

I-059 – AVALIAÇÃO DA FILTRAÇÃO EM MÚLTIPLAS ETAPAS EM ÁGUAS COM BAIXA TURBIDEZ E ESTIMATIVA DA BIOMASSA ALGAL – CASO REPRESA SAMAMBAIA

Luciana de Souza Melo Machado⁽¹⁾

Técnica em Saneamento pela Escola Técnica Federal (ETFGO). Bióloga pela Universidade Católica de Goiás (UCG). Especialista em Saúde Pública pela UNAERP. Especialista em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Goiás. Mestre em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás. Trabalha na Estação de Tratamento de Água Jaime Câmara do Saneamento de Goiás (SANEAGO).

Paulo Sérgio Scalize⁽²⁾

Engenheiro Civil. Biomédico. Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos no Estado de São Paulo. Professor Efetivo da Universidade Federal de Goiás (UFG). Endereço: Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil.

Endereço⁽¹⁾: Rua 53 nº 280 apt. 1001 Ed. Spazio Firenze Jardim Goiás – Goiânia - GO - CEP: 74810-210 - Brasil - Tel.: (62) 3269.9854 e-mail: lmachado@saneago.com.br

RESUMO

Este trabalho analisou a aplicabilidade da Filtração em Múltiplas Etapas (FiME) em escala piloto, utilizando a água captada da Represa Samambaia que abastece o Campus da Universidade Federal de Goiás e áreas adjacentes. Esse manancial lântico tem por características baixa turbidez e presença de algas. A FiME, piloto utilizada nesta pesquisa, era composta de um Pré-filtro Dinâmico (PFD), dois Pré-filtros Ascendentes (PFA), um Filtro Lento de Areia (FLA) e um Filtro Lento de Areia e Carvão (FLAC). As taxas de aplicação foram de 24 m³/m².dia para PFD; 12 m³/m².dia para o PFA; 6,0 a 9,6 m³/m².dia para FLA e FLAC. O desempenho de cada unidade foi avaliado quanto à remoção de parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e biomassa algal. Apesar, de a água apresentar baixa turbidez, o papel do PFD e PFA foi importante na preparação da água afluente aos filtros lentos, pois possibilitou uma ampliação da carreira de filtração, devido às poucas variações das perdas de cargas observadas. De maneira geral, os filtros lentos apresentaram eficiências significativas para remoção de turbidez, cor verdadeira, coliformes totais, *E.Coli*, e clorofila a. Quando comparada à qualidade da água, produzida pelo sistema FiME e a ETA de ciclo completo, verificou-se que a instalação piloto produziu, em alguns momentos, água tratada similar à ETA, porém sem a utilização de produtos químicos. As taxas de aplicação não influenciaram nas eficiências de remoção dos parâmetros durante o período experimental. A FiME é capaz de produzir, se operada adequadamente, água dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria 2914 (BRASIL, 2011) para consumo humano, desde que a água bruta apresente características apropriadas para o emprego desta tecnologia.

PALAVRAS-CHAVE: Filtração lenta, turbidez, biomassa, ambiente lântico.

1. INTRODUÇÃO

O manancial é o componente principal do sistema de abastecimento de água, uma vez que a qualidade e a quantidade são fatores que definem o planejamento e as tecnologias de tratamento. Dependendo do grau de seu comprometimento, poderá afetar os custos operacionais para a potabilização da água, para atender a população até o final do projeto. Esse planejamento e a operação racional requerem o conhecimento de todos os fatores que influem na qualidade da mesma, incluindo o gerenciamento da bacia hidrográfica, que contribuirá principalmente, para a proteção da fonte de abastecimento (DI BERNARDO et al 2010).

