

II-005 - USO DE FILTRO SIMPLIFICADO COM CAMADA DE FIBRA DE CÔCO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS PROVENIENTES DE MÁQUINA DE LAVAR VISANDO O REUSO

Karina Oliveira Freitas⁽¹⁾

Graduada pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) no curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental.

Germário Marcos Araújo⁽²⁾

Doutor em Engenharia Civil/Saneamento Ambiental-UFC. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

Endereço⁽¹⁾: Rua Efísio Gurgel, 377 - Messejana - Fortaleza - Ceará - CEP: 60871-770 - Brasil - Tel: (85) 98866-3773 - Fax: +55 (85) 4444-5555 - e-mail: karinaof@globo.com

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar a viabilidade de um filtro com camada composta por fibra de côco como tratamento de água cinza proveniente da máquina de lavar, tendo como finalidade a reutilização. A alternativa de reúso de água é viável para diminuir a escassez de recursos hídricos, pois oferece destinação dos efluentes para usos que não exigem alta qualidade. O acompanhamento da eficácia do filtro foi feita por meio das análises dos parâmetros: sólidos totais, turbidez, pH, demanda química de oxigênio, coliformes totais e *Escherichia coli* ao longo do período de fevereiro à maio de 2016. Realizou-se, também, um estudo comparativo entre dados encontrados na literatura de outros trabalhos relacionados a este assunto. Através desses resultados e comparações foi possível verificar a possibilidade de usos para o efluente tratado. O tratamento consistia em etapas de coagulação, floculação, decantação e filtração. Nos resultados, a faixa encontrada para pH variou entre 5 a 7. A eficiência na remoção dos demais parâmetros foi: 43% sólidos totais, 89% demanda química de oxigênio e 92% turbidez.

PALAVRAS-CHAVE: Filtro Simplificado, Fibra de Côco, Águas Cinza, Reuso, Escassez Hídrica.

INTRODUÇÃO

A presença de água no planeta Terra é de crucial importância para existência e manutenção da vida. A maior parte do planeta é constituída por água e em igual proporção o corpo humano também. Embora exista água em quantidade suficiente, apenas uma parcela pequena, água doce, está disponível para abastecimento humano. Cerca de 3% da água doce de fato pode ser utilizada, porém, dessa porcentagem apenas um terço é acessível.

Além dessa quantidade ser pequena, o manejo incorreto da água, como poluição, contaminação e desperdício reduz mais ainda esse valor. No panorama atual, tem-se priorizado bastante a preocupação com os recursos hídricos, pois nesses últimos anos foram noticiados muitos casos de falta de água. No que se refere ao estado do Ceará, o Governo estadual decretou situação crítica de escassez de recursos hídricos em todos os municípios cearenses no final de 2015. O Estado já enfrentou o quinto ano consecutivo de estiagem e a situação atual continua alarmante. De acordo com a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) em monitoramento realizado em abril de 2016, o volume médio dos 153 açudes monitorados são de 12,85% (G1 Ceará, 2016).

A indisponibilidade hídrica mencionada anteriormente deve-se ao fato da má utilização dos recursos hídricos. Uso inconsciente e não-sustentável tem sido a principal razão pela diminuição do volume das reservas naturais. Pode ser citado como outro fator prejudicial a essa disponibilidade, a poluição e contaminação existentes por parte da população, de empresas e indústrias os quais visam apenas o lucro em detrimento da qualidade.

De acordo com Mota (2012), a poluição da água provém da introdução de resíduos na mesma, em forma de matéria orgânica ou energia, de modo a torna-la prejudicial aos seres vivos e também imprópria para determinados usos estabelecidos. Afirmar que um corpo hídrico está contaminado significa dizer que o mesmo encontra-se fora dos padrões de potabilidade. No entanto, dada água pode ser classificada como poluída para

tal uso enquanto que para outro ela seja considerada de boa qualidade. Os poluentes podem alcançar as águas superficiais ou subterrâneas por meio do lançamento direto, precipitação, escoamento pela superfície do solo ou infiltração. As principais fontes poluidoras de águas superficiais são esgotos domésticos, esgotos industriais, resíduos sólidos e pesticidas. Mota (2012) acrescenta que as consequências negativas da poluição da água podem ser de caráter sanitário, ecológico, social e econômico.

