

## **II-573 - REMOÇÃO E CORRELAÇÃO DE MICROALGAS E SÓLIDOS EM SUSPENSOS DE EFLUENTES DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO UTILIZANDO BIOFILTRO**

**Jonatan Onis Pessoa<sup>(1)</sup>**

Graduado em Engenharia Ambiental (UFAM), Mestre em Engenharia Civil e Ambiental (UEFS/BA)

**Moisés Andrade de Farias Queiroz<sup>(2)</sup>**

Graduado em Engenharia Sanitária e Ambiental (UEPB), Graduado em Engenharia Civil (UNP) e Mestre em Engenharia Sanitária (UFRN), Sócio proprietário da Melo & Andrade Engenharia e Consultoria Ambiental

**Alex Pinheiro Feitosa<sup>(3)</sup>**

Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental (UFERSA), Mestrado em Engenharia Sanitária (UFRN) e Doutorado em Manejo de Solo e Água (UFERSA), Professor da UFERSA *Campus* Pau dos Ferros.

**Eduardo Cristiano Vieira Gurgel<sup>(4)</sup>**

Graduado Engenharia Sanitária e Ambiental (UNP), Especialista em meio ambiente e gestão de recursos hídricos (UNP) e Mestrando em Ciências Ambientais (IFRN)

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Estrada AM-010, Itacoatiara - AM, 69109-899 e-mail: jonatan.pessoa@ifam.edu.br

### **RESUMO**

A presente pesquisa propôs avaliar a remoção de microalgas de um sistema de lagoas de estabilização utilizando biofiltros como pós-tratamento, além de tentar correlacionar os Sólidos Suspensos Totais com a clorofila “a”. Para tanto, utilizou-se dois biofiltros, o filtro 1 alimentado com efluente da lagoa facultativa e o filtro 2 alimentado com efluente da lagoa de maturação. O material de enchimento de ambos os filtros foi predominantemente brita nº 2, apesar de conter porções de brita nº 1 e 3. As concentrações médias finais de SST nos filtros 1 e 2 foram de 128 e 109 mg/L e as eficiências de remoção de 37 e 20%, respectivamente. Quanto à remoção de clorofila “a”, a eficiência do Filtro 1 foi de 44% e no Filtro 2 foi de 33%. A correlação mais significativa e representativa entre todos os parâmetros foi entre SST x Clorofila “a”, pôde-se observar que a correlação entre Clorofila “a” e o SST foram maiores e mais significativas nos efluentes dos filtros do que nos afluentes. Foram obtidos resultados satisfatórios em relação à remoção de SST e de clorofila “a” em ambos os filtros, em nível de pós-tratamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lagoa de estabilização, remoção de microalgas, biofiltros, correlação clorofila “a” x sólidos suspensos totais.

### **INTRODUÇÃO**

No Brasil, um país tropical, por serem processos biológicos naturais de tratamento de esgotos, as lagoas de estabilização se beneficiam de fatores bióticos e abióticos, como: as altas radiações solares, temperaturas elevadas, forte ação dos ventos e a luminosidade durante todo o ano, especialmente na região do Nordeste, estas condições favorecem a utilização dos sistemas de lagoas de estabilização. Somando as condições favoráveis com a disponibilidade de nutrientes advindos dos próprios esgotos, as lagoas de estabilização, tornam-se um ambiente ideal para o desenvolvimento e proliferação das microalgas, microrganismos fundamentais para o processo de tratamento neste tipo de sistema.

As lagoas de estabilização constituem uma das tecnologias mais simples e barata empregada no tratamento de esgotos, embora seus efluentes apresentem elevadas concentrações de sólidos suspensos na forma de microalgas, que fazem com que esse tipo de tratamento não se adeque aos padrões restritivos de lançamento. A presença significativa de algas nos efluentes de lagoas de estabilização torna-se um inconveniente nos corpos receptores e, até mesmo, inviabiliza diversos usos que se pretende dar à água a jusante do lançamento. As microalgas podem alterar o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos, criando um biofilme superficial de cor verde, alterando a transparência da água e conduzindo a desoxigenação de lagos e rios. Caso o efluente seja usado para irrigação, concentrações excessivas de SS e algas podem afetar a porosidade do solo.

Buscou-se um sistema de pós-tratamento com características similares às lagoas de estabilização, quanto à simplicidade operacional e ao baixo custo. O sistema de pós-tratamento usado foram biofiltros submersos, utilizando como material de enchimento brita. Nos biofiltros acontecem os processos de sedimentação, assimilação biológica e retenção física devido ao efeito de filtração e a biodegradação.