O emprego de tecnologias de tratamento de água, com ou sem coagulação química, dependerão da qualidade da água bruta, bem como de sua origem e características. O uso de tratamento com produtos químicos ainda não é acessível a muitos sistemas de abastecimento, principalmente em pequenas cidades ou comunidades, pois requer mão de obra especializada e obras de infraestrutura. A opção por tecnologias sem coagulação química pode ser uma opção para garantir acessibilidade ao maior número de pessoas que vivem em pequenas comunidades. Dentre as tecnologias, sem coagulação química, destaca-se a filtração lenta em areia, reconhecida por ser uma tecnologia apropriada devido à sua simplicidade de construção, operação e

manutenção. Em contrapartida, existem alguns fatores que podem interferir na qualidade das águas, afetando o desempenho da tecnologia de filtração lenta, entre eles, o regime pluviométrico. Pois em locais que apresentam períodos distintos de seca e chuva, aliado aos usos múltiplos da bacia hidrográfica podem alterar as concentrações físicas, químicas e biológicas nas águas presentes nos mananciais.

Em épocas de chuvas, temos águas com níveis elevados de turbidez, microrganismos e sólidos suspensos que dificultam a operação dos filtros lentos (PROSAB, 1999), ocorrendo à redução das carreiras de filtração e aumentando o número de descargas, limpeza ou até mesmo tornando-os inoperantes. Uma opção utilizada para minimizar esses problemas é a utilização de Filtração em Múltiplas Etapas (FiME), que é uma tecnologia de acondicionamento e pré- tratamento da água, promovendo a retenção de partículas nas unidades de pré-filtração dinâmica (PFD) e pré-filtros de pedregulhos, que podem ser de fluxo ascendente ou horizontal. Tal retenção torna a água afluyente aos filtros lentos com turbidez e cor dentro do recomendado para essa tecnologia, ocorrendo uma melhora considerável no desempenho dos filtros lentos.

A FiME apresenta-se como boa alternativa para ampliar a utilização da filtração lenta quando existem elevadas concentrações de algas, que dificultam a sua operacionalidade, tais como: obstrução das camadas superiores dos filtros lentos, levando ao aumento da frequência de limpeza e redução da produção de água tratada (DI BERNARDO, 1993) além de formação de subprodutos da desinfecção, corrosão no sistema de abastecimento (HAYES e GREENE, 1984).

O Objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência da FiME na remoção de parâmetros físicos: cor verdadeira, turbidez e biológicos: coliformes totais, *E.Coli*, e clorofila “a”.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREAS DE ESTUDO

2.1.1. Represa Samambaia

Represa Samambaia Figura 1 pertencente à sub-bacia do rio Meia Ponte e percorre áreas aplainadas, produto de acumulação fluvial. Possui um vertedouro e dois pontos de captação contínua de água. O reservatório foi construído em 1972, com objetivo maior de irrigação dos experimentos das escolas de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal de Goiás (UFG). Com a ampliação do Campus II da Universidade Federal de Goiás (UFG), o reservatório passou a abastecer todo o campus II e quando necessária parte da Vila Itatiaia (bairro adjacente) e Cervejaria Antártica, na cidade de Goiânia.



Figura 1- Represa Samambaia. Detalhe: Vertedor

Várias atividades antrópicas em torno do reservatório e as maiores notoriedades são: agricultura de pequeno porte, piscicultura e suinocultura (SOUSA, 2009).

O clima da Região Centro-oeste apresenta duas estações bem definidas, seca e chuva com temperaturas médias em 30 a 32°C no verão e em torno de 20°C no inverno.

2.1.3. FiME (Filtração em Múltiplas Etapas)

A operação da instalação piloto FiME teve início em março de 2012 a Julho de 2012.

A instalação piloto FiME, é composta de 01(uma) pré-filtração dinâmica (PFD), 02(duas) unidades de pré-filtração em pedregulho com escoamento ascendente (PFA), 01(uma) unidade de filtração lenta (FLA), 01 (uma) unidade de Filtração Lenta de Areia e Carvão (FLAC), conforme (Figura 02). As taxas de aplicação foram de 24 m³/m²/dia (PFD), 12 m³/m²/dia (PFA) e 6,0 e 9,6 m³/m²/dia para FLA e FLAC.



Figura 02- Detalhe da instalação piloto de Filtração em Múltiplas Etapas.

A Tabela 1 descreve os pontos de coletas durante a operação da instalação piloto FiME.

