/// artigos técnicos

REMOÇÃO DE ALGAS UTILIZANDO A FILTRAÇÃO EM MÚLTIPLAS ETAPAS
REMOVAL OF ALGAE USING MULTIPLE STEPS FILTRATIONMichel Viana da Silva¹Renato Alex Boian Konno²Edson Pereira Tangerino³

¹Graduando do quarto ano do Curso de Ciências Biológicas da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira..

²Graduando do quarto ano do Curso de Ciências Biológicas da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

³Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de Lins (EEL), SP Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - UFRGS, RS – Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento EESC/USP – Professor do Departamento de Engenharia Civil - (FEIS) – UNESP.

Endereço: Laboratório de Hidráulica e Saneamento, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP - Alameda Bahia 550 – Centro - Ilha Solteira – SP – 15.385-000 – Brasil – Tel.: +55(18)3743-3560 – Fax: +55(18)3743-1160. e-mail: michelunesp@yahoo.com.br

RESUMO

A principal fonte da eutrofização dos ecossistemas aquáticos tem sido identificada como as descargas de esgotos domésticos e industriais. Uma das tecnologias de tratamento de água de abastecimento é a Filtração em Múltiplas Etapas (FIME) constituída, em seqüência, pela pré-filtração dinâmica, pré-filtração grosseira e filtração lenta. O objetivo da pesquisa foi avaliar a remoção de algas e cianobactérias de lagos e represas eutrofizadas utilizando a FIME com colunas verticais de filtração lenta.

A pesquisa foi realizada na instalação piloto da FIME localizada às margens da Lagoa de onde a água é capada. Para avaliar a eficiência da remoção, utilizou-se a contagem e identificação de algas com o uso do microscópio óptico trinocular. Foi observado que a filtração em múltiplas etapas foi muito eficiente na remoção de algas e cianobactérias, e que o pré-tratamento apresentou resultados satisfatórios. Conclui-se que a FIME constitui uma tecnologia em potencial, contribuindo para melhor desempenho dos filtros lentos.

ABSTRACT

The main source of eutrophication of aquatic ecosystems has been identified as the discharge of domestic sewage and industrial. One of technologies for treatment of water supply is the filtration in Multiple Stages (FIME) consists, in sequence, the pre-filtration dynamics, pre-filtration and filtration grossly slow. The purpose of the study was to evaluate the removal of algae and cyanobacteria in eutrophic lakes and reservoirs using the FIME with vertical columns of slow filtration.

The study was conducted in the facility's pilot FIME located on the banks of the lagoon where the water is capada. To evaluate the efficiency of removal was used in the counting and identification of algae using the optical

microscope trinocular. It was observed that the filtration in multiple steps has been very efficient in the removal of algae and cyanobacteria, and that the pre-treatment showed satisfactory results. We conclude that FIME is a potential in technology, contributing to improved performance of the filters slow.

Palavras-chave: eutrofização; filtração em múltiplas etapas; remoção de algas.

Key words: eutrophication; multiple steps filtration; removal of algae.

1. INTRODUÇÃO

Azevedo (1998), afirma que a crescente eutrofização dos ambientes aquáticos tem sido produzida por atividades humanas, causando um enriquecimento artificial desses ecossistemas. A principal fonte desse enriquecimento tem sido identificada como as descargas de esgotos domésticos e industriais dos centros urbanos e das regiões agriculturáveis. Esta eutrofização artificial produz mudanças nas qualidades da água incluindo: a redução de oxigênio dissolvido, perda das qualidades cênicas, aumento do custo de tratamento, morte extensiva de peixes e aumento das incidências de florações de microalgas e cianobactérias.

A proliferação de microalgas, em especial as cianobactérias, é um dos efeitos notórios da eutrofização dos ambientes aquáticos. A presença de florações de cianobactérias pode desencadear uma série de efeitos indesejáveis na qualidade da água sobre o ponto de vista a saúde humana e ambiental. A tomada de consciência sobre a extensão e as conseqüências da eutrofização é imprescindível, bem como a adoção de medidas que visem o reverter destas situações (CODD, 2000).

A ocorrência de florações de cianobactérias nos corpos d'água usados para abastecimento urbano pode apresentar um sério risco à população humana, em razão da capacidade destes organismos produzirem potentes toxinas, o que pode representar um risco a saúde da população a médio e longo prazo caso houver sua exposição a estes compostos (CHORUS e BARTRAM, 1999).

De acordo com Arantes *et al.* (2004), a ocorrência de florações de cianobactérias tóxicas em mananciais de abastecimento público torna necessário o desenvolvimento de tecnologias de tratamento de água que contemplem tanto a remoção das células viáveis destes organismos quanto das toxinas dissolvidas. Além disso, é importante que o processo de remoção de células não possibilite a lise destas, o que leva à liberação das toxinas intracelulares para o meio líquido.