O objetivo da pesquisa foi avaliar a eficiência da remoção de microalgas e de sólidos em suspensão e sua correlação em efluentes de lagoas de estabilização, utilizando como pós-tratamento biofiltros submersos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Estação de Tratamento de Esgoto de Ponta Negra, localizada no município de Natal, do tipo lagoa de estabilização, constituída por três lagoas, sendo uma lagoa facultativa primária (LFP) e duas de maturação (LM1 e LM2). O sistema piloto de pós-tratamento estava instalado nas dependências da ETE Ponta Negra. A pesquisa utilizou dois biofiltros submersos em escala piloto (Figura 2), que foram alimentados com efluentes do sistema de lagoas de estabilização, um alimentado pelo efluente da lagoa facultativa, o outro alimentado com efluente da segunda lagoa de maturação.

Os filtros foram construídos em alvenaria de tijolos, ambos apresentando as seguintes características físicas e hidráulicas: 4,10 m de comprimento; 1,00 m de largura; cada filtro possui 1,70 m de altura de brita, entretanto, a altura da lâmina d'água dos filtros era de 1,75 metros, trabalhavam afogados, com uma borda livre de 0,05 m (5 cm), tendo uma altura total 1,80 m. Os filtros tinham o fluxo descendente e horizontal, com vazão em cada filtro regulada para um tempo de detenção hidráulico de 6 h cada (vazão unitária de 14,4 m<sup>3</sup>/dia).

Ressalta-se que as condições operacionais dos filtros eram péssimas, para realização desta pesquisa, passaram por manutenção na parte superior, não tendo conhecimento da sua estrutura na sua profundidade, já que os mesmos eram enterrados. Os filtros foram instalados há quase 10 anos, o material de enchimento nunca foi retirado desde a época da construção, nunca foi limpo, podendo estar colmatado parte do seu material de enchimento. Os biofiltros da pesquisa são apresentados nas figuras 1 e 2:



**Figura 1: Biofiltros Submersos na época da construção**



**Figura 2: Biofiltros Submersos em situação operacional no período da pesquisa**

Os filtros foram cobertos com tijolos para diminuir a influência da luminosidade e radiação sobre a lâmina d'água. Foi realizado um teste de distribuição granulometria utilizando a metodologia da ABNT NBR 7211/2009, para caracterizar a brita pré-existente no sistema de filtros. Conclui-se que a brita utilizada na pesquisa era predominantemente nº 2, apesar de conter porções de brita nº 1 e 3.

Foram realizadas coletas em quatro pontos de amostragem (entradas e saídas dos filtros) e posteriormente encaminhadas aos laboratórios para as análises de sólidos suspensos totais, seguindo metodologias padronizadas pelo "Standard Methods" (APHA *et al.*, 2005); quanto ao parâmetro da clorofila "a", a metodologia utilizada foi a determinada por Jones (1979), extração por metanol. As análises foram realizadas no Laboratório de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – LARHISA da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

Foram realizados dois perfis (20/11/2012 e 18/01/2013), entre as 6 e às 18h. Com a finalidade de observar a variação da clorofila “a” durante o dia, se as amostras pontuais representavam fielmente a qualidade do efluente no horário da coleta da pesquisa. As coletas ocorreram a cada 2h, também foi realizada uma coleta às 7h para representar a coleta normalmente realizada durante o período da pesquisa, totalizando 7 coletas para cada perfil.

Para facilitar a coleta e análise de dados, os pontos de coleta foram identificados da seguinte forma: FLF-E a entrada do filtro com efluente da Lagoa Facultativa, FLF-S saída do filtro com o efluente da Lagoa Facultativa, FLM-E a entrada do filtro com efluente da Lagoa de Maturação e FLM-S a saída do filtro com o efluente da Lagoa de Maturação.

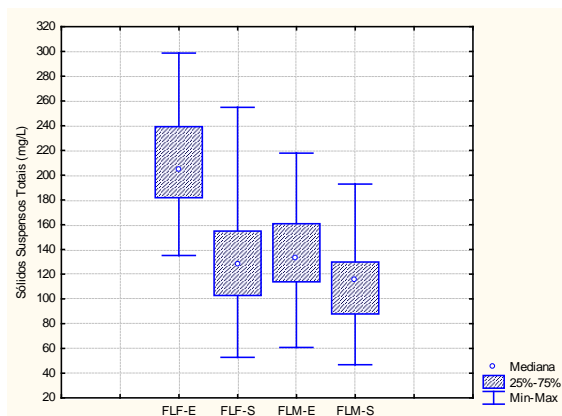
A análise estatística verificou se a remoção foi significativa entre as entradas e as saídas dos filtros, esta análise foi realizada através do Teste t, ao nível de 5% de significância. Foi aplicada a correlação de Pearson (r) para conferir a relação Clorofila “a” x SST.

