

Eixo Temático ET-02-008 - Saneamento Ambiental

UTILIZAÇÃO DE FILTROS BIOLÓGICOS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZA

Wosley Sidney Nogueira de Oliveira¹; Bianca Anacleto Araújo de Sousa²; Rosinete Batista dos Santos Ribeiro³

¹Mestrando em Sistemas Agroindustriais – UFCG/CCTA, PB; ²Graduanda em Engenharia Civil - IFPB; ³Professora Doutora do Curso Engenharia Ambiental – UFCG/CCTA, PB;

RESUMO

O tratamento de águas cinza escura por meio de filtros biológicos compostos principalmente por brita e areia de diferentes granulometrias foi estudado, visto que o lançamento de efluentes sem tratamento em corpos receptores pode causar sérios danos ambientais e o seu reúso pode minimizar os efeitos adversos do déficit hídrico na região. A pesquisa se desenvolveu na cidade de Pombal/PB mais precisamente no campus do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar- CCTA da Universidade Federal de Campina Grande- UFCG. Foi coletado o despejo da pia de uma das cantinas do campus e realizadas análises dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos para as amostras de águas cinza *in natura* e dos efluentes dos três filtros. Foi possível verificar que o uso de filtros promove uma redução de aproximadamente 30 a 98% de turbidez e 30 a 95% de cor aparente. Os resultados obtidos nas análises estão em acordo com os parâmetros estabelecidos na Resolução 357/2005 do CONAMA complementada e alterada pela Resolução 430/2011 CONAMA, para padrões de lançamento de efluentes em corpos receptores. Constatou-se que os valores de pH, temperatura, materiais sedimentáveis e nutrientes apresentaram níveis aceitáveis para o descarte. Concluiu que o sistema de filtros pode ser aplicado para o tratamento de águas cinza antes da disposição em corpos receptores, desde que o sistema siga algumas recomendações, principalmente no que tange a higienização do material de enchimento do filtro.

Palavras Chave: Reúso; Qualidade da água; Saneamento.

INTRODUÇÃO

O uso indiscriminado dos recursos hídricos, pelo homem, vem gerando ao longo dos anos uma instabilidade na manutenção dos mesmos, o mau uso da água e o despejo inadequado dos efluentes em corpos hídricos contribuem com a escassez e comprometem a qualidade da água em seus diversos usos. O Brasil ainda apresenta um quadro alarmante no atendimento de serviços de saneamento básico, sobretudo, no que tange o esgotamento sanitário. Várias cidades brasileiras não dispõem sequer de serviço de coleta de esgoto, outras possuem, mas não promovem uma destinação final adequada.

De acordo com Saiani (2006), o déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil está intimamente relacionado ao perfil de renda dos consumidores

como: capacidade de pagamento (tarifas), a existência de economias de escala e de densidade no setor e também maior facilidade de ofertar os serviços em áreas mais populosas. Isso porque a expansão e a manutenção destes tendem a ter custos reduzidos à medida que aumenta o tamanho da população a ser atingida. Em áreas menos populosas é comum a utilização de fossa séptica para os dejetos provenientes de vasos sanitários enquanto que as águas residuárias advindas de pias e chuveiros são lançadas no ambiente sem qualquer tratamento.

Sabendo dessa deficiência no acesso aos serviços de esgotamento sanitário, principalmente a população de menor renda, bem como, a preocupação com a preservação do solo e da água que recebem as águas residuárias, esse estudo buscou desenvolver uma tecnologia de baixo custo e simples operação para auxiliar no tratamento de águas cinza. Para isso, estudou-se a criação de um modelo piloto de filtro biológico utilizando-se areia, brita e alguns materiais reutilizáveis.