Tabela 1. Pontos de Coletas de amostras

Pontos	Descrição do local de coleta
1	Chegada de água bruta da represa samambaia
2	Saída do pré-filtro dinâmico (PFD)
3	Saída do filtro ascendente (PFA)
4	Saída do filtro Lento de Areia (FLA)
5	Saída o filtro Lento de Areia + Carvão (FLAC)
6	Saída do reservatório da ETA campus após tratamento ciclo completo

A Figura 3 representa o fluxograma do percurso da água no decorrer da operação da instalação piloto FiME.

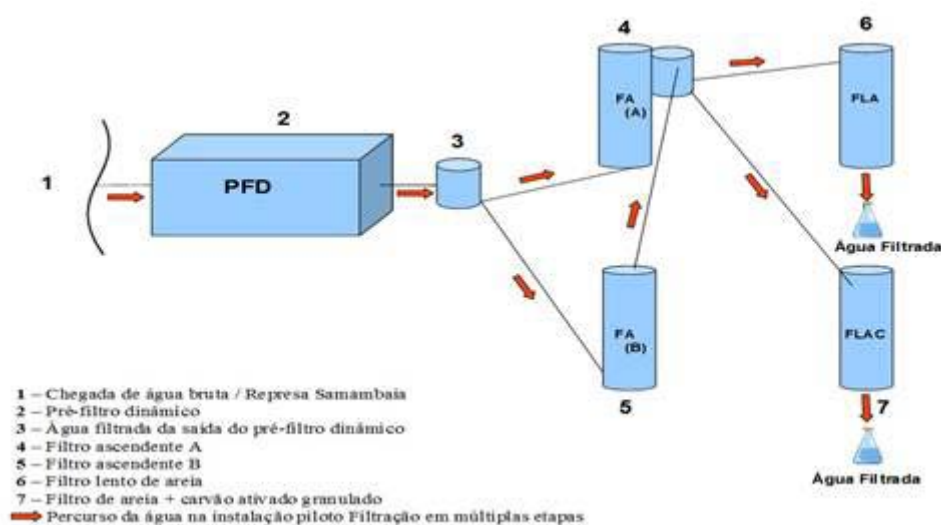


Figura 3- Fluxograma de Operação da instalação piloto de Filtração em Múltiplas Etapas

2.1.4 Estação de tratamento de Água Ciclo Completo ETA Campus

Paralelo ao estudo com a FiME foi avaliado a qualidade da água tratada pela ETA Campus. O tratamento é do tipo ciclo completo (coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação) com regime de funcionamento previsto em 24 horas em dois turnos de revezamento, com vazão de tratamento podendo variar de 17 a 34 L/s. O que estabelece o seu tempo de funcionamento (horas/dia) são os níveis dos reservatórios e a demanda de consumo de água nos prédios do campus universitário.

No período de estudo, a maioria dos dias, o funcionamento da ETA ficou abaixo de 24 horas.

Os produtos químicos utilizados no tratamento são: sulfato de alumínio (coagulante), cal hidratada (alcalinizante), fluossilicato de sódio (fluoretação), cloro gás (desinfecção), os quais são dosados por meio de bombas dosadoras.

2.2. Etapas de pesquisa

Operação da instalação piloto FiME. Essa etapa foi dividida em quatro etapas:

- Primeira etapa, que englobou a realização de experimentos durante 30 dias, para limpeza, adaptação, amadurecimento das unidades filtrantes, controle de registros e ajustes de vazões;
- Segunda etapa que se caracterizou com a chegada da água bruta no PFD com taxa de filtração de $24 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$, seguindo para os PFA com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ e em seguida para os filtros lentos (FLA e FLAC) descendentes com taxa de filtração de $6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$.
- Terceira etapa que se caracterizou com a chegada da água bruta no PFD com taxa de filtração de $24 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ seguindo para os PFA com taxa de filtração de $12 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ e em seguida para os filtros lentos (FLA e FLAC) descendentes com taxa de filtração de $9,6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$.
- Quarta etapa que se caracterizou com a chegada da água bruta no PFD com taxa de filtração de $24 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$ e diretamente para os filtros lentos (FLA e FLAC) com taxa de filtração de $6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$. Retirados de operação os PFAs.
- Paralelamente foi avaliada a qualidade da água tratada na ETA Campus, com pontos de coletas na chegada de água bruta e na saída do tratamento.