Sabe-se que a qualidade dos corpos hídricos está relacionada ao saneamento ambiental. De acordo com Razzolini e Günther (2008), as condições sanitárias contribuem diretamente para a qualidade da água para consumo. A ausência de esgotamento sanitário e a presença de esgotos clandestinos acometem a salubridade do curso hídrico e conseqüentemente prejudicam a população.

A variedade de usos em que a água pode ser aplicada é grande. De acordo com a CONAMA 357 de 2005, os múltiplos usos da água são classificados segundo a classe em que a água está enquadrada: doce, salobra e salina. Pode ser citada como forma de destinação para a água: abastecimento para consumo humano, natação, mergulho, atividade de pesca, irrigação, aquicultura, dessedentação de animais e navegação. Juntamente com a alta demanda de uso da água tem-se um elevado desperdício hídrico proveniente das perdas no processo de fornecimento da água e do uso incorreto, tais como lavar carro, calçadas e regar plantas com água própria para consumo humano.

Como forma de reverter tal situação, surgiram algumas alternativas para compensar a escassez da água. Dentre elas o reaproveitamento de água pluvial e o reuso de efluentes. Esse último ainda pouco praticado devido a ausência de legislações brasileiras e também pelo receio dos usuários em utilizar um recurso hídrico proveniente do esgoto, embora esse seja tratado. Para adoção de tais alternativas é preciso conscientizar a população da importância de investimentos nessa área.

Devido a atual situação hídrica brasileira referente à escassez de recursos, surgiu o desejo de estudar e apresentar uma alternativa prática, acessível e eficiente de tratamento para efluentes de modo que os mesmos possam ser reaproveitados. O intuito do trabalho é apresentar para a população em geral e aos interessados na área ambiental um filtro rápido composto por camada suporte de fibra de côco capaz de melhorar a qualidade do efluente, proveniente da máquina de lavar, a ponto de ser destinado a outros usos menos exigentes. Bazzarella (2005), afirma a importância do desenvolvimento de tecnologias brasileiras para sistemas de reuso e caracteriza novos processos de tratamento como importantes objetos de pesquisa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização e coleta das amostras

Para a pesquisa em questão foi utilizada água cinza proveniente de máquinas de lavar originárias de quatro residências familiares. Optou-se por adotar amostras compostas, ou seja, efluentes oriundos dos ciclos de lavagem, em iguais proporções para melhor caracterização e real representatividade. O período de estudo compreendeu os meses de fevereiro a maio de 2016. As coletas eram realizadas semanalmente em recipiente de polietileno com capacidade de 20 litros, aproximadamente.

Ensaio de floculação

Antes do início da filtração da água cinza, foram realizados previamente experimentos para verificação da melhor dosagem de coagulante a ser aplicada nas amostras. Para realização do procedimento usou-se um equipamento chamado *Jartest*, Figura 1. De acordo com estudos realizados por Cunha (1990) e Santos (2011) referentes à dosagem de coagulantes, foi possível fixar valores de concentração para a solução de sulfato de alumínio variando entre 5 até 60 g/L. A partir desses valores foram observadas quais dosagens eram mais eficientes em relação a formação de flocos e redução de turbidez. Com os resultados constatou-se que o melhor valor a ser adotado seria de 25 g/L para amostras menos concentradas, com baixa turbidez e cor, e de 50 g/L para amostras concentradas, com turbidez e cor elevadas.

