



## Avaliação da remoção de quatro fármacos por filtro ecológico e sua composição fitoplanctônica.

**Caroline Moco Erba**<sup>(1)</sup>, Edson Pererira Tangerino<sup>(2)</sup>, Andrea Tucci<sup>(3)</sup>, Sérgio Luis de Carvalho<sup>(4)</sup>  
& Willian Deodato Isique<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FEIS/UNESP) – Ilha Solteira, SP, caroline\_erba@yahoo.com.br. <sup>(2)</sup> Depto. de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. <sup>(3)</sup> Núcleo de Pesquisa em Ficologia, Instituto de Botânica. <sup>(4)</sup> Depto. de Biologia e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. <sup>(5)</sup> Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

**Resumo:** O aumento na contaminação dos mananciais destinados ao abastecimento público por fármacos e sua freqüente ocorrência no ambiente aquático e na água potável tem levantado a questão sobre o seu impacto no ambiente e na saúde pública, por possuírem elevada persistência na água e serem de difícil remoção em sistemas convencionais de tratamento de água. Possuem alto potencial para bioacumulação e baixa biodegradabilidade, podendo ter efeitos adversos. O uso do Sistema de Purificação Ecológica, representa uma promissora tecnologia de tratamento, em razão desta não necessitar da aplicação de produtos químicos, bem como sua constatada capacidade em remoção de diversos compostos. Através deste processo pode-se oferecer água de baixo custo, insípida, inodora, incolor e segura. Dentro desse tanque estabelece-se entre os seres vivos, a relação de cadeia alimentar. O uso de filtros de carvão biologicamente ativado para remoção de fármacos vem sendo estudado, e mostrando grande eficiência. Nessa pesquisa foram aplicados quatro compostos farmacológicos diferentes (Diclofenaco, Naproxeno, Ibuprofeno e Paracetamol), e foi realizada análise quantitativa de SPE seguida por CLAE para avaliar a remoção desses compostos pelo filtro ecológico seguido pelo filtro de carvão biologicamente ativado. Outros parâmetros foram aferidos para avaliar a eficiência dos filtros para tratar água. Realizou-se análise qualitativa de algas e cianobactérias presentes no filtro ecológico. Houve sucesso na remoção dos quatro fármacos aplicados e dos parâmetros aferidos. Foi identificada grande variedade de algas e cianobactérias no Filtro Ecológico, e os resultados obtidos permitem supor que tiveram importantíssima ação nesse filtro, sendo um dos compartimentos biológicos mais importantes, representando a base de toda a cadeia trófica deste sistema. As porcentagens de remoção dos fármacos foram: diclofenaco: 97,43%, ibuprofeno: 85,03%, naproxeno: 94,11% e paracetamol: 84,07%.

**Palavras-Chave:** purificação ecológica, fármacos, algas e cianobactérias.

### INTRODUÇÃO

Uma das grandes ameaças à sobrevivência da humanidade nos próximos séculos é a contaminação química da água. As substâncias químicas foram desenvolvidas para controlar doenças, aumentarem a produção de alimentos e a expectativa de vida das pessoas. Contudo, a crescente presença destas tornou-se uma eminente ameaça à saúde humana e ambiental, principalmente ao gerar riscos à biodiversidade dos ecossistemas aquáticos (Tundisi 2005).

Os efeitos adversos destas incluem toxicidade aquática, desenvolvimento de resistência em bactérias patogênicas, genotoxicidade e distúrbios endócrinos na biota em geral e no homem (Kummerer 2004).

A principal rota de aporte deste tipo de contaminante em águas superficiais é o lançamento de esgoto *in natura*, visto que em muitas localidades há grande déficit de infra-estrutura em saneamento. Outra via de entrada é o lançamento de efluentes de estações de tratamento de esgotos domésticos. Tais aspectos conferem a estes compostos risco à saúde humana e ao ambiente aquático ainda não totalmente conhecido (Melo *et al.*, 2009).

O uso de filtros ecológicos (Nakamoto, 2009) representa uma tecnologia promissora, em razão desta não necessitar da aplicação de produtos químicos, permitindo a produção de água de qualidade, sem odor e gosto desagradáveis. Esse consiste em um sistema de cultura contínua de algas, sendo que estas exercem fundamental papel na biofiltração da água, sendo caracterizando como uma verdadeira cadeia trófica.