O processo de tratamento de esgotos por filtros de areia é caracterizado por elevada remoção de poluentes, com operação intermitente. O filtro de areia é descrito na NBR 13.969 que caracteriza esse instrumento como sendo a “[...] filtração do esgoto através da camada de areia, onde se processa a depuração por meio tanto físico (retenção), quanto bioquímico (oxidação), devido aos microorganismos fixos nas superfícies dos grãos de areia, sem necessidade de operação e manutenção complexas” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMASTÉCNICAS, 1997, p. 11).

O trabalho consistiu no tratamento de águas cinza escura provenientes da pia da cozinha de uma das cantinas do CCTA-UFCG (Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar- Universidade Federal de Campina Grande), através de um filtro caseiro de areia e brita. Vale salientar que o termo águas cinza, refere-se às águas residuárias que são originadas de chuveiros, lavatórios, máquinas, tanques de lavar roupas e pias de cozinha sem contato com resíduos originados de vaso sanitário, e que estas também apresentam prejuízo aos recursos naturais, uma vez que adiciona sabão e outros resíduos prejudiciais à qualidade da água e do solo. Analisaram-se parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água tratada pelos filtros.

OBJETIVO

Este estudo teve como objetivo, construir um sistema para tratar a água cinza escura, oriunda de pia de cozinha, através de um filtro caseiro de areia e brita, bem como, avaliar o desempenho de todo o sistema.

METODOLOGIA

Para o sistema de tratamento de águas cinza foram usados materiais recicláveis e produtos de baixo custo econômico, composto por quatro baldes de vinte litros obtidos em uma indústria de polpas de frutas localizada na cidade de Sousa-PB, três desses baldes formaram o corpo do filtro e o outro balde foi usado para transportar água cinza coletada da pia de cozinha para o sistema localizado próximo ao bloco dos laboratórios.

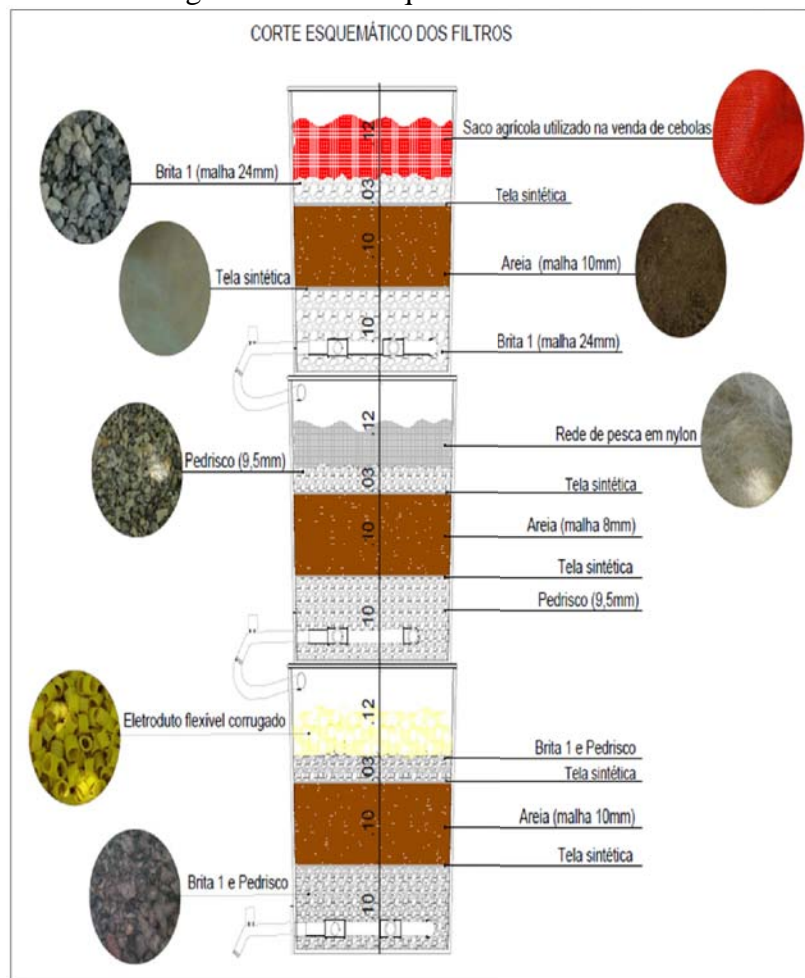
O material de enchimento dos filtros consistiu de: brita de granulometria de nº 19 (diâmetro máximo de 19 mm), pedrisco (diâmetro máximo de 9,5 mm), areia, malha de nylon e "tubo rugado" ou "conduíte". O filtro 1 (superior) foi preenchido com duas camadas de 10 cm cada, uma de brita nº 19 e uma de areia. O filtro 2 (intermediário) foi preenchido com uma camada de pedrisco e um camada de areia, tendo 10 centímetros

