

I-269 - REMOÇÃO DE COR APARENTE E TURBIDEZ EM ÁGUAS NATURAIS COM A UTILIZAÇÃO DE COAGULANTES ORGÂNICOS ASSOCIADO AO CARVÃO ATIVADO E POLÍMERO

Maria Gabriella Negromonte Barbosa⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental (UEPB).

Taís Cristina da Silva Andrade

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental (UEPB).

Amanda Laurentino Torquato

Engenheira Sanitarista e Ambiental (UEPB). Mestra em Engenharia Civil e Ambiental (UEPB). Doutoranda em Recursos Naturais (UFCG).

Whelton Brito dos Santos

Engenheiro Sanitarista e Ambiental. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental (UFCG). Doutorando em Recursos Naturais (UFCG).

Weruska Brasileiro Ferreira

Engenheira Química. Doutora em Engenharia Química (UFCG). Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba (DESA/UEPB).

Endereço⁽¹⁾: Rua Emídio Lucas da Silva, 75 – Bodocongó – Campina Grande – PB – CEP:58429-013 – Brasil- Tel: (83) 991309869 – email: mariagabriellanegomonte@gmail.com

RESUMO

A fim de garantir que a população faça uso da água com qualidade adequada e que não apresente nenhum risco à saúde, faz-se necessário o tratamento deste recurso. Nessa perspectiva, surgem os coagulantes orgânicos em substituição aos inorgânicos convencionais por apresentar diversas vantagens, como o aumento da desestabilização das partículas coloidais, garantindo maior êxito no tratamento e redução do residual de alumínio na água tratada. Sendo assim, este trabalho visou avaliar a eficiência de remoção de cor aparente e turbidez através de ensaios de tratabilidade em jar test, com o emprego de três coagulantes orgânicos distintos (Tanfloc SL, Tanfloc SG e Tanfloc MT) combinados com carvão ativado pulverizado, verificando a eficácia destes quando associados, se for o caso, ao polímero como coadjuvante da coagulação. Observou-se que na ausência de polímero houve maior remoção de cor aparente, com destaque ao Tanfloc SL, que promoveu uma remoção de 61,61% com uma dosagem de 30 mg/L. Em relação a turbidez, o melhor resultado ocorreu com o Tanfoc SG (90,25%), com a mesma dosagem que o Tanfloc SL (30 mg/L). Por seu turno, o uso do polímero não promoveu aumento na eficiência dos coagulantes.

PALAVRAS-CHAVE: Coagulantes orgânicos, Cor aparente, Turbidez, Polímero.

INTRODUÇÃO

Dentre os recursos naturais disponíveis na natureza, a água apresenta-se como um dos mais importantes para o cotidiano e sobrevivência dos seres vivos. No entanto, a maior parte desse recurso disponível no planeta é composta por águas salgadas, restando somente uma pequena parcela de água doce efetivamente disponível para o consumo humano, a irrigação, o uso industrial, entre outras atividades. Mesmo com este cenário, é frequente os casos de má utilização deste recurso e a ausência de proteção dos corpos de água que contribuem para a manutenção dos rios e reservatórios, resultando em sérios problemas quanto a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos.

Para garantir a qualidade da água destinada ao consumo humano, deve-se seguir o que preconiza o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS). Dentre os parâmetros avaliados diariamente pelas Estações de Tratamento de Água (ETA's), estão a cor aparente e a turbidez por serem indicadores representativos sobre a qualidade da água e por apresentarem procedimentos analíticos de baixo custo. A referida portaria preconiza que os valores máximos permitidos para cor e turbidez são de 15 uH e 0,5 uT, respectivamente, na etapa de pós-filtração.

Em estações de tratamento convencionais ou de ciclo completo, para adequar a cor aparente e a turbidez da água à Portaria, é necessário que sejam adicionados produtos químicos que auxiliam na remoção das impurezas indesejadas, geralmente são utilizados coagulantes inorgânicos como sais de ferro e de alumínio, porém o lodo proveniente dos rejeitos dos tratamentos deve receber maior atenção quando for descartado. Além disso, esses compostos estão associados a doenças a longo prazo, como Alzheimer e Mal de Parkinson (FIORENTINI, 2005).