As etapas de tratamento da FIME são constituídas, em seqüência, pela pré-filtração dinâmica, pré-filtração grosseira e filtração lenta. Na primeira etapa do tratamento, há principalmente a remoção de sólidos grosseiros, porém, organismos e material fino também são parcialmente removidos.

AS ETAPAS COM COLUNAS VERTICAIS DE FILTRAÇÃO LENTA ON WITH VERTICALS COLUMNS OF SLOW FILTRATION

A pré-filtração dinâmica é geralmente usada para essa finalidade, tendo-se um meio granular apropriado, sob o qual situa-se um sistema de drenagem, geralmente constituído por tubos perfurados. Nessa unidade uma parcela da vazão afluyente escoa superficialmente e outra infiltra, sendo coletada e encaminhada para unidades subseqüentes. Cada etapa deve condicionar seu efluente de forma adequada para ser submetido ao tratamento posterior, sem sobrecarregá-lo. (Di Bernardo *et al.*, 1998).

De acordo com Cleasby (1991), Di Bernardo (1993), Clarke *et al.* (1996), Galvis *et al.* (1996), Vargas *et al.* (1996), citados por BRANDÃO *et al.* (1998), a FIME vem sendo estudada em diversos países, com destaque, na América Latina, para a Colômbia e Brasil. Essas unidades de pré-tratamento, usados de forma individual ou combinada, têm se mostrado capaz de estender a aplicação da filtração lenta a águas com valores de turbidez de cerca de 100 NTU e de coliformes fecais da ordem de 10⁶ UFC/100 mL, além de serem capazes de absorver picos de até 500 NTU.

Entretanto, poucos são os estudos reportados na literatura que avaliam o uso das unidades de pré-filtração no tratamento de águas de reservatórios e lagos sujeitos a florescimento de algas (e.g.: Di Bernardo e Rocha, 1990, Saidam e Butler, 1996).

Estudos realizados por Brandão *et al.* (1998), no lago do Paranóia, Brasília, onde há uma elevada concentração de algas, tem mostrado que além de remover turbidez, os pré-filtros de pedregulhos apresentam grande capacidade de remoção de algas.

OBJETIVO

O principal objetivo foi avaliar a remoção de algas e cianobactérias de lagos e represas eutrofizadas utilizando a filtração em múltiplas etapas com colunas verticais de filtração lenta.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa está sendo desenvolvida na instalação piloto da FIME localizada às margens da Lagoa de onde a água é captada (figura I). A instalação é composta de um pré-filtro dinâmico (PFD), em série com um pré-filtro vertical de fluxo ascendente (PFVA), sendo ambos dotados de camadas sobrepostas de pedregulho, seguidos de dois filtros lentos (FL) e quatro colunas verticais de filtração lenta (CF), cada efluente dos filtros lentos passa por um sistema de polimento final em colunas de carvão ativado granular (CAG). A água é bombeada da lagoa para o pré-tratamento, onde primeiramente entra no PFD, passa em seguida no PFVA e o efluente do PFVA alimenta os filtros lentos (FL), o que pode ser observado mais detalhadamente através do

fluxograma da instalação piloto (figura II).

As colunas verticais de filtração foram construídas com dois tubos de PVC concêntricos com diâmetros externo e interno de 150 e 32 mm respectivamente. O tubo interno era perfurado e o externo possuía aberturas para passagem da água, ambos envoltos por manta não tecida. Duas colunas possuíam 0,50 m de altura e as outras 0,60 m. Os reservatórios utilizados para a instalação das colunas possuíam 100 e 200L. As colunas foram preenchidas com areia de granulometria adequada para filtração lenta, tendo como características: diâmetro de 0,08 mm a 1,00mm; diâmetro efetivo de 0,28 mm e coeficiente de desuniformidade de 2,0 a 3,0.

Figura I: Vista geral da ETA

Figura II: Fluxograma da instalação piloto

Sendo:

B - Bomba diafragma;

TN - Tanque de nível constante (água bruta);

PFD - Pré-filtro dinâmico;

PFVA - Pré-filtro vertical ascendente de pedregulho;

CD - Caixa de distribuição;

FL - Filtro lento (duas unidades);

CF - Coluna vertical de filtração lenta (quatro unidades);

CN - Caixa de nível constante (quatro unidades);

CAG - Coluna de carvão ativado granular (três unidades);

FDC - Filtro dinâmico complementar.

REMOÇÃO DE ALGAS UTILIZANDO A FILTRAÇÃO EM MÚLTIPLAS ETAPAS REMOVAL OF ALGAE USING MULTIPLE STEPS FILTRATION

Na tabela 1 estão apresentados os valores da área efetiva, taxa de filtração nas unidades da instalação.