cada. A areia foi peneirada de acordo com as peneiras 18 de malha 10 para o filtro 1 e malha 8 para o filtro 2. No filtro 3 fez-se a mistura das duas granulometrias de brita e de areia e a mesma espessura nas camadas.

Na parte superior do filtro 1, um saco reutilizável de cebola, doado por um comerciante de frutas da cidade de Sousa-PB, tem a funcionalidade de conter os materiais mais grosseiros que constituem os esgotos domésticos, servindo como um tratamento preliminar para os resíduos líquidos. Na camada superior do filtro 2 (intermediário), encontra-se um resíduo sólido denominado pela população de "rede de pesca", confeccionado artesanalmente com linha de nylon, esse material é resistente e de difícil degradação quando disposto no meio ambiente, no filtro, servirá como detentor de materiais mais grosseiros.

No filtro 3, o diferencial é que em sua camada superior encontram-se resíduos de materiais da construção civil, como o "tubo rugado" ou "conduíte", material utilizado para instalar os fios de energia da rede elétrica em residências, o mesmo foi recortado em pequenos pedaços, servindo como meio de suporte para aderência de microrganismos decompositores. Cada filtro contém uma torneira conectada a um cano de 20 mm perfurado (tubo de 19 drenagem), localizado no interior do fundo do balde, para recolhimento de amostras individuais para análises (FIG. 1).

Figura 1- Corte Esquemático dos filtros.



Cada filtro contém uma torneira conectada a um cano de 20 mm perfurado (tubo de drenagem), localizado no interior do fundo do balde, para recolhimento de amostras individuais para análises (FIG.2).

Figura 2 – Confeção dos filtros



a) Cano perfurado para drenagem



b) Materiais de enchimento

- Análises Laboratoriais

As amostras de águas cinza foram coletadas na cantina do CCTA-UFCG, diretamente da pia da cozinha, os filtros foram alimentados apenas uma vez por semana para recolhimento das amostras. As análises foram feitas seguindo as recomendações descritas no Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WEF, 2005). As análises dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos foram realizadas no Laboratório de Análise da Água (LAAG), localizado no campus CCTA-UFCG de acordo com a disponibilidade de reagentes e equipamentos (QUAD.1).

Quadro 1- Resumo dos aparelhos utilizados em cada análise.

Parâmetro	Método
pH (Potencial Hidrogeniônico)	Phmetro de bancada DIGIMED, modelo DM-22
Temperatura (°C) amostras 3, 4 e 5	Termômetro digital
Temperatura (°C) amostras 1e 2	Phmetro de bancada DIGIMED, modelo DM-22
Condutividade Elétrica (mS/cm)	Condutivímetro de bancada TECNAL, modelo Tec-4MP
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	Cone Imhoff, metodologia descrita segundo a NBR 10561/88
Oxigênio Dissolvido (OD em mg O ₂ /L)	Medidor de oxigênio dissolvido, Lutron, modelo DO-5519 (in loco)
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO _{5/20} em mgO ₂ /L)	Medidor de oxigênio dissolvido, Lutron, modelo DO-5519
Turbidez (UNT)	Turbidímetro, do modelo POLICONTROL AP 2000
Cor Aparente (UC)	Colorímetro POLICONTROL AquaColor.
Nutrientes: nitrogênio (N), fósforo (P)	Espectrofotômetro da marca FEMTO, modelo 600 plus
Nutrientes: sódio (Na) e potássio (K)	Fotômetro de chama Analyser, modelo 910