## RESULTADOS

Em termos de discussão de resultados, o Filtro – FLF corresponde ao filtro alimentado pelo efluente da Lagoa facultativa e o Filtro – FLM faz referência ao filtro alimentado pelo efluente da Lagoa de Maturação.

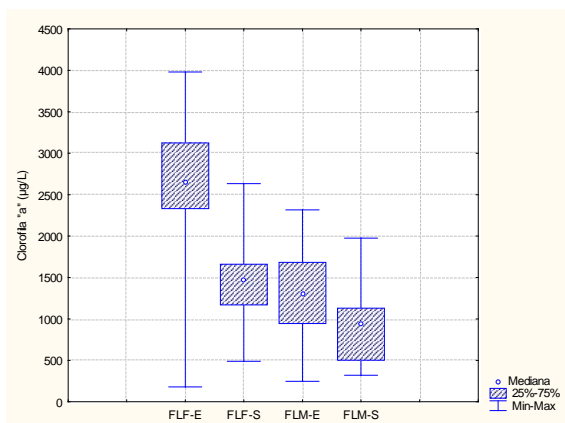
As concentrações de SST nos efluentes dos filtros foram 128 e 109 mg/L no FLF e FLM, respectivamente. Estas concentrações de SST nos efluentes dos filtros foram maiores do que as apresentadas nos estudos Oliveira e Gonçalves (1999) e Luduvic *et al.* (2001), que obtiveram 37 e 12,5 mg/L, respectivamente. Vale salientar, no entanto, que esses autores trabalharam sob condições operacionais diferentes, como por exemplo: TDH maior e o controle da concentração afluente de sólidos suspensos menores do que a utilizada nesta pesquisa.

Com relação ao desempenho dos filtros, houve remoção de 37% no FLF e de 20% no FLM. Estas eficiências foram menores que as observadas por Neder, Queiroz e Souza (2001) obtiveram 95% e Araújo *et al.* (2005) alcançaram 44%. Já Gomes (2010), em seu experimento com o filtro de pedras obteve remoção de 48% de sólidos suspensos e uma concentração final de 188mg/L, e no outro piloto de lagoa-filtro obteve 13% de remoção de sólidos suspensos e uma concentração final de 131mg/L na saída. A Figura 3 ilustra as variações das concentrações de sólidos suspensos totais.

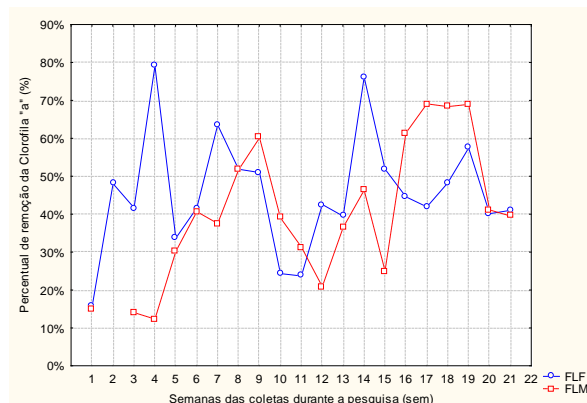


**Figura 3: Comportamento dos Sólidos Suspensos Totais nos Filtros**

Quanto à clorofila “a”, as concentrações de clorofila “a” nas saídas dos filtros foram de 1474 µg/L (Facultativa) e 880 µg/L (Maturação), com eficiências de remoção de 44% e 40%, para o FLF e o FLM, respectivamente. A Figura 4 ilustra a variação das concentrações da clorofila “a”, enquanto a figura 5 apresenta as eficiências pontuais da clorofila “a”, ao longo do período da pesquisa, que no FLF variaram de 16% a 79%, no FLM variaram de 12% a 69%.