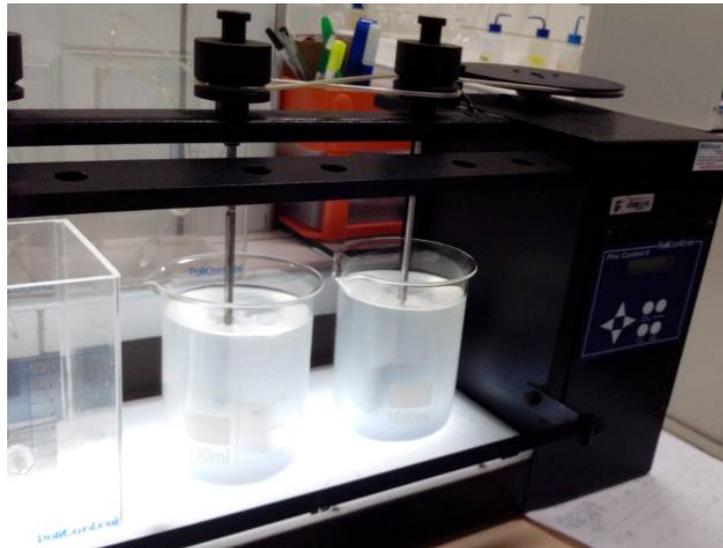


Figura 1: Procedimento em Jarrest

Descrição do processo de tratamento

O tratamento completo da água cinza envolvia coagulação, floculação, decantação e por fim a filtração. As etapas anteriores a filtração, são denominadas de pré-tratamento e foram adotadas com o intuito de melhorar a qualidade do afluente antes desse ser disposto no filtro com o intuito de não haver sobrecarga nele. A Figura 2 esquematiza a sequência das etapas do processo desde a armazenagem do efluente oriundo da máquina de lavar até o efluente encontrar-se tratado.

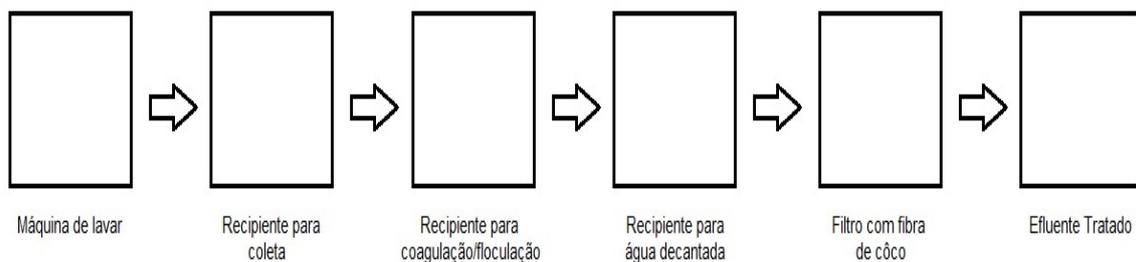


Figura 2: Sequência das etapas do tratamento

Para a realização do pré-tratamento foram adotados utensílios que pudessem ser fáceis de encontrar e manusear sem a necessidade de um responsável técnico. A Figura 3 apresenta esses recipientes, que foram adaptados para funcionalidades específicas. O utensílio A tinha a função de distribuir uniformemente a água dentro do filtro e era posicionada no topo do mesmo. O utensílio B foi adotado para funcionar como o *jarrest*, nele ocorreram os processos de coagulação, floculação e decantação. Após ocorrer a decantação, a água era transferida do recipiente B para o C, de modo que nesse novo recipiente não houvesse presença de flocos. Por fim o processo termina com o utensílio C sendo posicionado a uma altura mais elevada que o recipiente D, o qual era o filtro, para promover a vazão hidráulica suficiente para manter a vazão utilizada no experimento.

