



Revista AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica

Volúmen 1, número 3, año 2007 ISSN 0718-378X
PP

REMOÇÃO DE COR EM COLUNAS DE CARVÃO ATIVADO GRANULAR COMO POLIMENTO DE EFLUENTE DE INSTALAÇÃO FiME, EM FUNÇÃO DA TAXA DE APLICAÇÃO

Color removal al in granular activated carbon columns for improvement of fime installation
effluent as a function of the rate of application

Edson Pereira Tangerino
Tsunao Matsumoto
Juliano Rodrigo Alves Espíndola
Marcos R. S. Takeuti

ABSTRACT

The presence of humic substances in the water of supply has received attention of several researchers in the last decades, because it can generate by-products when exposed to oxidants and disinfectants. The multistage filtration (FiME) is an alternative considered to achieve water treatment for small size rural communities, however, the efficiency with relationship to the removal of true color associated to dissolved organic carbon or to humic substances, has been questioned or reported as low. Slow filtration with pre-ozonation is being used, since the ozone acted in the molecules of the organic matter of high molecular weight, increasing its biodegradability and by-products disappear soon after the application. The combined application of ozone and hydrogen peroxide has the objective of producing species with free radicals, of short-lived, that are highly reagents and can oxidize most of the present substances in the natural water. The present research evaluated the removal of humic substances in slow sand filtration, using for that evaluation indirect parameters as true color, absorbance 254 nm and dissolved organic carbon. Five experiments were realized using four slow filters, being two with layer of granulate activated carbon (GAC), in that several pre-oxidation alternatives were rehearsed with ozone and hydrogen peroxide. It was obtained, as main conclusion that the slow filters with GAC proceeded of oxidation with ozone and hydrogen peroxide, in appropriate doses, presented medium removal of true color of 64% of the initial color. It was also concludes that the hydrogen peroxide interferes in the development of the biological layer, interfering in the development of the loss of head, in the turbidity removal and in the removal of humic substances

Keywords: Humic substances; slow sand filtration; oxidation; ozone; hydrogen peroxide

REMOÇÃO DE COR EM COLUNAS DE CARVÃO ATIVADO GRANULAR COMO POLIMENTO DE EFLUENTE DE INSTALAÇÃO FiME, EM FUNÇÃO DA TAXA DE APLICAÇÃO.

Edson Pereira Tangerino ⁽¹⁾

Professor da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS-UNESP

Co-autores:

Tsunao Matsumoto

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS-UNESP

Juliano Rodrigo Alves Espíndola

Graduando em Engenharia Civil

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS-UNESP

Bolsista de IC – CNPq – PROSAB 4

Marcos R. S. Takeuti

Mestre em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais

pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)

Bolsista de DTI – CNPq – PROSAB 4

(1): Alameda Bahia, 550.

Ilha Solteira – SP – Brasil

CEP 15385000

e-mail: edtang@dec.feis.unesp.br

ABSTRACT

The presence of humic substances in the water of supply has received attention of several researchers in the last decades, because it can generate by-products when exposed to oxidants and disinfectants. The multistage filtration (FiME) is an alternative considered to achieve water treatment for small size rural communities, however, the efficiency with relationship to the removal of true color associated to dissolved organic carbon or to humic substances, has been questioned or reported as low. Slow filtration with pre-ozonation is being used, since the ozone acted in the molecules of the organic matter of high molecular weight, increasing its biodegradability and by-products disappear soon after the application. The combined application of ozone and hydrogen peroxide has the objective of producing species with free radicals, of short-lived, that are highly reagents and can oxidize most of the present substances in the natural water. The present research evaluated the removal of humic substances in slow sand filtration, using for that evaluation indirect parameters as true color, absorbance 254 nm and dissolved organic carbon. Five experiments were realized using four slow filters, being two with layer of granulate activated carbon (GAC), in that several pre-oxidation alternatives were rehearsed with ozone and hydrogen peroxide.