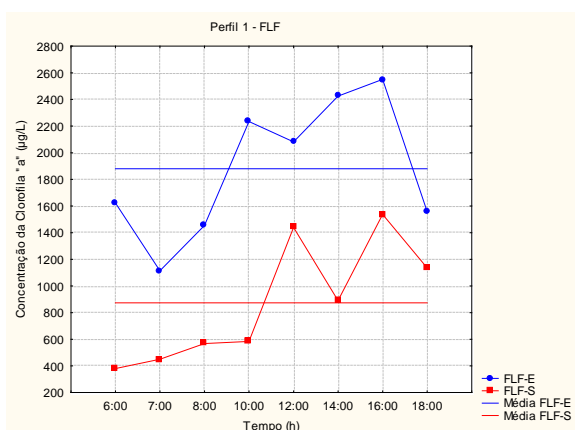
**Figura 4: Comportamento da Clorofila "a" nos Filtros**



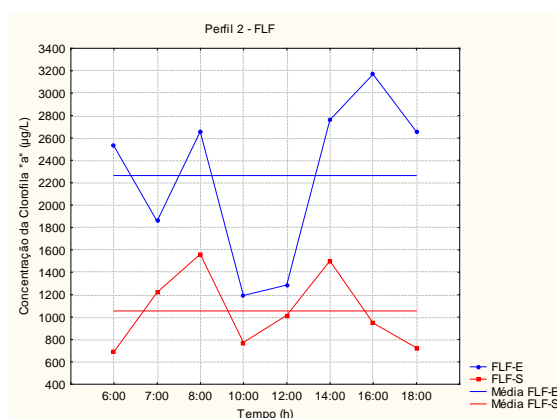
**Figura 5: Eficiências pontuais da Clorofila "a" ao longo da pesquisa**

A clorofila "a" apresentou melhor eficiência, em ambos os filtros, mas bem abaixo quando comparados aos apresentados por Queiroz (2001) que conseguiu 99%, Short *et al.* (2007) alcançaram remoções de 55%. Araújo *et al.* (2005) utilizaram em seus filtros conduítes com diâmetro de 20 mm e argila expandida com diâmetros de 30 e 15 mm, como material de enchimento, obtiveram remoções que variaram de 72% a 82%. Com relação a qualidade do efluente final, Queiroz (2001) atingiu concentrações variando de 36µg/L a 39µg/L, enquanto Short *et al.* (2007) conseguiram 22µg/L. Gomes (2010), em seu experimento obteve 88% de remoção de clorofila "a", com concentração final de 20µg/L na saída, num piloto de filtro de pedra; em outro piloto de lagoa-filtro removeu 46% de clorofila e obteve uma concentração final de 87µg/L.

A concentração média diária do FLF-E no perfil 1 foi de 1880 µg/L, a maior variação diária em termos de concentração foi registrada no horário das 16 horas com acréscimo de 670µg/L (36%) acima da média, para o FLF-S a média diária foi 873µg/L, e sua maior variação foi observada também às 16 horas com aumento de 664µg/L na concentração, uma variação de 76% se comparado com a média. No perfil 2, o FLF-E obteve uma média diária de 2263µg/L, registrando a maior variação às 16 horas com aumento de 905µg/L (40%) em termos de concentração acima da média, para o FLF-S a média diária foi de 1054 µg/L, a maior variação foi anotada às 8 horas com um aumento de 507µg/L (48%) sobre a média. As Figuras 6 e 7 ilustram as variações diárias da clorofila "a" para o FLF.



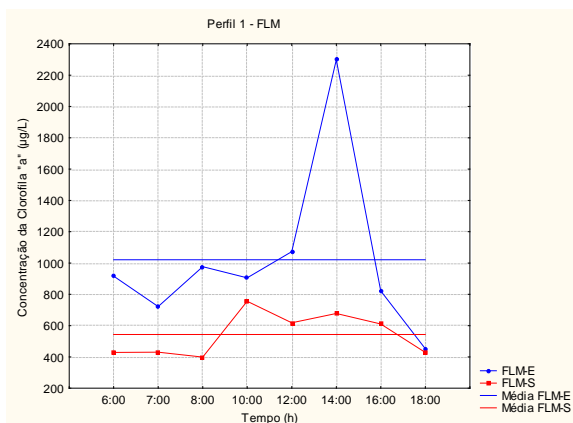
**Figura 6: Variação diária da concentração da Clorofila "a" no FLF (Perfil 1)**



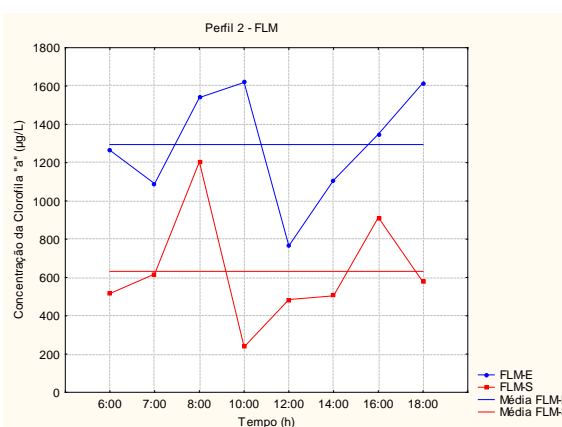
**Figura 7: Variação diária da concentração da Clorofila "a" no FLF (Perfil 2)**