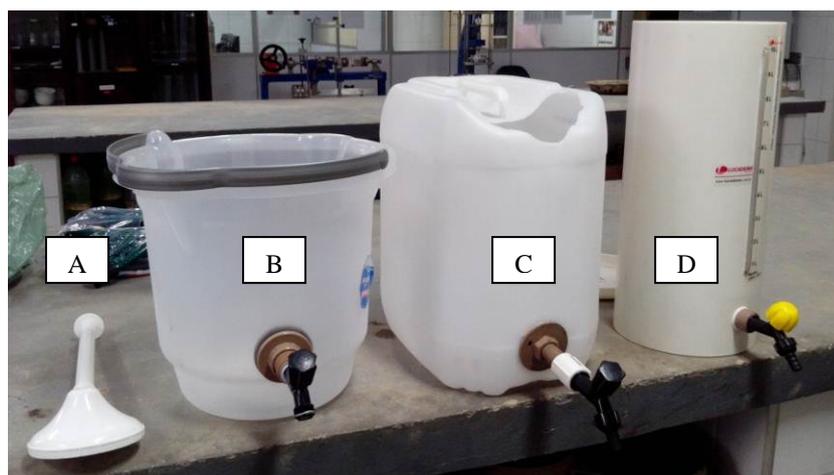


Figura 3: Recipientes para as diferentes etapas

Para a etapa de coagulação foi usado solução de sulfato de alumínio como coagulante. A amostra era transferida para recipiente reator com capacidade de 13 litros (recipiente B) onde eram adicionadas 130 mL do coagulante em seguida feita a mistura rápida durante 1 minuto e, posteriormente, a mistura lenta durante 3 minutos, ambas realizadas de forma manual com bastão de madeira, como apresentado na Figura 4. Após o período de mistura, aguardou-se 30 minutos para que houvesse a sedimentação dos flocos formados.



Figura 4: Mistura manual

Com o intuito de realizar o tratamento de águas cinza provenientes da máquina de lavar, construiu-se um filtro com camada suporte contendo fibra de côco. Os materiais que compuseram as camadas do filtro, além da fibra de côco, foram pedregulho, pedrisco e areia. A Figura 5 apresenta a esquematização do leito filtrante, bem como a espessura referente de cada material.

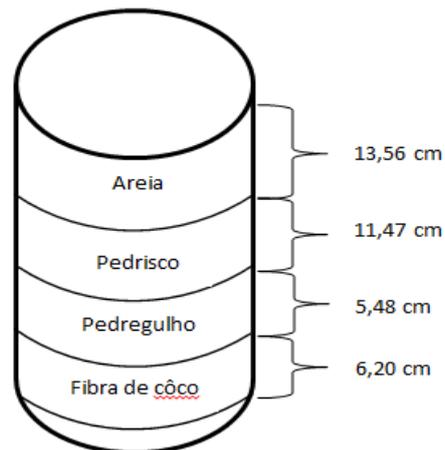


Figura 5: Esquema das camadas presentes no filtro

O filtro foi montado em um barrilete com capacidade para 10 litros. O reservatório apresentava visor de nível graduado, tampa com boca de inspeção, torneira e fundo inclinado para escoamento total dos líquidos, como é mostrado na Figura 6. A característica de tal recipiente é que o mesmo é ideal para armazenamento de água.



Figura 6: Reservatório para filtro

O fluxo no filtro em estudo ocorre no sentido descendente. Para o cálculo da taxa de aplicação foi considerado a área do filtro e um ciclo de 108 L/dia, valor projetado por Neto e Lima (2015) conforme consumo de água potável por máquina de lavar referente ao número de vezes em que a mesma é utilizada. De posse desses dados obteve-se a taxa de aplicação. Para o experimento foi considerado um período de funcionamento de 6 horas, logo a vazão de alimentação foi de 300 mL/min.

Em relação à fibra de côco, a mesma foi obtida cortando os frutos ao meio desprezando a polpa para ter acesso à parte denominada mesocarpo (feixe de fibras). Após as fibras terem ficado visíveis foram lavadas e colocadas em estufa por 48h para secagem do material. Para melhor ser posicionada dentro do filtro a fibra de côco foi agrupada na forma de um disco como apresenta a Figura 7.



