a todos os

parâmetros físico-químicos analisados. A partir desses resultados obtidos pode-se afirmar que o sistema “Bottle Caps” apresentou melhor eficácia e viabilidade técnica.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos permitiram concluir que o sistema de filtração tradicional precisa de uma adaptação para melhorar o processo e a os parâmetros das águas cinza tratadas no mesmo. O sistema de filtração dolomita-carvão por sua vez apresentou resultados melhores para os parâmetros físico-químicos em decorrência do sistema de fluxo alternados e dos materiais usados no tratamento. Por fim, o sistema de filtração Bottle Caps também possibilitou um melhor tratamento das águas residuais, tendo-se resultados satisfatórios em suas amostras analisadas. A fim de ressaltar outros aspectos positivos, podemos citar que os sistemas de filtração a baixo custo como o dolomita-carvão e Bottle Caps além de serem sustentáveis também são economicamente viáveis cuja utilização reduz o desperdício de água e o custo no consumo de água potável.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998. Disponível em:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

BAZZARELLA, Bianca Barcellos. Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações. Trabalho de Conclusão de Curso de Pós Graduação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Ambiental, da Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.

BLAZUS, Ana Caroline. Reuso de águas cinza para fins não potáveis em edificação residencial multifamiliar. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, 2015.

HESPANHOL, I. A new paradigm for urban water management and how industry is coping with it. In: JIMENEZ, B.; ASANO, T. (Eds.). Water reuse: an international survey of current practice, issues and needs. Scientific and technical report. Londres, n. 20, 2005, p. 467-482

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de desenvolvimento sustentável – Brasil, 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em 25 de outubro de 2019.

MIERZWA, J. C. et al. Avaliação econômica de sistemas de reúso de água em empreendimentos imobiliários. Anais do XXX – Congresso Interamericano de Engenharia. 2005.

LIMA, Manuela Margarida de. Avaliação dos processos de tratamento e reúso de água cinza em estabelecimento têxtil: estudo de caso em lavanderia no município de Surubim-PE, 2019. Trabalho de conclusão de curso, Engenharia Civil, Centro Universitário Mauricio de Nassau, Campina Grande-PB.

RAMOS, Graciliano. Vidas secas. 23. ed. São Paulo: Martins, 1969.

SELLA, Marcelino Blacene. Reúso de águas cinzas: avaliação da viabilidade da implantação do sistema em residências. 2011. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

VASCONCELOS, Jordana do Nascimento; CRUZ, Laianny Ketily Alice; SILVA, Matheus Fernandes. Estudo e dimensionamento de um sistema de filtração para o tratamento e reaproveitamento de água cinza residenciais. 2018. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro Universitário Mauricio de Nassau de Campina Grande, 2018.