It was obtained, as main conclusion that the slow filters with GAC proceeded of oxidation with ozone and hydrogen peroxide, in appropriate doses, presented medium removal of true color of 64% of the initial color. It was also concludes that the hydrogen peroxide interferes in the development of the biological layer, interfering in the development of the loss of head, in the turbidity removal and in the removal of humic substances

RESUMO

A crescente urbanização e aglomeração da população brasileira em cidade e núcleos urbanos vêm agravando as condições ambientais, tornando cada vez mais inadequadas às condições de vida desta população. Isso vem degradando a água consumida pelo ser humano. Dentre os diversos tipos de tratamento de água, destaca-se a Filtração em Múltiplas Etapas (FiME) pela não utilização de produtos químicos em seu processo. Nesse trabalho procurou-se avaliar a capacidade de remoção de cor aparente e cor verdadeira utilizando a tecnologia FiME, com o uso de camada intermediária de carvão ativado granular e manta não-texturizada e colunas de polimento de carvão ativado granular. Foram verificadas três variações de taxa de filtração aplicada à coluna de polimento e duas variações da camada de carvão ativado granular nas colunas de polimento com o objetivo de avaliar o potencial de remoção da coluna de polimento. Foram obtidas remoções de cor verdadeira acima de 90% para as taxas de 12 e 24 m³/m²/dia na linha de filtro com a camada intermediária de carvão granular. Quanto à remoção de cor aparente as linhas com CAG apresentaram resultados entre 50% e 70%. Já no caso de 48 m³/m²/dia, a eficiência de remoção para ambos os casos tende a ter uma leve diminuição, mas com valores abaixo de 5 uH, para a água ensaiada. Com taxa de 12 m³/m²/dia, observou-se que eficiências de remoções de cor verdadeira acima de 90%, nas duas linhas de tratamento, para a água ensaiada. As colunas de polimento proporcionam resultados finais equivalentes nos quatro efluentes, o que pode sugerir que o carvão ativado granular pode ser empregado na filtração lenta após a saída dos filtros e não necessariamente como camada intermediária.

PALAVRAS-CHAVE: filtração lenta, remoção de cor, manta não texturizada, carvão ativado granular, FiME.

INTRODUÇÃO

A crescente urbanização e aglomeração da população brasileira em cidade e núcleos urbanos vêm agravando as condições ambientais, tornando cada vez mais inadequadas as condições de vida dessa população. Isso vem degradando a água consumida pelo ser humano, fazendo necessário o tratamento da mesma.

Dentre os diversos tipos de tecnologias de tratamento de água, nesse trabalho foi empregada a Filtração em Múltiplas Etapas (FiME), para tanto foi utilizada a instalação piloto montada próximo da represa no bairro Ipê, na cidade de Ilha Solteira SP.

Em filtros lentos de areia o tratamento da água é alcançada através da combinação de processos físico-químicos e biológicos. Segundo Di BERNARDO (2005), o biofilme que se desenvolve sobre a camada de areia, o “schmutzdecke”, é uma comunidade heterogênea que consiste em bactérias, algas, protozoários e invertebrados e seus produtos extracelulares, etc., além de precipitados de ferro e manganês, quando esses metais se encontram no afluente.

A atividade de microrganismos no “schmutzdecke” é um dos fatores chaves para se obter água de boa qualidade, sendo mais pronunciada no topo do meio filtrante, mas se estendendo até cerca de 40 cm de profundidade. Contudo, para que a filtração lenta apresente resultados satisfatórios, é necessário que as características do afluente estejam limitadas a valores relativamente baixos de turbidez, cor verdadeira, sólidos suspensos, coliformes, entre outros. Visando ampliar o espectro de aplicação da filtração lenta, no que tange à qualidade do efluente e à duração das carreiras, a filtração em múltiplas etapas (FiME) apresenta-se como melhor alternativa para essa finalidade.

Na literatura é citada a dificuldade de remoção de cor verdadeira na filtração lenta. Buscou-se nesse trabalho avaliar a tecnologia FiME, associada às vantagens da utilização de camada intermediária de carvão ativado granular e de mantas não texturizadas, prevendo-se ainda uma coluna de carvão ativado granular como polimento final do efluente, principalmente proporcionar aumento de remoção de cor no efluente do filtro lento, reduzindo também os subprodutos da desinfecção.

A filtração lenta em areia constitui-se tecnologia de tratamento caracterizada como eficiente barreira microbiológica, apta a produzir efluentes com baixa quantidade de impurezas suspensas e dissolvidas, de bactérias, de vírus entéricos e de protozoários. A inserção de carvão ativado granular como camada intermediária no filtro lento tem se mostrado eficiente na adsorção de compostos orgânicos naturais e sintéticos. Com o intuito de facilitar a limpeza e prolongar a duração das carreiras, o emprego de mantas não-texturizadas como primeira camada do meio filtrante apresentou bons resultados na remoção de sólidos suspensos e algas.