Figura 7: Disco de fibra de côco

Monitoramento do experimento

O sistema funcionou em batelada, com frequência semanal, ao longo de cinco semanas, durante o período da manhã e tarde.

Em cada semana foram analisadas três amostras distintas referentes ao processo, como observado na Figura 8.

As amostras analisadas foram:

- Água proveniente da máquina de lavar (amostra bruta);
- Água decantada;
- Efluente proveniente do filtro;



Figura 8: Amostras para análise

Parâmetros analisados

Os parâmetros analisados foram potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, sólidos dissolvidos totais, demanda química de oxigênio (DQO), coliformes termotolerantes. Cada um desses parâmetros foi analisado para cada tipo de efluente. A Tabela 1 apresenta os parâmetros e os respectivos métodos analíticos.

Tabela 1: Parâmetro e métodos analíticos adotados

PARÂMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	UNIDADE
pH	Direto, Potenciométrico	-
Turbidez	Standard Methods, Nefelométrico	NTU
Sólidos dissolvidos totais	Standard Methods, Gravimétrico	mg/L
Demanda Química de oxigênio	Standard Methods, Refluxão fechada	mg/L
Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>	Standard Methods, Substrato cromogênico/enzimático	Ausência

RESULTADOS OBTIDOS

Para verificar a eficiência do filtro os seguintes parâmetros foram analisados: Sólidos dissolvidos totais, Turbidez, Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Coliformes Totais e *Escherichia coli*.

A Tabela 2 apresenta os resultados médios obtidos ao longo do período de monitoramento do sistema de tratamento de água cinza, originária da máquina de lavar. Têm-se as amostras brutas, coaguladas e filtradas e seus respectivos valores para cada parâmetro. Constata-se uma diferença entre os valores, reduzindo ao longo dos tratamentos realizados.

Tabela 2: Valores médios referentes ao período de fevereiro a maio de 2016

PARÂMETRO	AMOSTRA BRUTA	AMOSTRA COAGULADA	AMOSTRA FILTRADA
Sólidos dissolvidos totais	1540	1488	872
Turbidez	263	141	21
pH	7	6	5
DQO	716	290	67
Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>	Ausência	Ausência	Ausência

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Estudos comparativos e eficiência do filtro

Os resultados obtidos foram comparados a estudos realizados por May e Hespanhol (2008) e Bazzarella (2005). A comparação entre estudos semelhantes é necessária para verificar a viabilidade do filtro com fibra de côco diante de outros filtros e outras formas de tratamento. O tipo de tratamento adotado no estudo de Bazzarella baseia-se em uma estação de tratamento de água cinza (ETAC), instalada em um prédio localizado na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), compondo um reator anaeróbio compartimentado, filtro biológico aerado submerso, filtro terciário e desinfecção à base de cloro. Já o trabalho de May e Hespanhol utilizou para o tratamento de água cinza um sistema contendo tanque de equalização, reator biológico de contato, reservatório de decantação, filtro de areia de pressão e sistema de desinfecção com cloro.

As Figuras 9 a 12 apresentam os valores médios do estudo em questão comparado aos autores anteriormente mencionados. Pode-se observar a redução significativa dos valores para o filtro com fibra de côco. Diante desses valores é possível verificar a eficiência do filtro. Tem-se que a eficiência em remoção de sólidos dissolvidos totais corresponde a 43%, turbidez 92% e DQO 89%. Não foi possível calcular a eficiência nem fazer a comparação entre os estudos para os parâmetros microbiológicos, Coliformes Totais e *Escherichia coli*, pois além da ausência desses nas amostras, os estudos considerados não apresentaram valores de referência.