Filtros de carvão biologicamente ativado (biofiltração) combinado com filtros ecológicos provavelmente melhorem o desempenho de

remoção de compostos orgânicos na água, inclusive de fármacos. A junção destas tecnologias pode vir a representar uma proposta promissora no processo de tratamento de água.

Este trabalho objetivou a quantificação de quatro compostos farmacológicos aplicados nos filtros, a fim de avaliar o processo de remoção por dois tipos de filtros de tratamento de água para consumo. Foi realizada uma análise qualitativa das algas e cianobactérias presentes no filtro ecológico, com o propósito de conhecer a composição do biofilme formado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Filtro Ecológico (FCB) foi confeccionado em uma caixa de 1000 litros, de 1,55m por 1m e profundidade de 72 cm. O FCB foi construído usando-se tubo de PVC de 15 cm de diâmetro e 1,5m de altura, sendo o leito de carvão ativado granular vegetal (casca de coco), sendo estes constituídos por uma camada de carvão de 85 cm.

A água que abasteceu os filtros foi proveniente de um lago natural – Lago do ipê, localizado no município de Ilha Solteira, SP.

As aplicações de fármacos ocorreram semanalmente, no período de abril a novembro de 2010, numa concentração de 2 µg de cada composto, devidamente diluídos. As análises quantitativas dos fármacos foram realizadas por SPE (extração em fase sólida) seguida de CLAE (cromatografia líquida de alta eficiência).

Para análises de Clorofila-a utilizou-se o método descrito por Nusch (1980) e Marker *et al.* (1980). Os dados foram aferidos nos meses de setembro, outubro e novembro de 2010.

O filtro ecológico foi monitorado quinzenalmente para coleta da biomassa, de abril a novembro de 2010. Para a análise da composição das algas, as coletas ocorreram em dois pontos distintos: a parede do filtro e a areia superficial ou *schmutzdecke*, totalizando 32 amostras. A amostragem foi realizada de maneira aleatória através da “raspagem” do material, que foi acondicionado em frasco âmbar e fixado *in situ* em formol 4%. As amostras fixadas foram posteriormente analisadas em microscópio óptico com contraste de fase. Características morfológicas e métricas dos microorganismos foram obtidas, utilizando-se bibliografia específica para identificação, sempre que possível em nível de espécie.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra as diferentes concentrações dos fármacos aplicados nos filtros, sendo que

PFeco 1 representa o ponto inicial de análise; PFeco2 o ponto referente a água após passar pelo filtro ecológico, e PFCB o ponto referente a água coletada após passagem pelo filtro de carvão.

A Tabela 1 mostra a lista das espécies identificadas e observadas com maior frequência no filtro ecológico.

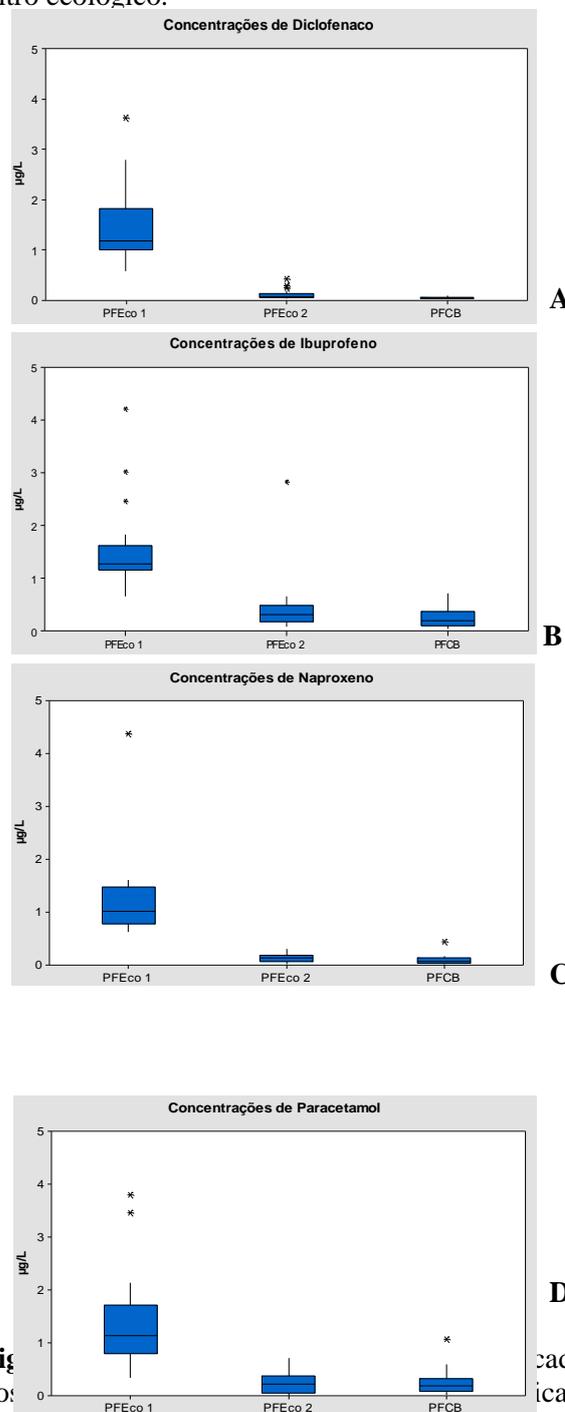
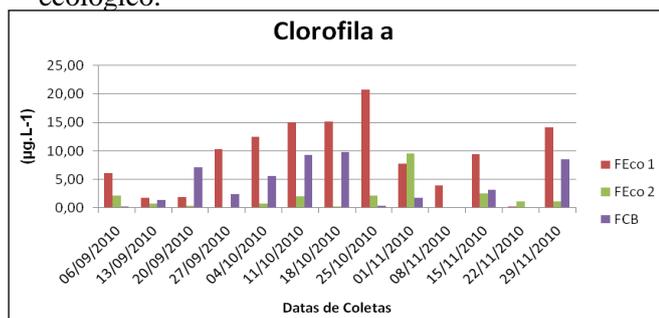