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1 – Parâmetros físicos da água

a) Odor

Conforme exposto na TAB. 1, observou-se que todas as amostras das águas brutas (AB) apresentaram odores leves. Nos resultados da 2^a, 4^a e 5^a análises, com exceção da 1^a (filtros limpos) e 3^a (filtros limpos após entupimento da amostra na 2^a análise), os efluentes dos filtros F1, F2 e F3, apresentaram odores intensos e muito intensos. Atribui-se esses resultados, devido ao fato dos filtros serem alimentados somente uma vez por semana, gerando conseqüentemente a oxidação da matéria orgânica no decorrer dos dias até a próxima análise.

Tabela 1- Resultados das análises de odor nas amostras.

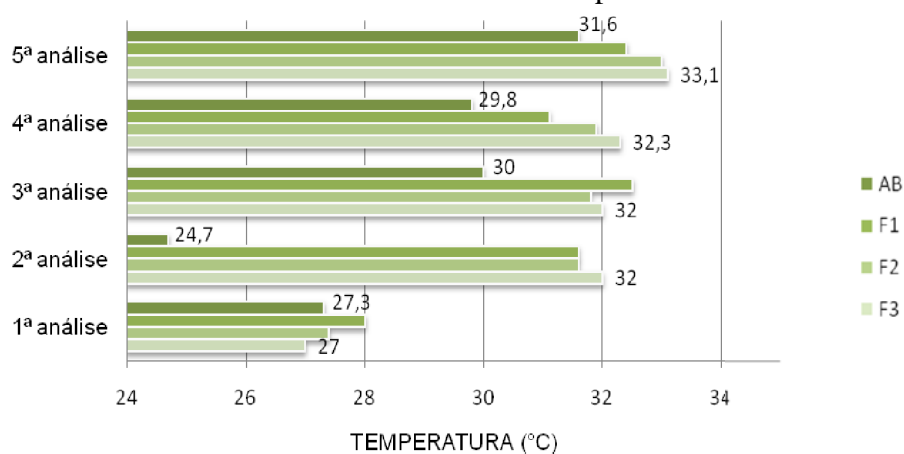
	1 ^a ANÁLISE	2 ^a ANÁLISE	3 ^a ANÁLISE	4 ^a ANÁLISE	5 ^a ANÁLISE
AB	LEVE	LEVE	LEVE	LEVE	LEVE
F1	LEVE	INTENSO	LEVE	INTENSO	MUITO INTENSO
F2	LEVE	INTENSO	LEVE	INTENSO	MUITO INTENSO

F3	LEVE	INTENSO	LEVE	INTENSO	MUITO INTENSO
----	------	---------	------	---------	---------------

b) Temperatura

No GRAF.1, verificou-se que com exceção da 1ª e 2ª análise, os valores de temperatura se mantiveram aproximados nas amostras da 2ª, 3ª e 4ª análise, na faixa que compreende entre 29,8° e 33,1°, havendo um aumento de temperatura entre a amostra da água cinza escura bruta (AB) e da amostra da água cinza tratada do filtro F3 em todas as análises. Esse efeito é atribuído à temperatura ambiente e as reações biológicas que ocorrem dentro do filtro, como o processo de respiração das bactérias aeróbias que liberam energia para o meio.