A Tabela 2 representa a temporalidade de realização do experimento durante a operação da instalação piloto.

Tabela 2 - Síntese do tempo de operação do sistema com suas respectivas taxas de aplicação.

Fases	Intervalo de operação do sistema		Período de operação		Taxa de Aplicação (m ³ /m ² .dia)			
	Data inicial	Data final	Horas	Dias	PFD	PFA	FLA	FLAC
1ª	16/03/2012	16/04/2012	468	31	**	**	**	**
2ª	17/04/2012	17/05/2012	460	30	24,0	12,0	6,0	6,0
3ª	18/05/2012	21/06/2012	550	34	24,0	12,0	9,6	9,6
4ª	22/06/2012	10/07/2012	271	18	24,0	*	6,0	6,0
	Total		1749	113				

** taxas de aplicação variadas e sem controle devido ao período de adequação das instalações.

* Nesse período não foi utilizado o PFA, passando do PFD para os FL.

2.3. Análises Laboratoriais

As análises foram realizadas de acordo com o APHA, 2005 para os parâmetros físicos e biológicos, sendo empregada a técnica de substrato definido para Coliformes Totais e *E.Coli*. Para as análises de clorofila a, as amostras foram coletadas em frascos coletores de cor âmbar. Logo após a coleta, foram adicionados 2 mL de cloreto de magnésio como conservante.

No laboratório de Hidrobiologia, as amostras de clorofila a foram filtradas em membranas de microfibras de vidro de 47 mm de diâmetro (Milipore AP 20 de 0,8 a 8,0 µm de porosidade) por meio de bomba de vácuo Fisatom (modelo 820) acoplado ao kit de filtração completo. As concentrações de clorofila a foram estimadas por espectrofotometria, segundo metodologia descrita em APHA (2005).

RESULTADOS

A água da Represa Samambaia captada é considerada de baixa turbidez, de acordo com (OPS, 2005), durante todo o período de estudo, o que colaborou para uma remoção da mesma nas unidades da FiME. A Figura 4 representa a remoção de Turbidez nos Filtros Lentos (FLA e FLAC) e na ETA de Ciclo Completo. Para FLA os valores médios para remoção de turbidez ficaram em torno 84% e para FLAC em torno de 87%. Para a saída da ETA, os valores de remoção para este parâmetro, ficaram acima de 90%, quando em tratamento com coagulação química em ciclo Completo.

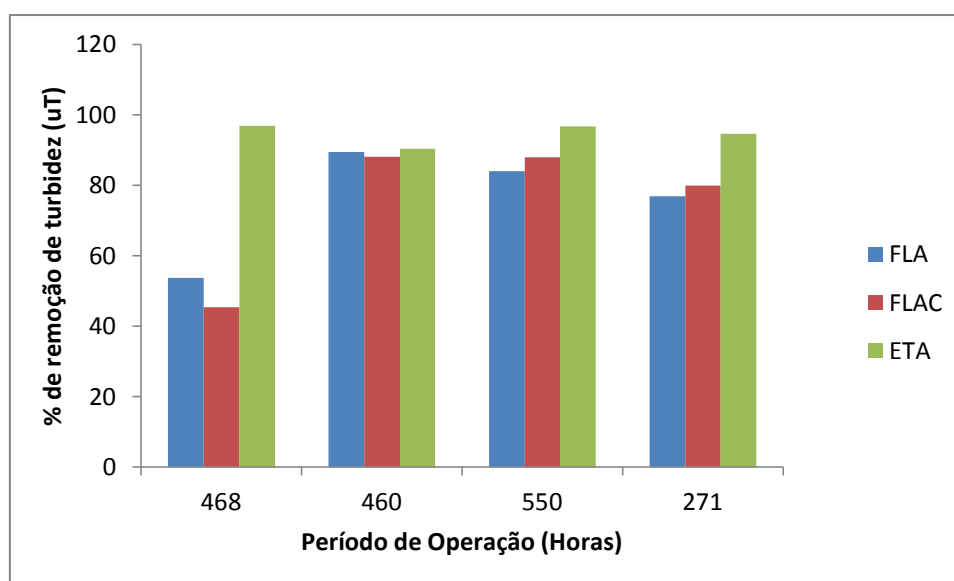


Figura 4- Eficiência de Remoção (%) de Turbidez (uT) nos FLA e FLAC e na ETA

A Figura 5 representa a remoção de Cor Verdadeira nos Filtros Lentos (FLA e FLAC) e na saída da ETA. A eficiência de remoção (%) para Cor nos FLA e FLAC ficou em torno de 57% e na saída da ETA, acima de 85%.