Fig. 1. Dados no Boxplot de Diclofenaco (A), Ibuprofeno (B), Naproxeno (C) e Paracetamol (D).

Observa-se através da Figura 1 que houve redução da concentração dos 4 compostos farmacológicos aplicados, tanto pelo filtro ecológico como pelo

filtro de carvão, indicando eficiência na remoção dessas substâncias. O grande responsável pela remoção dos compostos foi, sem duvidas, o filtro ecológico.

A Figura 2 mostra a variação temporal da clorofila a ao longo dos processos de tratamento de água; com redução da concentração de clorofila a ao longo do processo de tratamento. Porém, em algumas datas específicas, houve acúmulo de clorofila a na coluna de carvão granular biologicamente ativada. Houve remoção média de 78,96% de clorofila a no filtro ecológico.



**Figura 2:** Variação temporal da concentração da Clorofila a nos diferentes pontos de coleta, durante o período de estudo.

**Tabela 1:** Táxons encontrados com maior frequência no filtro ecológico durante o período estudado.

Táxons
<b>Cyanobacteria</b>
<i>Aphanocapsa</i> sp.1
<i>Aphanocapsa</i> sp.2
<i>Aphanocapsa</i> sp.3
<i>Calothrix</i> sp.
<i>Chroococcus</i> spp.
<i>Coelosphaerium</i> sp.
<i>Dolichospermum</i> sp.1
<i>Dolichospermum</i> sp.2
<i>Geitlerinema amphibium</i>
<i>Hapalosiphon</i> sp.
<i>Leptolyngbya</i> sp.
<i>Merismopedia</i> spp.
<i>Microcystis</i> sp.
<i>Nostoc</i> sp.
<i>Oscillatoria</i> sp.
<i>Phormidium</i> sp.
<i>Pseudanabaena</i> sp.
<i>Synechocystis</i> sp.
<b>Bacillariophyceae</b>

*Achnantheidium* sp.  
*Cymbella* sp.  
*Encyonema* sp.1  
*Encyonema* sp.2  
*Eunotia* sp.  
*Fragilaria* sp.  
*Gomphonema gracile*  
*Gomphonema parvulum*

### Chlorophyceae

*Ankistrodesmus bibraianus*  
*Ankistrodesmus densus*  
*Ankistrodesmus falcatus*  
*Ankistrodesmus fusiformis*  
*Bulbochaete* sp.  
*Chlamydomonas* spp.  
*Coelosphaerium* spp.  
*Crucigenia fenestrata*  
*Desmodesmus communis*  
*Desmodesmus magnus*  
*Desmodesmus opoliensis*  
*Desmodesmus protuberans*  
*Dictyosphaerium elegans*  
*Dictyosphaerium pulchellum*  
*Eutetramorus* sp.  
*Kirchneriella* sp.  
*Monoraphidium* spp.  
*Nephrocytium agardhianum*  
*Nephrocytium lunatum*  
*Nephrocytium* sp.  
*Radiococcus* sp.  
*Pediastrum duplex*  
*Scenedesmus acunae*  
*Scenedesmus ecornis*  
*Scenedesmus polyglobulus*  
*Stauridium tetras*  
*Tetraedron minimum*  
*Tetrallantos lagerheimii*  
*Thorakochloris* sp.  
*Westella botryoides*

