

## I-024 – AVALIAÇÃO DA REMOÇÃO DE DICLOFENACO EM FILTRO ECOLÓGICO SEGUIDO POR FILTRO DE CARVÃO GRANULAR BIOLOGICAMENTE ATIVADO

**Caroline Moço Erba<sup>(1)</sup>**

Bióloga pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Mestranda em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FEIS/UNESP).

**Edson Pereira Tangerino**

Prof. Dr. da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FEIS/UNESP).

**Sérgio Luis de Carvalho**

Prof. Dr. da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FEIS/UNESP).

**Willian Deodato Isique**

Dr. em Química Analítica pelo Instituto de Química de São Carlos – USP.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Capitão Gomes Duarte, 21-44 – Vila Universitária - Bauru - SP - CEP: 17012-226 - Brasil - Tel: (14) 3234-7513 - e-mail: [caroline\\_erba@yahoo.com.br](mailto:caroline_erba@yahoo.com.br)

### 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. O diclofenaco é um antiinflamatório largamente utilizado em todo o mundo. Tem sido detectado em corpos d'água em todo o mundo. O uso de filtro lento de areia com ação ecológica, melhor denominado como “Sistema de Purificação Ecológica”, representa uma promissora tecnologia em tratamento, por não necessitar da adição de produtos químicos para o tratamento da água, fácil manutenção e operação, com baixos custos e grande eficiência. O uso de filtros de carvão biologicamente ativado (biofiltração - FCB) para remoção de fármacos vem sendo estudado, com grande eficiência na remoção de vários compostos farmacológicos. Foi aplicado o Diclofenaco nos meses de junho e julho nos filtros. Houve remoção do fármaco aplicado tanto pelo Filtro Ecológico como pelo Filtro de carvão granular biologicamente ativado. Outros parâmetros analisados, como turbidez, cor verdadeira e aparente também foram removidos pelo sistema de tratamento de água durante o período analisado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de Purificação Ecológica, Filtro de carvão granular biologicamente ativado, Diclofenaco.

### INTRODUÇÃO

Uma das grandes ameaças à sobrevivência da humanidade nos próximos séculos é a contaminação química da água. Estas substâncias foram desenvolvidas para controlar doenças, tanto em humanos como em animais, 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 (TUNDISI, 2005).

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 um grande déficit de infra-estrutura em saneamento, e tais substâncias são excretadas de 50 a 90% inalteradas para o meio. Outra via de entrada é o lançamento de efluentes de estações de tratamento de esgotos domésticos compostos representam um risco à saúde humana e ao ambiente aquático ainda não totalmente conhecido (MELO et al., 2009).

O Diclofenaco é um antiinflamatório largamente utilizado em todo o mundo e estima-se sua produção na casa das centenas de toneladas anualmente (BUSER et al., 1998).

O uso de filtros ecológicos (filtros lentos de areia), novo nome proposto por Nakamoto (2009), representa uma tecnologia em tratamento promissora. Este consiste em um sistema de cultura contínua de algas, sendo que estas exercem fundamental papel para melhor funcionamento do filtro ecológico, e acredita-se até que podem auxiliar de algum modo, na degradação ou bioacumulação de diversos compostos, inclusive fármacos. Além

disso, as algas também servem de alimento para os microrganismos que vivem no filtro, caracterizando este sistema de tratamento de água em uma verdadeira cadeia trófica.

O presente trabalho contém estudos realizados durante os meses de junho e julho de 2010, em um filtro ecológico seguido por um filtro de carvão biologicamente ativado, que tinha seu abastecimento de água proveniente de um lago natural, conhecido como Lago do Ipê, localizado no Bairro do Ipê, Ilha Solteira - SP.

A importância deste trabalho está na tentativa de remover, no máximo possível, os fármacos introduzidos na água por nós mesmos, através de métodos com baixo custo de instalação, operacional, e manutenção, e da maneira mais natural possível, gerando uma água ideal para consumo. A junção destas duas tecnologias de tratamento de água pode vir a representar uma proposta promissora no processo de tratamento de água, principalmente em relação aos compostos farmacológicos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a avaliação da remoção do Diclofenaco foi utilizada parte da Instalação Piloto de Filtração em Múltiplas Etapas da FEIS – UNESP, localizada no Bairro do Ipê, em Ilha Solteira – SP, mais especificamente um pré-filtro de fluxo ascendente (PFVA). Para essa pesquisa foi construído um filtro lento ecológico de areia (FEco) e um filtro de carvão granular ativado biologicamente (FCB). Os ensaios constaram de aplicação de diclofenaco em junho e julho de 2011.