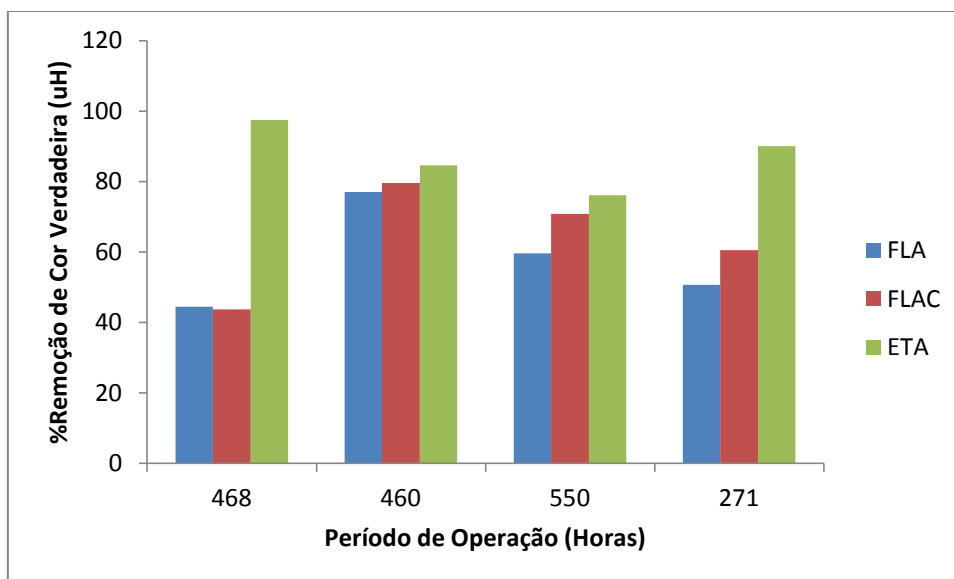


Figura 5- Eficiência de Remoção (%) de Cor Verdadeira nos FLA e FLAC e na ETA.

Os coliformes são indicadores de poluição e a sua presença em quantidade e qualidade no meio aquático sugere uma água não segura microbiologicamente, podendo ser esta, um veículo de doenças hídricas.

As Figuras 6 e 7 representam os Coliformes Totais e *E.Coli*, pelos resultados obtidos o sistema FiME é eficiente na remoção destes microrganismos. Apresentando eficiência de remoção para coliformes Totais acima de 70% para FLA e FLAC e para *E.Coli* remoções acima de 90% para ambos os filtros lentos.