Por outro lado, existem coagulantes orgânicos que geram lodo com maiores possibilidades de manejo. Dentre estes coagulantes, têm-se os que são a base de tanino que são extraídos da casca de determinados tipos de vegetais, como a *Acacia marnsii* de Wild (acácia negra), o qual possui grande concentração de tanino e é facilmente encontrada no Brasil. Os taninos possuem propriedades coagulantes que desestabilizam os colóides eliminando a camada de solvatação, permitindo assim a formação dos flocos. Neste contexto, os coagulantes orgânicos apresentam-se como uma alternativa na etapa de coagulação nas estações de tratamento de água (DA SILVA, 1999).

Além dos coagulantes, existem produtos químicos que também auxiliam no processo de tratamento de água, a exemplo do carvão ativado devido ao seu potencial adsorvente que normalmente é utilizado na remoção de compostos orgânicos e toxinas, atuando principalmente na remoção de metabólitos de algas que conferem sabor e odor nas águas dos mananciais (MARCHETTO; FERREIRA, 2005). Além deste, há também os polímeros, que podem ser classificados em catiônicos ou aniónicos e não-iônicos. Eles atuam como coadjuvantes da coagulação, agindo como pontes na formação de flocos para partículas com alta densidade.

OBJETIVO

Avaliar a remoção de cor aparente e turbidez no tratamento de água em escala de laboratório com o emprego de diferentes coagulantes orgânicos (Tanfloc SL, SG e MT) e carvão ativado pulverizado associados ou não ao polímero.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida com a água bruta do Açude Epitácio Pessoa, conhecido como Boqueirão, localizado no Estado da Paraíba. O reservatório possui capacidade máxima de 411.686.287 m³ e encontra-se com 26,86% de sua capacidade total, sendo responsável pelo abastecimento de 19 municípios circunvizinhos, entre estes, Campina Grande (AESÁ, 2018).

A água foi coletada na entrada da ETA-Gravatá nos dias 17 e 31 de julho, correspondente às etapas I e II respectivamente. Vale ressaltar que, no momento da coleta, a água já havia passado por uma pré-oxidação com o peróxido de hidrogênio, com a finalidade de mineralizar parte da matéria orgânica e oxidar compostos inorgânicos presentes na água.

Os experimentos foram divididos em duas etapas. A Etapa I avaliou a remoção de cor e turbidez com a aplicação do carvão ativado e os diferentes coagulantes, enquanto a Etapa II utilizando os mesmos produtos com a adição do polímero avaliou os mesmos parâmetros. A descrição dos produtos e suas respectivas dosagens para cada ensaio estão discriminadas na Tabela 1.

Os Ensaios de tratabilidade (coagulação/flocação/decantação) foram executados no equipamento de jar test da PoliControl, modelo FlocControl 3. A programação utilizada no jar test está especificada na Tabela 2.

A aplicação de cada um deles no experimento seguiu a seguinte ordem: na Etapa I era adicionado o carvão ativado três segundos antes da mistura rápida e, logo em seguida, adicionava-se o coagulante orgânico desejado. A Etapa II seguiu o mesmo procedimento anterior, acrescentando o polímero imediatamente após a aplicação do coagulante.

Para a determinação dos parâmetros cor aparente e turbidez, realizados em triplicata, foi utilizado o método nefelométrico com equipamentos Aquacolor Cor e Turbidímetro AP2000, respectivamente, todos da PoliControl®.

Tabela 1: Descrição dos ensaios de tratabilidade

Etapas	Ensaios	Produtos e Dosagens
I	01	Carvão ativado (20 mg/L) + Tanfloc SL (5,10,15,20,25,30 mg/L)
	02	Carvão ativado (20 mg/L) + Tanfloc SG (5,10,15,20,25,30 mg/L)
	03	Carvão ativado (20 mg/L) + Tanfloc MT (5,10,15,20,25,30 mg/L)
II	04	Carvão ativado (20 mg/L) + Tanfloc SL (5,10,15,20,25,30 mg/L) + Polímero (0,1 mg/L)
	05	Carvão ativado (20 mg/L) + Tanfloc SG (5,10,15,20,25,30 mg/L) + Polímero (0,1 mg/L)
	06	Carvão ativado (20 mg/L) + Tanfloc MT (5,10,15,20,25,30 mg/L) + Polímero (0,1 mg/L)