Assim que coletadas *in situ*, as amostras seguiam para o Laboratório de Saneamento da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS – UNESP), em Ilha Solteira, SP, onde eram analisadas imediatamente. Foram realizadas análises de cor aparente e verdadeira, turbidez, detecção da concentração de fármaco na água através de SPE (Extração em Fase Sólida) seguida por CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência).

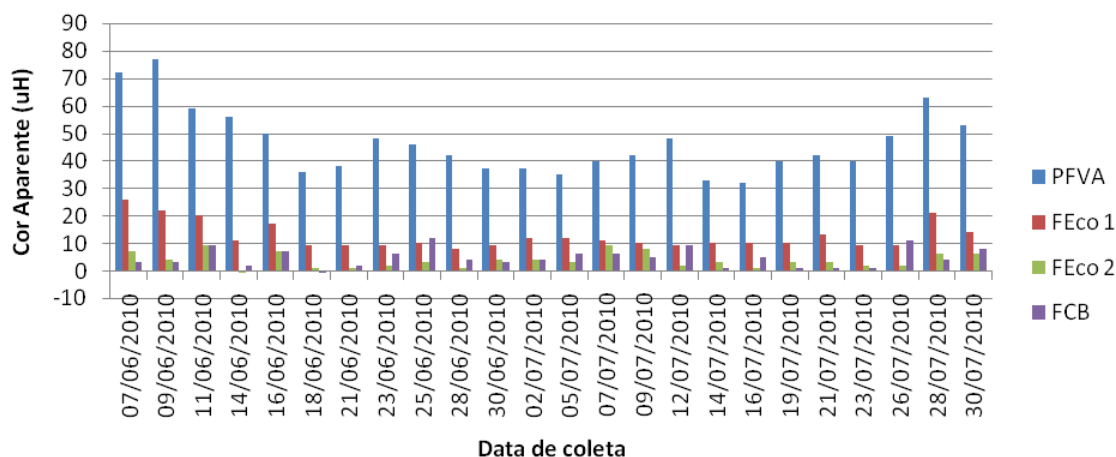
A aplicação de diclofenaco nos filtros ocorreu semanalmente, sendo que a coleta para análise era realizada após 24 horas da aplicação do composto. Para aferir os resultados de cor verdadeira as coletas foram feitas semanalmente, e no caso de cor aparente e turbidez, as coletas e conseqüentes análises ocorreram três vezes por semana. A frequência na determinação de tais parâmetros, e os equipamentos utilizados encontra-se descritos na Tabela 1.

**Tabela 1: Parâmetros, frequência de realização e seus respectivos métodos e equipamentos utilizados.**

Parâmetros	Frequência na realização	Método/Equipamento(s)
Deteção de Diclofenaco na água	Semanalmente	Nebot et al. (2007) adaptado/SPE - CLAE
Cor Aparente (uH)	Três vezes por semana	Espectrofotometria/DR5000-HACH
Cor Verdadeira (uH)	Semanalmente	Filtração em membranas de celulose (0,45µm) /Espectrofotometria - DR5000-HACH
Turbidez (uT)	Três vezes por semana	Nefelométrico/Turbidimeter 2100A-HACH