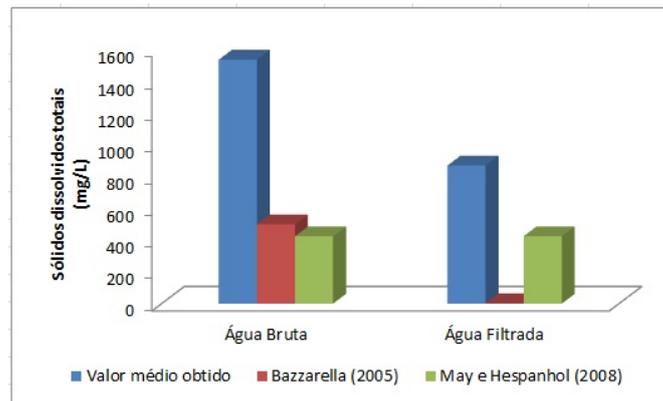


Figura 9: Estudo comparativo referente a Sólidos dissolvidos totais

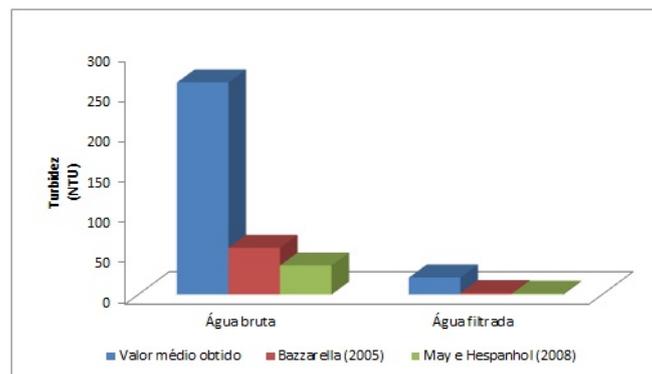


Figura 10: Estudo comparativo referente à Turbidez

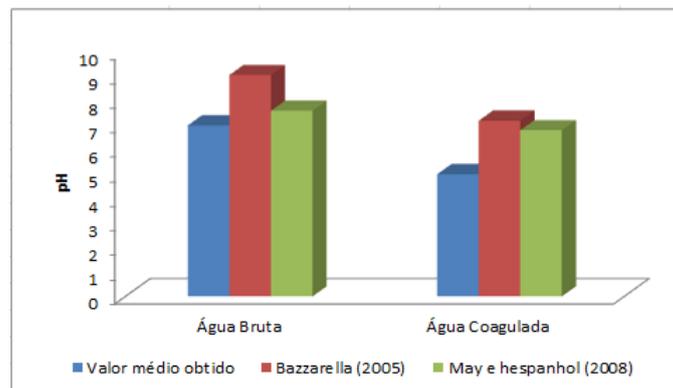


Figura 11: Estudo comparativo referente ao pH

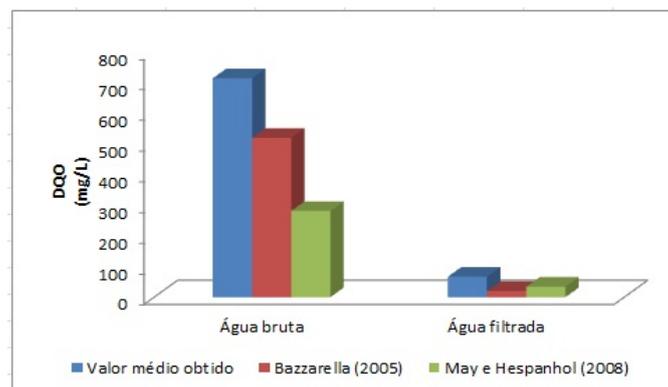


Figura 12: Estudo comparativo referente à DQO

Como se podem observar, os valores obtidos das amostras de águas cinza apresentaram concentrações elevadas, exceto pH, comparadas as obtidas pelos estudos de Bazzarella (2005) e May e Hespanhol (2008), mesmo assim o tratamento alcançou resultados satisfatórios, sendo de igual modo eficiente. Também vale destacar, que os dois estudos citados eram bem mais complexos enquanto que o desse estudo foi bem mais simples podendo alcançar resultados bem semelhantes referentes à eficiência.