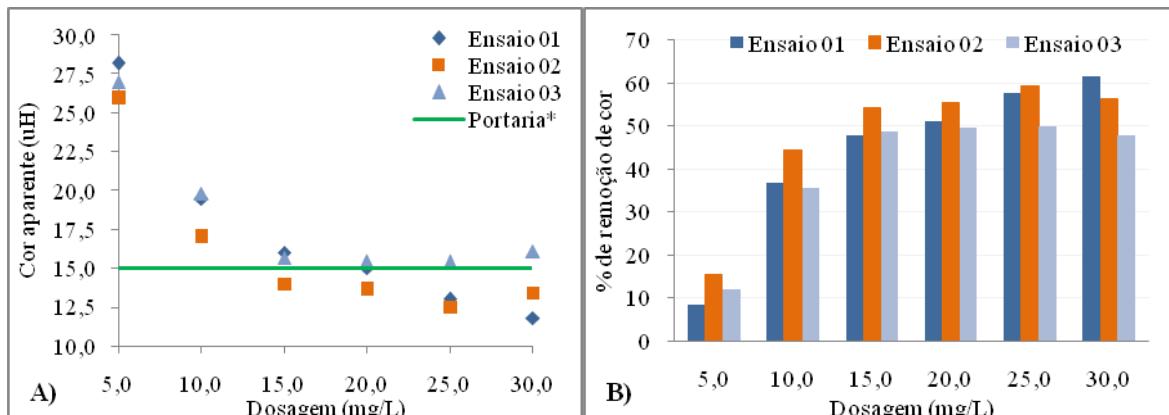
Tabela 2: Características utilizadas no equipamento jar test

Etapa do tratamento	Velocidade de rotação	Tempo
Mistura rápida	700 RPM	7 segundos
Flocação (1ª Etapa)	70 RPM	10 minutos
Flocação (2ª Etapa)	40 RPM	10 minutos
Flocação (3ª Etapa)	20 RPM	10 minutos
Decantação	0 RPM	2 minutos e 12 segundos

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As águas brutas do respectivo estudo apresentaram turbidez de 3,83 e 1,06, uT e cor aparente de 30,7 e 19,9 uH, para as Etapas I e II, respectivamente.

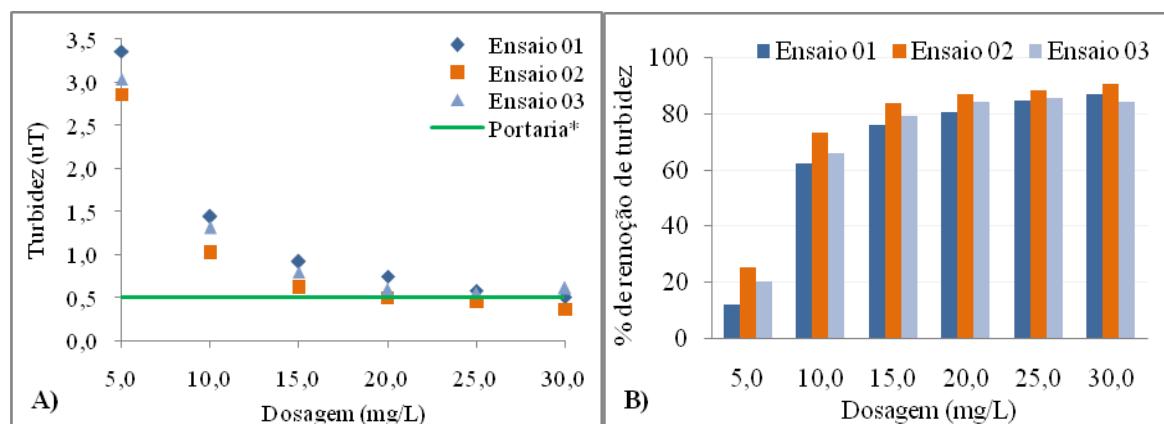
Os resultados experimentais relativos à Etapa I estão apresentados nas Figuras 1 e 2. Este foi conduzido tendo-se por objetivo avaliar a eficiência da remoção de cor aparente e turbidez com a utilização do carvão ativado e dos Tanfloc SL, SG e MT.