A lagoa de onde a água foi captada estava em eutrofização, apresentando uma grande comunidade de algas e cianobactérias. A presença mais preocupante foi das cianobactérias, uma vez que elas podem liberar toxinas na água. As células das algas e cianobactérias foram identificadas e contadas, na da água bruta efluente antes de passar por qualquer etapa do tratamento, com o uso da câmara de Sedgewick Rafter Counting Cell e microscópio óptico trinocular. As amostras foram fixadas com solução de lugol para posterior identificação e contagem microscópica.

UNIDADE DA INSTALAÇÃO	ÁREA EFETIVA (m ²)	TAXA DE APLICAÇÃO (m ³ /m ² /d)
FL1 e FL2	0,50	3,00
CF2	0,22	3,00
CF4	0,18	1,50
CF3	0,18	0,75
CF1	0,22	0,38
CAG	0,018	12,0
FDC	0,75	5,65
PFD	0,75	12,0
PFVA	0,5	11,0

TABELA 1: Área efetiva de filtração, taxa de filtração e vazão de controle das unidades.

O trabalho foi dividido em duas etapas experimentais:

Etapa Experimental 1: Utilização de dois filtros lentos e de quatro colunas verticais de filtração abastecidos com água bruta proveniente da represa;

Etapa Experimental 2: Utilização de dois filtros lentos e de quatro colunas verticais de filtração abastecidos com água pré-tratada em série pelo pré-filtro dinâmico e pelo pré-filtro vertical ascendente.

Nas duas etapas do ensaio foram realizadas 120 coletas diárias de amostras nos vários pontos da instalação. Com base nos dados das contagens de células de algas e cianobactérias foi avaliado o potencial de remoção desses microrganismos em cada etapa da FIME.

RESULTADOS

Com os resultados da contagem e identificação de algas e cianobactérias fez-se uma relação da porcentagem de eficiência de remoção de cada etapa em relação à água bruta (AB). Através dos resultados obtidos pode-se concluir que a FIME foi eficiente na remoção de algas e cianobactérias, e que os melhores resultados do potencial de remoção foram apresentados em ordem crescente nos seguintes

grupos a seguir, primeiramente as algas verdes, seguidas pelas diatomáceas, cianobactérias e os fitoflagelados (figuras III, IV, V, VI). Deve-se salientar que nesse ensaio não foram analisadas as remoções de cianotoxinas intra e extracelulares.

Figura III: Porcentagem de remoção de Algas Verdes

Figura IV: Porcentagem de remoção de Cianobactérias

Figura V: Porcentagem de remoção de Fitoflagelados

Figura VI: Porcentagem de remoção de Diatomáceas

CONCLUSÕES

Com esses resultados pode-se observar que o pré-tratamento apresentou resultados de 60% em relação à remoção de algas e cianobactérias, e conclui-se que a Filtração em Múltiplas Etapas constitui uma tecnologia em potencial para o tratamento de água destinada ao consumo humano, pois trata-se de um processo de múltiplas barreiras às impurezas presentes na água bruta. Trabalhos que visem tanto à remoção de cianobactérias e de toxinas intra e extracelulares são requeridos para confirmarem a eficiência dessa tecnologia.

Outra conclusão é que o pré-filtro dinâmico (PFD), e o pré-filtro vertical de fluxo ascendente (PFVA) são muito importantes para a filtração lenta, condicionando as características da água dentro dos limites recomendados para garantia da eficiência dos filtros lentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da FINEP, CNPq, através do financiamento do PROSAB - Programa de Pesquisa em Saneamento Básico que vem permitindo o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES, C. *et al.* Avaliação da Remoção de Células de *Microcystis aeruginosa* e *Cylindrospermopsis raciborskii* pela Filtração Lenta. In: XXIX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2004. Anais do XXIX Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2004. v. único.

AZEVEDO, M. F. O. Toxinas de Cianobactérias: Causas e conseqüências para a Saúde Pública. Medicina On line – Revista Virtual de Medicina. Volume 1 - número 3 – Ano I (Jul/Ago/Set de 1998).

BRANDÃO, C. C. S. *et al.* O Uso da Filtração em Múltiplas Etapas no Tratamento de Águas com Elevado Teor de Algas. In: XXVI Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1998, Lima, Peru. Anais do XXVI Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. v. CD. p. 1-15.

CODD, G. A. 2000. Cyanobacterial Toxins, the perception of water quality, and the prioritization of eutrophication control. *Ecolog. Engineer.* 16: 51-60.

CHORUS, I. & BARTRAM, J. 1999. Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to their Public Health Consequences, Monitoring and Management. In: CHORUS, I. & Bartram, J.

(Eds), E & FN Spon, Inc. New York, 416p.

DI BERNARDO, L. *et al.* Filtração em múltiplas etapas aplicada ao tratamento de águas superficiais. In: XXVI Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1998. v. único.