### Euglenophyceae

*Euglena* sp.  
*Phacus* sp.  
*Trachelomonas volvocinopsis*  
*Trachelomonas* sp.2  
*Trachelomonas* sp.3



Trachelomonas sp.4
<b>Oedogoniophyceae</b>
<i>Oedogonium</i> sp.
<b>Rhodophyceae</b>
<i>Batrachospermum</i> sp.
<b>Xanthophyceae</b>
<i>Centritractus</i> sp.
<i>Isthmochloron lobulatum</i>
<b>Zygnemaphyceae</b>
<i>Closterium</i> sp.1
<i>Closterium</i> sp.2
<i>Cosmarium contractum</i> var. <i>ellipsoideum</i>
<i>Cosmarium contractum</i> var. <i>minutum</i>
<i>Cosmarium majae</i>
<i>Cosmarium phaseolus</i> var. <i>elevatum</i>
<i>Cosmarium regnesii</i>
<i>Cosmarium subtumidum</i> var. <i>borgei</i>
<i>Euastrum rectangulare</i>
<i>Hyalotheca</i> sp.
<i>Mesotaenium</i> sp.
<i>Micrasterias truncata</i> var. <i>pusilla</i>
<i>Micrasterias</i> sp.
<i>Mougeotia</i> sp.
<i>Onychonema</i> sp.
<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i>
<i>Pleurotaenium</i> sp.
<i>Spirogyra</i> sp.
<i>Staurastrum leptocladum</i>
<i>Staurastrum rotula</i>
<i>Staurastrum trifidum</i> var. <i>inflexum</i>
<i>Staurastrum</i> sp.1
<i>Staurastrum</i> sp.2
<i>Staurastrum</i> sp.3
<i>Staurodesmus convergens</i>
<i>Staurodesmus mamillatus</i>
<i>Staurodesmus patens</i>
<i>Staurodesmus subulatus</i>
<i>Zygnema</i> sp.
<b>CONCLUSÕES</b>

Foi detectada a remoção dos quatro fármacos aplicados no sistema de tratamento de água avaliado. O Paracetamol foi o medicamento com a menor taxa de remoção, seguido do ibuprofeno. Possivelmente, as estruturas químicas destes compostos são mais difíceis de serem degradadas. Ressalta-se a importância de mais estudos que avaliem os compostos formados na degradação destes fármacos, e a toxicidade dos mesmos.

Houve redução da concentração da clorofila a pelo filtro ecológico e acúmulo da mesma no filtro de carvão.

Por seu desenvolvimento significativo neste filtro ecológico, as microalgas, muito provavelmente, foram um dos compartimentos biológicos mais importantes, representando a base de toda a cadeia trófica neste sistema, permitindo assim sua manutenção e viabilidade, ressaltando importância e a necessidade de estudos mais detalhados.

#### AGRADECIMENTOS

A CAPES pela bolsa concedida.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kummerer, K. Resistance in the environment. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, Oxford, v. 54, n. 2, p. 311–320, 2004.
- Marker, F. H.; Nush, E. A.; Rai, H.; Rieman, M. The measurement of photosynthetic pigments in freshwater and standartization of methods:conclusion and recomendations. *Archives Fur Hydrobiolog*, Stuttgart, v. 14, n. 1, p. 91-106. 1980.
- Mello, S. A. S.; Trovó, A. G.; Bautitz, I. R.; Nogueira, R. F. P. Degradação de fármacos residuais por processos oxidativos avançados. *Quimica Nova*, São Carlos, v. 32, n. 1, p. 188-197, 2009.
- Nakamoto, N. Produza você mesmo uma água saborosa – sistema de purificação ecológica - revendo a tecnologia de produção de água potável. São Paulo: Ferrari 2009. 210p.
- Nusch, E. A. Comparasion of diferent methods for clorophyla-a and phaeopigments determination. *Archive fur Hydrobiologie Beiheft Ergebnisse Limnologie*, Berlin, v.14,n. 1, p.14-36, 1980
- Tundisi, J. G. Água no século XXI: enfrentando a escassez. 2. ed. São Paulo: Rima, 2005. 248 p.