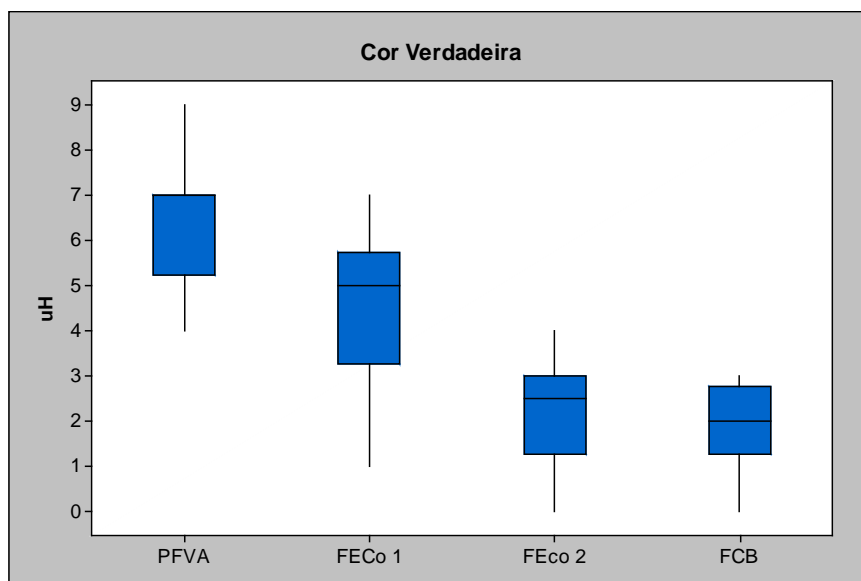
## RESULTADOS

A Figura 1 mostra os resultados obtidos das análises de cor aparente. Houve remoção de cor aparente durante o período, sendo que do PFVA para o FEco1 (Entrada de água para o FEco) a porcentagem de remoção foi de 73,09%. Do FEco 1 para o FEco 2 foi 70% e do FEco 2 (Saída de água do FEco) para o FCB (Saída de água do filtro de carvão granular) houve um aumento de cor da média dos valores.



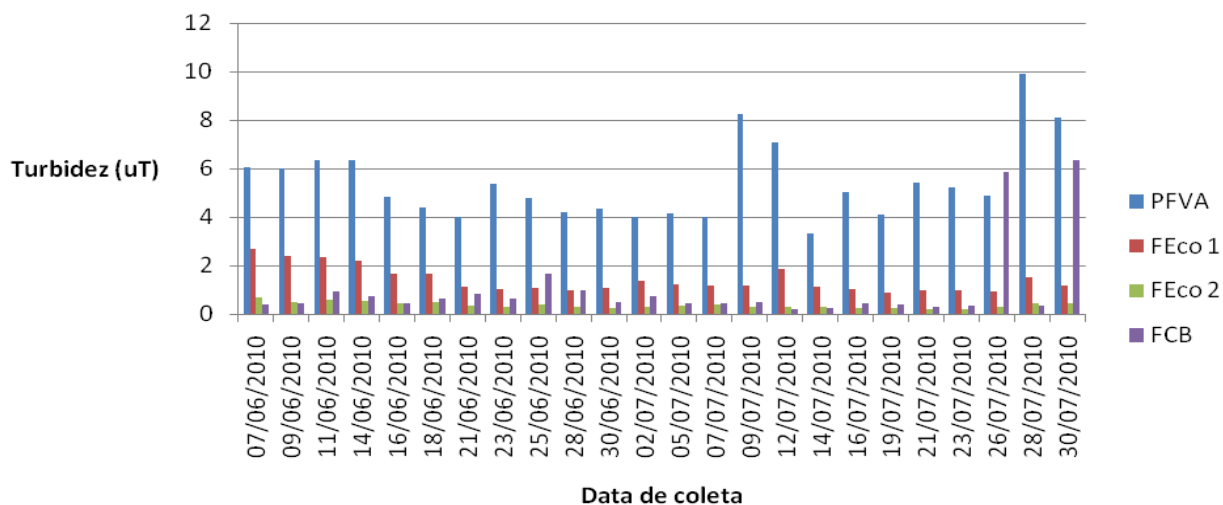
**Figura 1:** Dados de cor aparente.

A Figura 2 apresenta os dados de cor verdadeira. Houve remoção de cor verdadeira do ponto PFVA para o FEco1 de 30,77%. Do FEco 1 para o FEco 2 removeu 50% e do FEco 2 para o FCB 17,44%. A porcentagem de remoção de cor verdadeira pelo filtro ecológico foi de 50%, enquanto no FCB a remoção do parâmetro foi de 16,66%. As medianas de cada ponto foram: PFVA: 7 uH; FEco 1: 5 uH; FEco 2: 2,5 uH; e FCB: 2 uH.