* Portaria de consolidação 05/2017 do MS

Figura 1: Resultados obtidos pós-decantação para cor aparente (A) e seu respectivo percentual de remoção de cor aparente (B) para a Etapa I

Observando a Figura 1A, nota-se que o Ensaio 01 atingiu, já na etapa de decantação, valores inferiores ao preconizado pela Portaria de consolidação nº 5/2017 do MS (15 uH) com concentrações de Tanfloc SL de 25 e 30 mg/L, alcançou a Portaria com o Tanfloc SG nas concentrações de 15 à 30 mg/L. Para o Ensaio 03, nenhuma concentração do coagulante foi capaz de atingir o valor preconizado pela referida portaria. Na Figura 1B, é possível observar que o Ensaio 01 apresentou o maior percentual de remoção de cor com a dosagem do coagulante de 30 mg/L, com aproximadamente 60%. Dentre os ensaios analisados, o Ensaio 02 apresentou maiores percentuais de remoção deste parâmetro, sendo mais eficiente com a dosagem de 25 mg/L do Tanfloc SG. O Ensaio 03 alcançou remoções de até 50 %, com a concentração de 20 mg/L do coagulante.



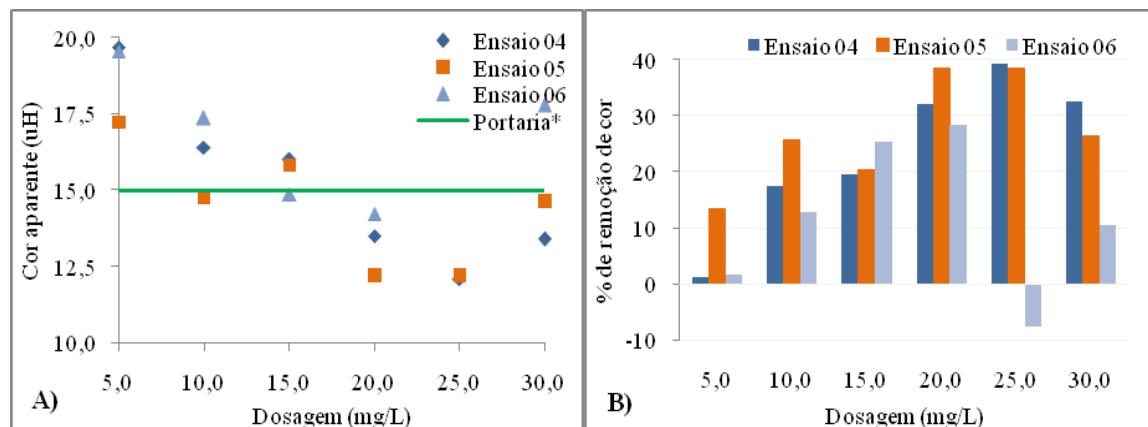
*Portaria de consolidação 05/2017 do MS

Figura 2: Resultados obtidos pós-decantação para turbidez (A) e seu respectivo percentual de remoção de turbidez (B) para a Etapa I

Em relação à remoção de turbidez, o Ensaio 01 obteve grande percentual de remoção a partir de 10 mg/L do coagulante, com remoções de mais de 85%. No geral, o ensaio mais eficiente foi novamente o Ensaio 02 com valores de até 90% de remoção, sendo obtido bons resultados a partir da dosagem de 10 mg/L do Tanfloc SG. O Ensaio 03 também apresentou resultados similares, com grande eficiência na remoção desde a dosagem de 10 mg/L do coagulante.

Notou-se que as utilizações do carvão ativado associado aos coagulantes orgânicos interagiram de forma harmônica fazendo com que as partículas em suspensão que existiam na água fossem desestabilizadas, formando flocos com maior densidade.