Segundo (PATERNIANI, 1991) as mantas são constituídas por fibras de poliéster, poliamida, propileno, polietileno e polivinil. As mantas com predominância de fibras de polipropileno são mais resistentes à abrasão, ao calor, a ação da radiação ultravioleta, ao ataque de compostos tais como ácidos alcalizantes e agentes oxidantes, mistura-se

facilmente com outras fibras no processo de fabricação, são livres de grupos polares, o que facilita sua limpeza, e apresentam custos menores.

Foram realizados ensaios em colunas de carvão ativado granular, utilizadas como polimento final do efluente, com o intuito de avaliar, entre outros parâmetros, a remoção de cor verdadeira.

O sistema proposto apresenta-se como uma tecnologia de fácil aplicação e baixos custos de implantação, manutenção e operação, passível de ser aplicada em diversos sistemas de abastecimento de pequeno porte do País.

OBJETIVO

Avaliar a capacidade de remoção de cor aparente e cor verdadeira utilizando filtração em múltiplas etapas, com o uso de camada intermediária de carvão ativado granular e manta não-texturizada e colunas de polimento de carvão ativado granular.

MATERIAIS E MÉTODOS

O aparato experimental para Filtração em Múltiplas Etapas (FiME) era composto de quatro unidades-piloto de filtração lenta (FL), cujo afluente provem de pré-filtro dinâmico (PFD) e de pré-filtro vertical de escoamento ascendente (PFVA). O efluente de cada filtro lento passa por uma coluna de polimento (CP), composta de carvão ativado granular. O PFD consta de unidade de chapa metálica, possuindo leito de pedregulho com granulometria crescente de cima para baixo. Os PFVA são de chapas metálicas, de diâmetro de 0,80m, com camadas de pedregulho de diâmetro decrescente no sentido do fluxo. (Figura 1)



FIGURA 1: Vista geral da instalação piloto da FiME

As CPs são de PVC, com diâmetro de 150 mm, diâmetro dos grãos de 0,30 a 0,84mm e índice de iodo de 800mg/g. A espessura da camada de CAG será estudada na faixa de 0,40 a 1,20m (Figura 2).

Os filtros lentos são de forma cilíndrica, com diâmetro de 0,80m e 2,95m de altura. Os meios filtrantes dos filtros lentos têm as seguintes composições:

i) FLACM - camada superior de 40 cm de areia, com granulometria de 0,08 a 1,0 mm de diâmetro, com coeficiente de desuniformidade inferior a 3,0 e diâmetro efetivo entre 0,20 e 0,25 mm, camada intermediária de 30 cm de carvão ativado granular de mesmas características ao do empregado nas colunas de polimento, camada inferior de areia com 10 cm de espessura. Acima do leito filtrante de areia esta disposta manta não-texturizada;



FIGURA 2: Detalhe das colunas de polimento

ii) FLAM - camada superior de 80 cm de areia (mesma granulometria do FLACM), dispondo de manta não-texturizada na parte superior do leito;

iii) FLAC - idêntico meio filtrante do FLACM, mas sem a manta;

iv) FLA - idêntico meio filtrante do FLAM, mas sem a manta.

As taxas de filtração aplicadas foram de 18 m³/m²/dia (PFD), 12 m³/m²/dia (PFVA) e 3 m³/m²/dia (FL), sendo que a taxa de aplicação na CP foram de 12, 24 e 48 m³/m²/dia para a espessura de 85 cm de carvão ativado e 12 m³/m²/dia para a espessura de 35 cm.

Foram monitorados os seguintes parâmetros: cor aparente (1) e cor verdadeira (2).

A seguir estão relacionados pontos de amostragem:

- i) água bruta;
- ii) efluente do pré-filtro dinâmico;
- iii) efluente do pré-filtro de escoamento ascendente;
- iv) efluente dos filtros lentos;

v) efluente das colunas de carvão ativado granular.