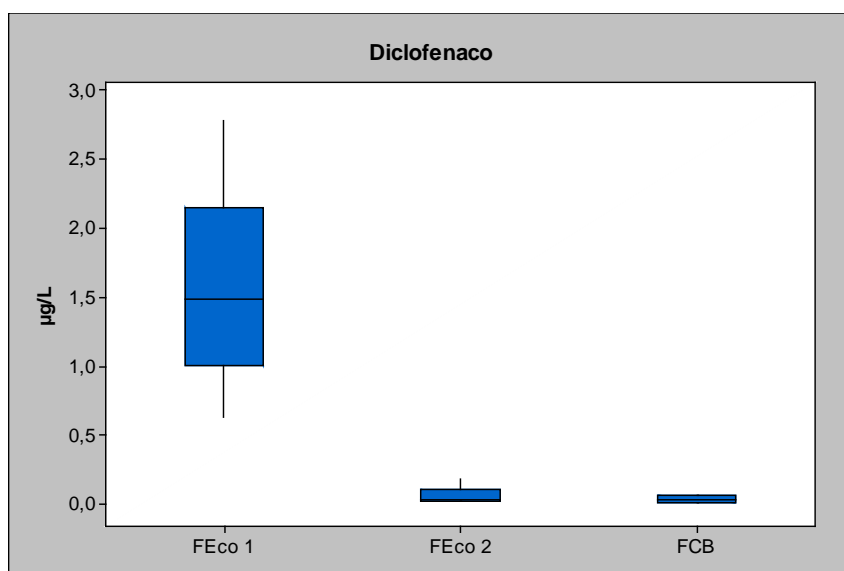
**Figura 2:** Boxplot de Cor Verdadeira.

Na Figura 3 podemos ver os dados de turbidez no período estudado. Nota-se que houve remoção de turbidez durante o período de análise. Do PFVA para o FEco 1 houve uma remoção de 74,15%; do FEco 1 para o FEco 2 foi 73,54%. Do FEco 2 para o FCB houve um aumento da turbidez. Com a retirada dos valores da ultima semana de análise devido à contaminação do FCB por rãs, a remoção total de turbidez pelo sistema de tratamento foi 89,27%.



**Figura 3:** Dados de Turbidez.

A Figura 4 mostra os dados de concentração de diclofenaco detectados em cada ponto de coleta. Os pontos de coleta foram determinados da seguinte maneira: FEco 1: concentração inicial do composto, foi feita na água superficial do Filtro ecológico (25cm de água sobre a areia); FEco 2: saída do Filtro Ecológico, e FCB: saída do Filtro de Carvão biologicamente ativado. O Diclofenaco foi removido da água, tanto pelo FEco como pelo FCB, porem, o FEco removeu melhor o composto. No filtro ecológico houve remoção de 96,17% de diclofenaco. Já no filtro de carvão biologicamente ativado a remoção foi de 33,33%. A porcentagem de remoção total do sistema de tratamento foi de 97,45%. As medianas dos pontos foram: FEco 1: 1,49 µg/L; FEco 2 : 0,04 µg/L; FCB: 0,035 µg/L.



**Figura 4:** Boxplot das concentrações de diclofenaco detectadas em cada ponto analisado.

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que o uso de Filtro Ecológico seguido por Filtro de Carvão granular biologicamente ativado apresentou grande eficiência na remoção do diclofenaco e dos outros parâmetros analisados.

Os parâmetros cor aparente e cor verdadeira foram removidos com eficiência pelo sistema de tratamento. Houve remoção de 89,86% de cor aparente e 58,33% de cor verdadeira.

A turbidez teve picos em seus valores no FCB do dia 26 a 30/07/2010 devido à proliferação de rãs dentro deste filtro. Este fator provavelmente reduziu a eficiência do mesmo durante este período. Mas, a remoção do parâmetro pelo sistema de tratamento continuou sendo ótima (89,27%).

Em duas semanas consecutivas as concentrações de diclofenaco foram maiores no FCB do que no FEco 2, possivelmente por acúmulo do fármaco nos cartuchos C18 utilizados na fase de SPE, já que estes são utilizados duas vezes. Observa-se que a remoção de diclofenaco foi melhor no filtro ecológico (96,17%) do que pelo filtro de carvão biologicamente ativado (33,33%).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BUSER, H. R. et al. Occurrence and fate of the pharmaceutical drug diclofenaco in surface waters: rapid photodegradation in a lake. **Environment Science & Technology**, v.32, n. 22, p. 3449-3456, 1998b.
2. TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. 2ª Edição. São Paulo: Rima, 2005. 248p.
3. MELO, S. A. S.; TROVÓ, A. G.; BAUTITZ, I. R.; NOGUEIRA, R. F. P. Degradação de fármacos residuais por processos oxidativos avançados. **Quim. Nova**, Vol. 32, No. 1, 188-197, 2009.
4. NAKAMOTO, N. **Produza você mesmo uma água saborosa – Sistema de Purificação Ecológica - Revendo a Tecnologia de Produção de Água Potável**. Ed. Ferrari. Tradução de Hiroyuki Hino. São Paulo 2009.