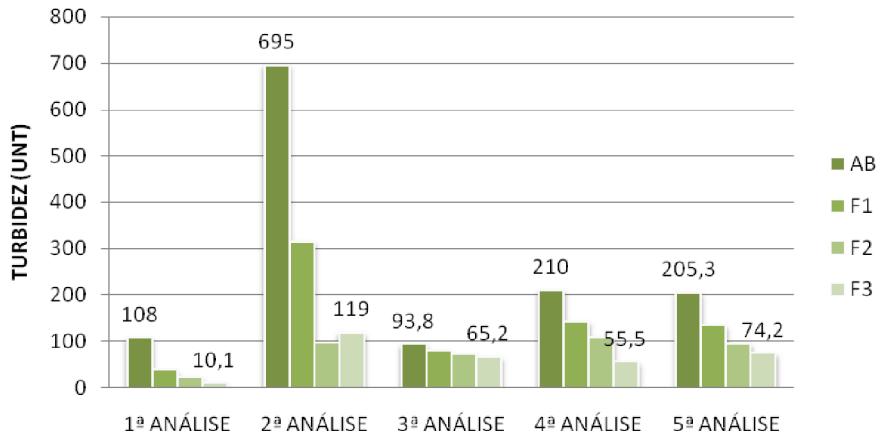
Gráfico 1 - Resultados das análises de temperatura das amostras



c) Turbidez

A análise de turbidez apresentada no GRAF.2 mostra que o sistema de filtros apresentou grande remoção de partículas sólidas, diminuindo-se gradualmente as unidades de turbidez em todos os filtros.

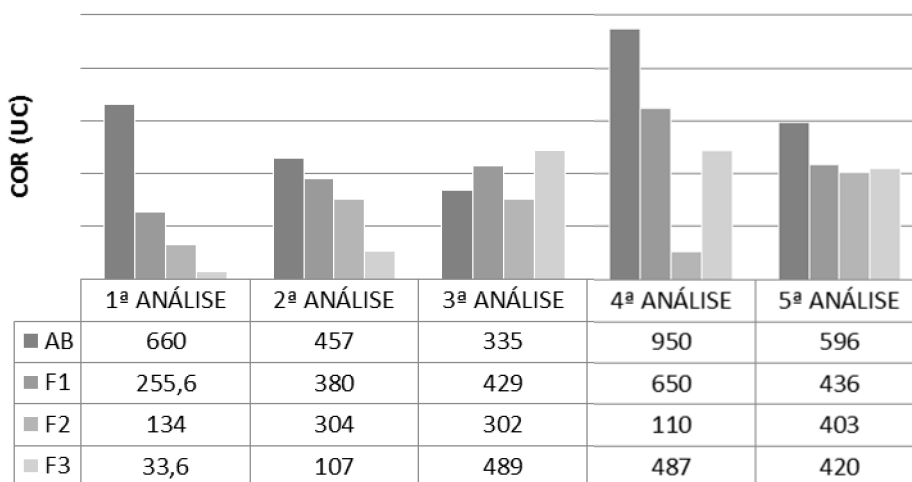
Gráfico 2 - Resultados de turbidez.



d) Cor Aparente

Através do GRAF.3, percebe-se que com exceção da 3ª análise, houve uma elevada remoção de Unidades de cor (Uc) nas amostras do sistema, comprovando que este opera com capacidade de retenção de substâncias dissolvidas e partículas coloidais em suspensão.

Gráfico 3 - Resultados das análises do parâmetro cor aparente.