RESULTADOS OBTIDOS

Inicialmente foram realizados quatro ensaios exploratórios na instalação FiME. Os dados de remoção de cor verdadeira podem ser observados na Figuras 3. A cor verdadeira remanescente do filtro com carvão ativado esteve sempre abaixo dos valores do filtro de areia e os efluentes das colunas de polimento apresentaram valores abaixo de 5 uH e por vezes abaixo de 1 uH. Pode ser notado que nesse período a eficiência de remoção de cor verdadeira foi de 26% no PFD, 27 % no PFVA, 57% no FLAC, 20% no FLA, 10% na CP3 e 55% no CP4. A coluna CP2 e 4 apresentaram remoção percentual maior que as CP1 e 3 porque receberam água com cor maior proveniente do filtro de areia, que remove menos cor que o filtro com camada intermediária de carvão ativado granular

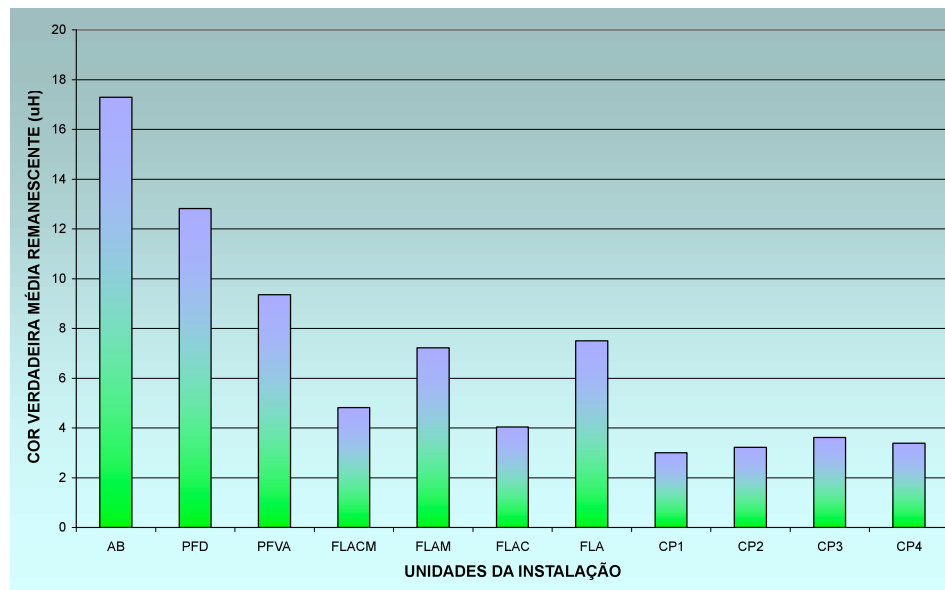


FIGURA 3: Valores remanescentes de cor verdadeira nas unidades no primeiro ensaio.

Remoção de cor verdadeira em função da taxa de aplicação nas colunas de polimento

Posteriormente foram realizados ensaios variando-se a altura da camada de carvão ativado granular nas colunas de polimento, bem como as taxas de aplicação nas colunas. Os resultados obtidos nos ensaios foram tabelados e analisados graficamente.

As colunas de polimento com espessura de 85 cm de carvão ativado apresentaram os resultados de cor verdadeira apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores remanescentes de Cor Verdadeira para as diferentes taxas (em uH).

TAXA	FL1	FL2	FL3	FL4	CP1	CP2	CP3	CP4
12	2	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
24	3	6	1	7	< 1	< 1	< 1	1
48	2	6	1	6	1	3	1	3

Observa-se mais nitidamente através da Figura 04 que as taxas de 12 e 24 m³/m²/dia apresentaram valores de cor verdadeira inferiores a 1uH. Porém a taxa de 48 m³/m²/dia começa a diminuir a eficiência da remoção de cor.

Além de que para as taxas de 24 e 48 m³/m²/dia, os filtros sem camada intermediária de carvão ativado apresentaram efluente com a cor verdadeira maior que os filtros com camada intermediária conforme pode ser observado na Figura 04.

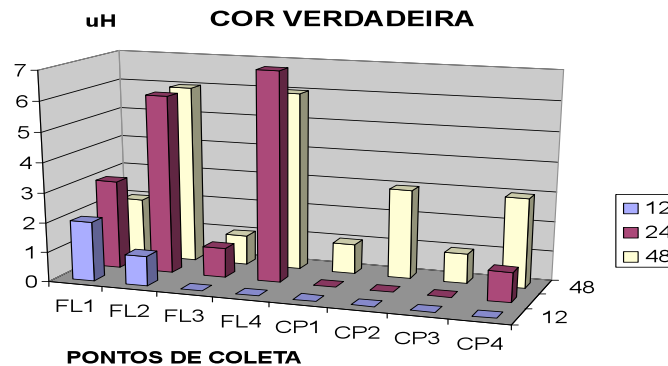


FIGURA 04: Variação dos valores remanescentes de Cor Verdadeira durante o ensaio com espessura de 85 cm de CAG nas CPs

As colunas com espessura de 85 cm de carvão ativado apresentaram os resultados de Cor Aparente mostrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores remanescentes de cor aparente para as diferentes taxas (em uH).