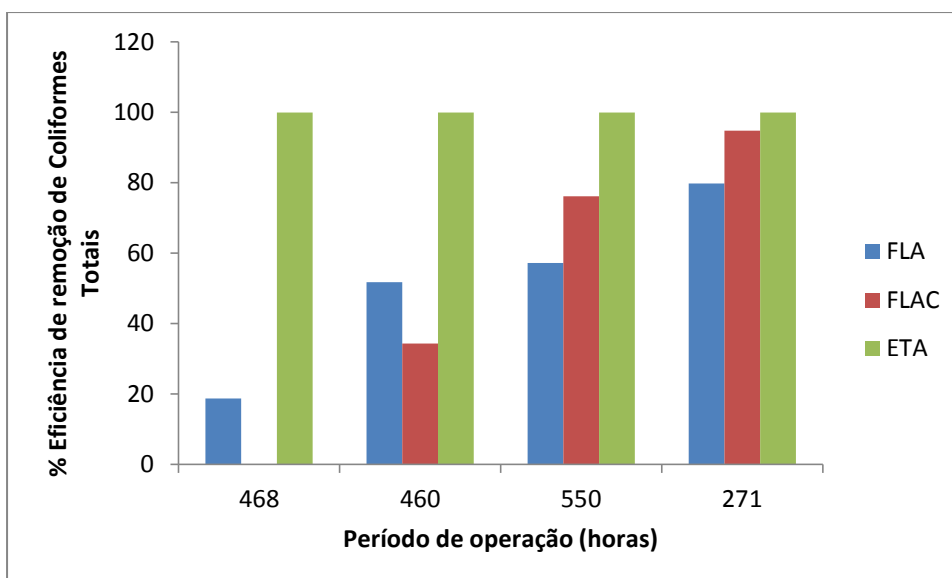


Figura 1-Eficiência de Remoção (%) de Coliformes Totais nas suas respectivamente Horas de Operação.

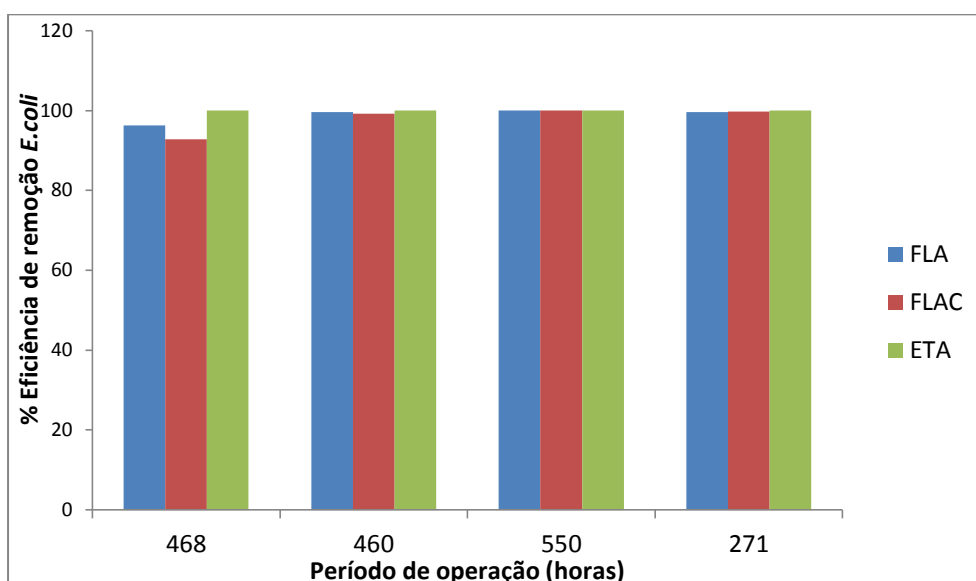


Figura 7-Eficiência de Remoção (%) de *E.Coli* nas suas respectivas Horas de Operação

A Clorofila é um importante parâmetro para estimar a biomassa algal, o incremento ou a redução deste pigmento dependerá das características do meio aquático, bem como os tipos de comunidades que o habitam. Estudos, como o de (Sá et al, 2003) em colunas de CAG, em tratamento de águas no Lago Paranoá, em Brasília, na remoção de microcistinas, toxinas liberadas pelas cianobactérias, ao mesmo tempo monitorando carreiras de filtração, turbidez, clorofila a, coliformes totais e *E. Coli*. Parte destes resultados encontrados evidenciou que o aumento da clorofila “a” foi pela adição da *Microcystis aeruginosa* adicionadas à água bruta. Assim foi possível avaliar a remoção de números de células por meio da medida da clorofila “a”.

A Figura 8 mostra a eficiência de remoção da Clorofila “a”, nos FLA e FLAC durante o período de operação (horas) na FiME. A eficiência de remoção de Clorofila a nos respectivos filtros, ficou na faixa de 20 a 100%.