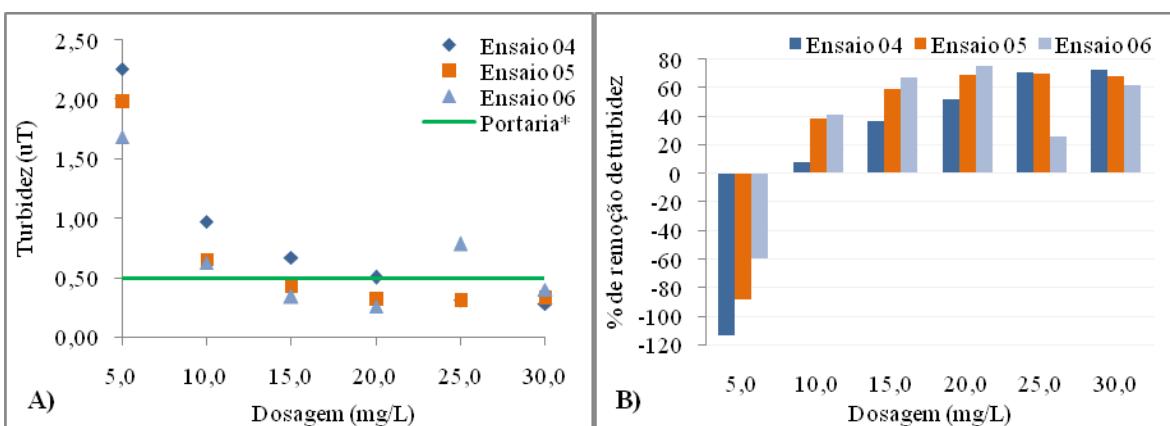
Para a Etapa II, os resultados experimentais estão apresentados na Figuras 3 e 4. O objetivo foi avaliar a remoção de cor aparente e turbidez, dessa vez com a utilização do carvão ativado, dos coagulantes e com a adição do polímero.



*Portaria de consolidação 05/2017 do MS

Figura 3 - Resultados obtidos pós-decantação para cor aparente (A) e seu respectivo percentual de remoção de cor aparente (B) para a Etapa II

Na Figura 3A, identifica-se os valores de cor aparente inferiores ao estabelecido pela portaria de consolidação nº 5/2017 pós-filtração para o Ensaio 04 nas dosagens de 20, 25 e 30 mg/L do coagulante, para o Ensaio 05 as dosagens de 10, 20, 25 e 30 mg/L do Tanfloc SG e já para o Ensaio 06 as dosagens de 15 e 20 mg/L do Tanfloc MT. Na Figura 3B, percebe-se que a percentagem de remoção de cor aparente com a utilização do polímero foi variável com o aumento da dosagem. Para o Ensaio 04 a maior remoção ocorreu com 25 mg/L do coagulante, com remoção de aproximadamente 40%. Para o Ensaio 05, identificou-se remoções em torno de 40% com dosagens de 20 e 25 mg/L. Com relação ao Ensaio 06, verificou-se a maior remoção por volta de 30% com a dosagem de 20 mg/L.



* Portaria de consolidação 05/2017 do MS

Figura 4: Resultados obtidos pós-decantação para turbidez (A) e seu respectivo percentual de remoção de turbidez (B) para a Etapa II

De acordo com a Figura 4A, todos os coagulantes apresentaram decaimento da turbidez a partir da dosagem de 10 mg/L do coagulante. Parte dos resultados apresentam-se com valores inferiores ao limite da Portaria 5/2017 do MS para a água depois de filtrada (0,5 uT), como o Ensaio 04 com dosagens de 25 e 30 mg/L de Tanfloc SL, o Ensaio 05 com dosagens de a partir de 15 mg/L e o Ensaio 06 com dosagens de 15, 20 e 30 mg/L. Na Figura 4B, percebe-se que o percentual de remoção de turbidez para a dosagem de 5 mg/L foi negativo para os três coagulantes utilizados no estudo. É provável que isso tenha ocorrido em virtude da dosagem inadequada dos compostos adicionados à água, não havendo formação de flocos densos. Para o Ensaio 04, que utilizou o Tanfloc SL como coagulante principal, notou-se maiores remoções de 71 e 73% para dosagens de 25 e 30 mg/L, respectivamente. Já para o Ensaio 05, com o Tanfloc SG, observou-se maiores remoções a partir de 15 mg/L, tendo a maior remoção de 70% para a dosagem de 25 mg/L. Por fim, o Ensaio 06 apresentou remoções de 68 e 75%, para as dosagens de 15 e 20 mg/L do Tanfloc MT, respectivamente.