TAXA	FL1	FL2	FL3	FL4	CP1	CP2	CP3	CP4
12	2	8	< 1	1	1	1	< 1	< 1
24	3	10	2	10	2	2	1	3
48	3	10	2	10	2	3	1	3

Com relação à cor aparente houve uma diferença, onde as taxas de 24 e 48 m³/m²/dia apresentaram a mesma eficiência enquanto a taxa de 12 m³/m²/dia apresentou maior remoção que as outras duas taxas conforme pode ser observado na Figura 05.

FIGURA 05: Variação dos valores remanescentes de Cor Verdadeira durante o ensaio com espessura de 85 cm de CAG nas CPs

Remoção de cor verdadeira em função da espessura camada de CAG na coluna de polimento

Foram realizados ensaios com espessura de 35 cm da camada de CAG, mas nesse caso não houve a mudança de taxas de filtração na coluna com espessura de 35 cm.

Os resultados de cor verdadeira e aparente obtidos nas colunas de polimento com espessura de 35 cm de carvão ativado estão apresentados nas Figuras 6 e 7. Observou-se que mesmo reduzindo a camada de carvão ativado na coluna, foi obtida a mesma eficiência de remoção de cor que a obtida na coluna com 85 cm de carvão.

FIGURA 06: Variação dos valores remanescentes de Cor Verdadeira durante o ensaio com espessura de 35 cm de CAG nas CPs

FIGURA 07: Variação dos valores remanescentes de Cor Aparente durante o ensaio com espessura de 35 cm de CAG nas CPs

CONCLUSÕES

Os resultados de remoção de cor verdadeira na linha de filtro com a camada intermediária de carvão granular foram satisfatórios com remoções próximas de 100% para as taxas de 12 e 24 m³/m²/dia. Quanto à remoção de cor aparente as linhas com CAG apresentaram resultados entre 50% e 70%. Já no caso de 48 m³/m²/dia, a eficiência de remoção para ambos os casos tende a ter uma leve diminuição, mas com valores abaixo de 5 uH, para a água ensaiada.

Quanto à linha de filtro lento de areia sem a camada intermediária, os resultados obtidos, para remoções de cor aparente e com taxa de 12 m³/m²/dia, foram na faixa de 90% de remoção, enquanto que para as taxas de 24 e 48 m³/m²/dia foram de 50% a 80%. Para cor verdadeira a remoção foi acima de 90% para as taxas de 12 e 24 m³/m²/dia enquanto que com a taxa de 48 m³/m²/dia a eficiência foi menor.

Nos ensaios realizados com redução da espessura da camada de carvão na coluna de polimento para 35 cm, com taxa de 12 m³/m²/dia, foram observadas eficiências de remoção de cor verdadeira acima de 90%, para a água ensaiada nas duas linhas de tratamento.

Com base nos dados levantados até o presente momento pode ser verificado que a utilização da manta não tecida apresenta melhor remoção de turbidez em relação aos filtros sem manta. Deve-se destacar a importância da utilização do CAG, quanto à remoção de cor verdadeira, o que pode ser observado pelos resultados dos filtros com camada intermediária de carvão ativado, que apresentam melhores resultados quanto à remoção de cor verdadeira e aparente, mas as colunas de polimento proporcionam resultados finais equivalentes nos quatro efluentes, o que pode sugerir que o carvão ativado granular pode ser empregado na filtração lenta após a saída dos filtros e não necessariamente como camada intermediária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DI BERNARDO, L.; BRANDÃO, C.C.S.; HELLER, L. *Tratamento de águas de abastecimento por filtração em múltiplas etapas*. PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Rio de Janeiro ABES. 114p. 1999
2. DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.D.B. (2005). *Métodos e técnicas de tratamento de água*. Segunda edição, Editora Rima, São Carlos, SP, 2 vol.
3. PATERNIANI, J. E. S. *Utilização de Mantas Sintéticas não Tecidas na Filtração Lenta em Areia de Águas de Abastecimento*. 1991. Tese (doutorado hidráulica e saneamento)- Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 1991.