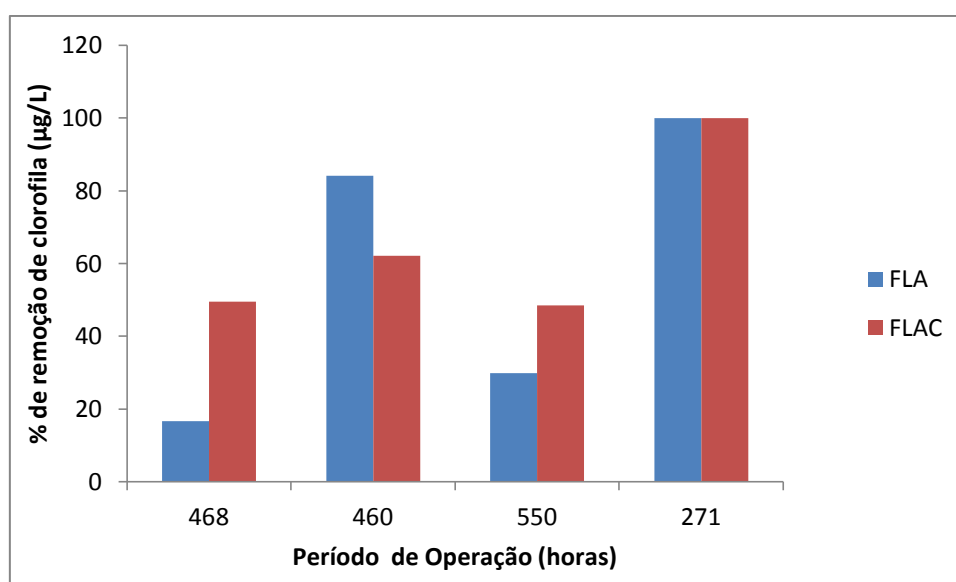


Figura 8- Eficiência de Remoção de Clorofila “a” na FiME, durante o período de Operação em Horas.

CONCLUSÕES

O presente trabalho permitiu obter as seguintes conclusões:

- a) O uso da pré-filtros na operação da FiME, apresentou uma eficiência de remoção de turbidez, cor verdadeira, acima de 67% aproximando-se a 80% o que melhora a qualidade da água efluente aos filtros lentos;
- b) Os filtros lentos (FLA e FLAC) a eficiência de remoção para os parâmetros, Turbidez, Cor Verdadeira foram satisfatórios, atingindo valores acima de 85%, Os filtros lentos não apresentaram entre si diferenças na remoção destes parâmetros, independentes das características da água afluente.
- c) Para o grupo de coliformes totais, *E.Coli* a eficiência de remoção ficaram na faixa de 95 a 100% respectivamente o que viabiliza o emprego esta tecnologia, permanecendo somente como etapa complementar a desinfecção;
- d) A Clorofila a apresentou índice de remoção de até 100% no FLA e FLAC, sugerindo que os filtros lentos, seja uma boa opção para tratamento de água com presença de algas, desde que se conheça a comunidade e a biomassa fitoplanctônica;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 2005.
2. BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, 2011 **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília/2011.
3. DI BERNARDO, L. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**. Volume 1 ABE Rio de Janeiro, Brasil, 1993.
4. DI BERNARDO, L; MINILLO, A; DANTAS, A.D.B. **Florações de Algas e de Cianobactérias: Suas Influências na Qualidade da Água e nas Tecnologias de Tratamento**. Primeira Edição, Editora LDIBE, São Carlos, SP, 2010.
5. HAYES, C.R.; GREENE, L.A **The evaluation of eutrophication impact in public water supply reservoirs** in East Anglia, Wat. Pollut. Control, 1984.
6. OPS/CEPIS. **Guia para diseño de sistemas de tratamiento de filtración em múltiples etapas**. Lima, Peru, 2005.
7. PROSAB – **Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Tratamento de água de abastecimento por filtração em múltiplas etapas**. – Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1999.
8. **SÁ. J.C.; OLIVEIRA, A.C.P.; AZEVEDO, S.M.F. O; BRANDÃO, C.C.S.** Remoção de *Microcystis aeruginosa* e microscistina com a utilização de filtro lento sanduíche- **In 22 Congresso Brasileiro de Engenharia Ambiental, Joinville Santa Catarina, 2003.**
9. SOUZA, A.R. **Determinação da Produtividade Primária pelo fitoplâncton em zona eufótica na represa samambaia, Goiânia-Go**. Dissertação de Mestrado da Escola de Engenharia Civil (PPGEMA) da Universidade Federal de Goiás, 2009.