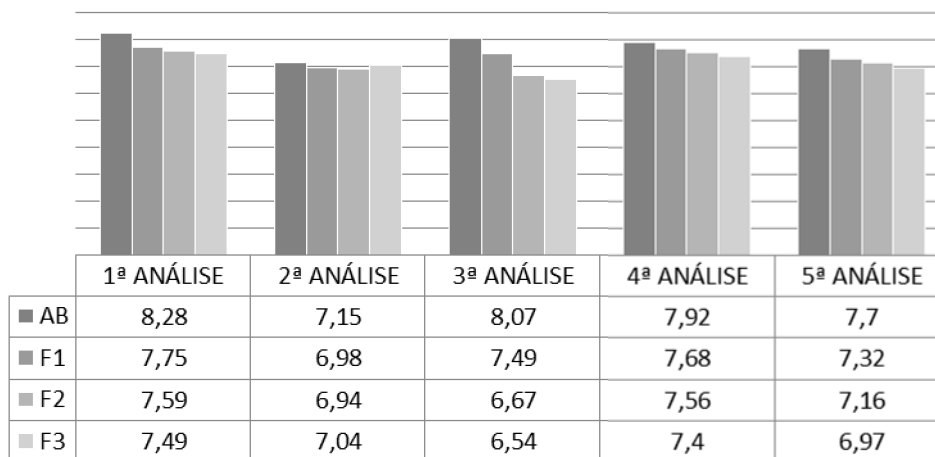


2 – Parâmetros Químicos da Água

a) pH

O sistema apresentou-se satisfatório na redução do pH da água cinza escura, conforme mostrado no GRAF.4. Em todas as análises o valor do pH ficou na faixa de neutralidade entre 6.5 e 7.5, após a passagem pelos filtros, valores esses considerados ótimos para o cultivo irrigado de certas culturas como a alface, bem como para a destinação final nos recursos terrestres e hídricos, de acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA 430/2011 que apresenta valores aceitáveis de pH entre 5,0 e 9,0, para garantir a qualidade desse recurso.

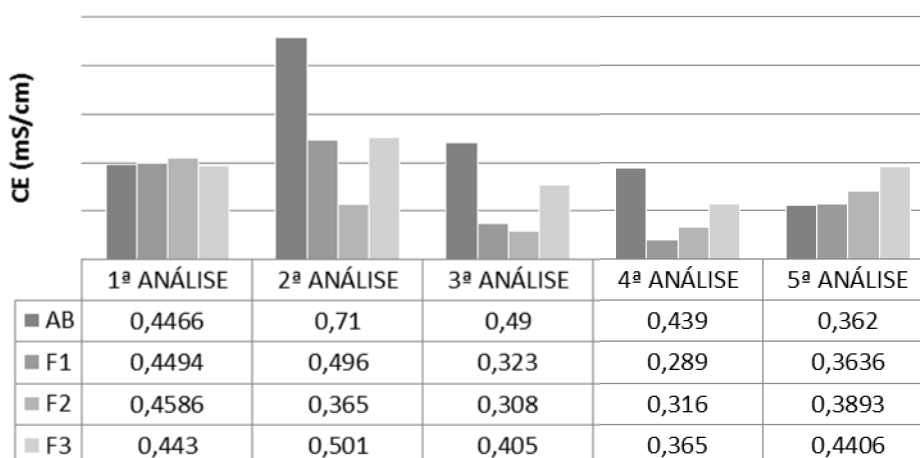
Gráfico 4 - Resultados de PH.



b) Condutividade elétrica

De acordo com os valores de condutividade elétrica apresentados no GRAF.5, percebe-se que nas quatro análises iniciais, ocorreu um decréscimo nos valores de condutividade, excetuando-se a análise 5, na qual houve um aumento considerável nesse parâmetro, que pode ter acontecido devido a elevação da carga orgânica e a redução do tempo de detenção hidráulica que elevam esses valores.