Devido ao fato das filtrações ocorrerem periodicamente, não sendo contínuas, era necessário, antes do início de nova filtração, lavar o filtro, pois o mesmo deixava o efluente com uma cor amarela, possivelmente pela degradação da fibra de côco. O efluente tratado apresentou odor característico, creditado a fibra de côco. Nas amostras tratadas observou-se ausência de sabão.

CONCLUSÃO

O filtro com camada suporte de fibra de côco demonstrou ser eficiente na melhoria da qualidade da água cinza, sendo viável tecnicamente e economicamente. Porém, não pode ser creditada apenas ao uso da fibra a obtenção dos resultados, pois as camadas de areia, pedrisco e pedregulho também auxiliaram no processo.

As etapas de tratamento para água cinza adotadas nesse monitoramento foram simples e podem ser facilmente aplicadas sem necessidade de responsáveis técnicos, assim como os equipamentos usados ao longo do monitoramento. Os parâmetros avaliados demonstraram que o sistema de tratamento de águas cinza oriundas da máquina de lavar apresentaram boas remoções, sendo 43% de remoção de sólidos totais, 89% para demanda química de oxigênio e 92% para turbidez.

No que diz respeito às análises microbiológicas, o experimento não alcançou resultados suficientes para ser feita uma conclusão. Mesmo assim, orienta-se que para a prática do reúso após a filtração as amostras passem por um processo de desinfecção ou clarificação, eliminando a presença da maioria dos microrganismos patogênicos.

Os valores obtidos após o tratamento não atingiram os permitidos considerados como referência ao longo do estudo. Portanto, com o intuito de garantir a proteção ambiental e a segurança higiênica e estética o efluente proveniente direto do filtro não pode ser destinado a usos como: lavagens de carro e qualquer outro contato que requeira contato direto com o usuário, lavagens de pisos, calçadas, irrigação de jardins, reúso em descarga de vasos sanitários e uso na construção civil.

Recomenda-se para estudos futuros a adoção de um filtro maior, preferencialmente contendo apenas a fibra de côco para constatar a eficiência apenas dessa camada em relação à melhoria da água cinza. Também se sugere adoção de um tratamento de desinfecção para os efluentes filtrados. Faz-se necessário acompanhar através de mais análises a eficiência do filtro em relação aos microrganismos. Adotar tratamento posterior ao filtro de modo que os valores permissíveis para reúso nas destinações acima citadas sejam alcançados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAZZARELLA, Bianca. Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações. Vitória, 2005
2. CUNHA, Álvaro. Determinação do pH ótimo de floculação e dosagem mínima de coagulantes. Revista DAE, ed.17, n.1079. 1990
3. G1 Ceará. Volume médio dos açudes do Ceará. Disponível em: <<http://g1.globo.com/ceara/noticia/2016/04/volume-medio-dos-acudes-do-ceara-e-de-1285-afirma-cogerh.html> > Acesso em 26 de abril de 2016
4. MAY, Simone; HESPANHOL, Ivanildo. Tratamento de águas cinzas claras para reúso não potável em edificações. Rega, v.5, n.2, p.15-24. 2008.
5. MOTA, Suetônio. Introdução à engenharia ambiental. 5, ed. ABES. Rio de Janeiro. 2012
6. NETO, Ananias; LIMA, Ulisses. Reuso da água: uma maneira viável. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de produção. Fortaleza – CE, 2015
7. RAZZOLINI, Maria; GÜNTHER, Wanda. Impactos na saúde das deficiências de acesso à água. Saúde Sociedade. São Paulo, v.17, n.1, p.21-32. 2008

8. SANTOS, Gabriel Rosa. Estudo de clarificação de água de abastecimento público e otimização da estação de tratamento de água. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro. 2011