Para o FLM, a concentração média diária do FLM-E no perfil 1 foi de 1021 µg/L, a maior variação diária em termos de concentração foi registrada às 14 horas com acréscimo de 1278 µg/L (125%) acima da média. Para o

FLM-S a média diária foi de 545 µg/L e sua maior variação foi observada também às 10 horas com aumento de 212 µg/L (39%) na concentração, comparada com a média. No perfil 2 o FLM-E obteve uma média diária de 1294 µg/L, cuja maior variação foi observada às 12 horas com diminuição de 500 µg/L (61%), em ambos os horários acima da média, para o FLM-S a média diária foi de 631 µg/L, a maior variação foi registrada às 8 horas com um aumento de 572 µg/L (91%) sobre a média, sendo estas variações muito expressivas. As Figuras 8 e 9 ilustram as variações diárias da clorofila “a” para FLM.



**Figura 8: Variação diária da concentração da Clorofila "a" no FLM (Perfil 1)**



**Figura 9: Variação diária da concentração da Clorofila "a" no FLM (Perfil 2)**

## CONCLUSÃO

Pode-se mostrar o verdadeiro comportamento de um sistema em condições reais de operação, que apesar das péssimas condições operacionais os filtros obtiveram eficiências satisfatórias em nível de pós-tratamento. Faz-se a seguir uma conclusão mais específica dos resultados:

- No FLF foram removidos 37% de SST e 44% de Clorofila “a”, enquanto que o FMF foi removido 20% de SST e 40% Clorofila “a”, estas remoções foram significativas;
- Houve maior correlação e significativa dos dados entre Clorofila “a” e SST nos efluentes dos filtros do que nos efluentes das lagoas;
- Foi observado que as variações ao longo do dia dos parâmetros não foram estatisticamente significativas comparando com a média global diária e ao horário de coleta da pesquisa, ou seja, que independente do horário da coleta, os valores das concentrações teriam a mesma representatividade ao longo do dia. Embora as variações pontuais durante o dia sejam bem expressivas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA. Water environment federation – WEF. Standard for the Examination of Water and Wastewater. 21 ed. Hardcover. 2005.
2. ARAÚJO, G. M.; OLIVEIRA, E. C. A.; INGUNZA, M. P. D.; CALAZANS, M. A. D.; ARAUJO, A. L. C. Avaliação da utilização de filtros anaeróbios simplificados, na remoção de algas de efluentes de lagoas de estabilização. XXIII Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, anais... Associação brasileira de engenharia sanitária e ambiental, Campo Grande. 2005.
3. GOMES, M. C. R. L. Polimento de efluentes de sistema de tratamento de dejetos suínos em filtro de pedra e lagoa-filtro. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 181pp. 2010.
4. JONES, J.G. A guide to methods for estimating microbial numbers and biomass in fresh water. Ambleside: Freshwater Biological Association. 1979.



5. LUDUVICE M. L., QUEIROZ, T. R., NEDER, K. D., SOUZA, M. A. A. Sólidos suspensos como indicador de densidade de algas em lagoas de estabilização. XXI Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, Anais... Associação brasileira de engenharia sanitária e ambiental. Porto Alegre. 2001.
6. NEDER, K. D., QUEIROZ, T. R., SOUZA, M. A. A. Utilização de processos naturais para polimento de efluentes de lagoas de estabilização. XXI Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, Anais... Associação brasileira de engenharia sanitária e ambiental. João Pessoa. 2001.
7. OLIVEIRA, F. F. E GONÇALVES, R. F. Principais tecnologias empregadas no polimento do efluente de lagoas de estabilização. XX Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental. Anais...Associação brasileira de engenharia sanitária e ambiental. Rio de Janeiro RJ. 1999.
8. QUEIROZ, T. R. Remoção de sólidos suspensos de efluentes de lagoas de estabilização por meio de processos naturais. Dissertação Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos-Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 229 p. 2001.
9. SHORT, M. D., CROMAR, N. J., NIXON, J. B., FALLOWFIELD, H. J. Relative performance of duckweed ponds and rock filtration as advanced in-pond wastewater treatment processes for upgrading waste stabilisation pond effluent: a pilot study. *Water Science & Technology*. **55** (11), 111-119. 2007.