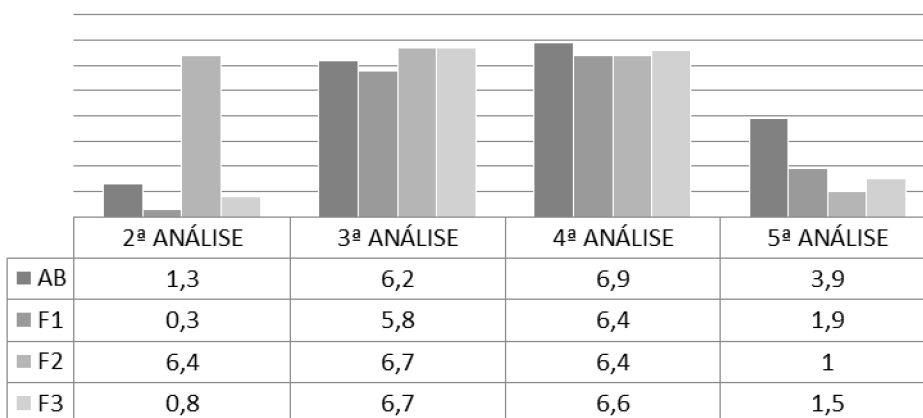
Gráfico 5 - Resultados de condutividade elétrica.



c) Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido começou a ser medido a partir da 2ª análise, onde a mesma apresentou valores anômalos conforme mostrado no GRAF.6, suposto efeito causado pela má calibração do equipamento. Nas 3ª e 4ª análises, os dados foram satisfatórios, com valores de 6.4 +/- 0.3 mg/L, após a passagem pelo 3º filtro. A 5ª análise representa o ambiente quase anaeróbico em que o filtro se encontrou, com valores de OD reduzindo-se à zero, extinguindo-se os microrganismos aeróbios, restando os facultativos.

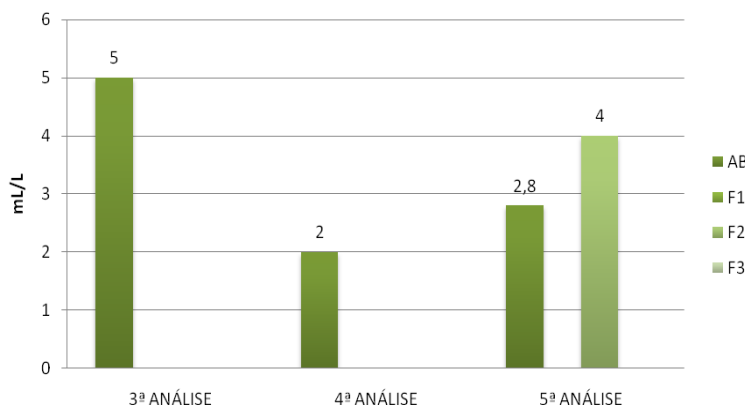
Gráfico 6 - Resultados de Oxigênio dissolvido.



d) Sólidos sedimentáveis

No GRAF.7, é possível observar nas análises 3 e 4, que após a passagem da água cinza pelos filtros, as amostras da água tratada não apresentaram sólidos sedimentáveis, diferentemente do que foi constatado nas amostras de água bruta, indicando que a água está de acordo com o padrão exigido pela RESOLUÇÃO CONAMA 430/2011 que é de até 1mL/L. Esse método do cone Imhoff mostrou a necessidade de tanque de decantação antes da chegada da água bruta aos filtros. Apenas a 5ª análise apresentou uma quantidade expressiva de matéria orgânica de cor amarelada, registrando-se o valor de 4mL/L no filtro 2.

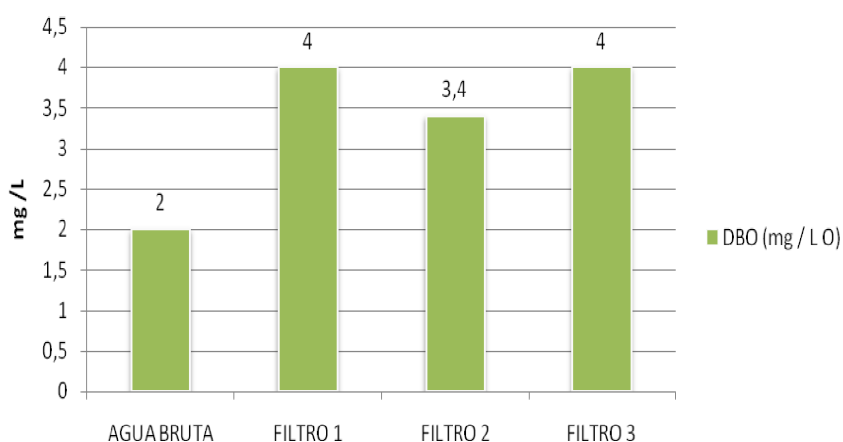
Gráfico 7 - Resultados de sólidos sedimentáveis.



e) Demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅²⁰)

Observou que os valores de DBO em águas residuárias domésticas, após 5 dias de incubação, apresentam-se em torno de 70 % e 80 % do valor total. Comparando-se o valor de DBO da água cinza bruta com os resultados da DBO dos filtros 1, 2 e 3 mostrados através do GRAF.8, percebeu-se uma elevação no consumo de oxigênio dissolvido, identificando que os filtros estão munidos de microrganismos capazes de oxidar a matéria orgânica presente nos esgotos. Para o cálculo de DBO, subtraiu-se o valor de OD inicial do OD final.

Gráfico 8-Resultados de demanda bioquímica de oxigênio (DBO).



3 – Parâmetros Microbiológicos da Água

a) Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes

Para esta análise constatou-se a presença de coliformes totais e termotolerantes em todas as amostras, demonstrando contaminação da água, cabe ressaltar que os materiais de preenchimento dos filtros foram todos desinfectados para a sua operação, porém o processo de tratamento da água cinza não requereu nenhum cuidado em termos de desinfecção do material coletor, pois o recipiente de recolhimento da água foi o mesmo para todas as demais análises, bem como, os filtros ficaram alocados em lugar exposto à ação do vento que pode trazer impurezas. Admite-se que para a melhor acurácia dos resultados sugere-se que seja realizado um maior número de análises.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O sistema de tratamento formado por filtros para tratar águas cinza operou de maneira satisfatória e eficiente para a remoção da turbidez, cor e sólidos sedimentáveis. Os parâmetros pH, OD, DBO, temperatura e a condutividade elétrica apresentaram níveis aceitáveis, para descarte em corpos receptores.

Recomenda-se uma vez por semana, a manutenção do Filtro 1 para a remoção de sólidos que causam obstruções dos poros da camada de brita e areia. Recomenda-se a retirada de 3 centímetros da camada de brita para lavagem e a raspagem de 3 à 5 centímetros da camada de areia com reposição de novo material desinfecionado, isso porque, o filtro 1 recebe a água cinza escura bruta (AB). Para os demais filtros, são sugeridas limpezas de uma à duas vezes mensais ou quando aparecer problemas de obstruções e diminuição da vazão. Sugere-se também que o sistema seja alimentado continuamente, para isso deve-se fazer o pré tratamento da água cinza através da instalação de caixa de gordura para a diminuição de gordura e restos de alimentos que levam a problemas de obstrução dos filtros e caixas de inspeção para a sedimentação dos sólidos. Portanto, o intuito desse trabalho, foi apresentar metodologia simples, eficiente e de baixo custo para tratar águas cinza e ainda apresentar os procedimentos relativos à manutenção do sistema.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT-NBR 13969: Tanques sépticos**: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011**. Conselho Nacional do Meio Ambiente: CONAMA, Brasília, DF, maio de 2011.

COSTANZI, R. N.; DANIEL, L. A. Tratamento dos efluentes de Fábrica de papel. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 7, n. 3, 2002.

NASCIMENTO, N. O.; HELLER, L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 1, 2005.

SAIANI, C. C. S. Déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil. Prêmio IPEA-CAIXA 2006, Brasília, 2006.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.; ABE, D. S.; ROCHA, O.; STARLING, F. Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. In: **Águas doces no Brasil**. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 203-237.