Pôde-se observar com a utilização do polímero que, apesar de grande parte dos resultados apresentarem-se de acordo com o estabelecido pela Portaria de consolidação 05/2017 do MS, os percentuais de remoção da Etapa II comparados com a Etapa I, foram inferiores. É possível afirmar que o ocorrido deve-se primeiro ao instante ao qual ocorreu a adição do polímero, que foi realizado quase que simultaneamente ao carvão e ao coagulante, sendo este um curto espaço de tempo de interação entre os coagulantes antes da aplicação do polímero não sendo suficiente para desestabilizar as partículas, tão eficiente quanto a Etapa I e com isso, o polímero interligou apenas as partículas desestabilizadas. Outro ponto que pode ser destacado é sobre os baixos valores de turbidez da água bruta, o que fez com que o polímero ficasse em alta concentração, levando-o a se adsorver completamente em fragmentos particulares, antes do tempo da formação de pontes de hidrogênio, causando a repulsão das cargas do polímero e a posterior dispersão dos elementos (KIRWAN, 2002). Além disso, vale ressaltar que os coagulantes utilizados também são polímeros. Isso pode ter ocasionado no excesso de produtos poliméricos na água, gerando um efeito contrário ao esperado e sendo menos eficiente que a Etapa I.

CONCLUSÃO

Com base no exposto e em função dos resultados experimentais obtidos, pode-se concluir que a Etapa I foi mais satisfatória pois obteve maiores percentuais de remoção se comparada com a Etapa II, que utilizou o polímero. Para cor aparente, o melhor resultado obtido foi no ensaio 01, com a dosagem de 30mg/L com 61,61% de remoção, já para a turbidez, o ensaio que apresentou maior porcentagem de remoção foi o 02, com dosagem de 30 mg/L, obtendo 90,25%.

Esse estudo ressalta a eficiência da utilização de biocoagulantes, apresentando seu potencial para a substituição dos coagulantes inorgânicos, mais utilizados nas ETA's em todo o país. Os coagulantes naturais possuem potencial para a remoção de cor aparente e turbidez, com geração de lodos biodegradáveis, além disso, a obtenção deste coagulante pode auxiliar na diminuição do acúmulo de resíduos nas Estações de Tratamento de Águas.

Verificou-se então que os ensaios realizados possuem grandes vantagens, além das que já foram citadas, pode-se frisar que grande parte dos resultados ficaram de acordo com a Portaria de consolidação 5/2017 do MS, antes mesmo da etapa de filtração, apontando que os filtros vão se sobrecarregar com menos frequência, proporcionando economia de água nas suas lavagens e assim, permitindo redução de custos às companhias de saneamento.

Com relação a utilização do polímero, é necessário que haja estudos mais detalhados sobre a utilização do polímero associados a coagulantes orgânicos e também pode fazer estudo com a otimização do polímero, avaliando também os instantes os quais eles são adicionados ao tratamento com a finalidade de fazer o melhor aproveitamento possível desse recurso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AESA, Agência Executiva das Águas do Estado da Paraíba [2018]. Últimos volumes informados dos 121 reservatórios d'água da Paraíba monitorados pela AESA. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/ultimos-volumes/>>. Acesso em: 17. Out. 2018.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União, 03 out. 2017.
3. DA SILVA, T. S. S. Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto. Dissertação (Mestrado) - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1999.
4. FIORENTINI, V. Uso do tamino no processo de tratamento de água como melhoria em sistema de gestão ambiental. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
5. KIRWAN, L. J. An Investigation of polyacrylate adsorption onto hematite. Perth: Curtin University of Technology, 2002, 191p. (Tese, Doutorado em Química Aplicada).
6. MARCHETTO, M.; FILHO, S. S. F. Interferência do processo de coagulação na remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor em águas de abastecimento mediante a aplicação de carvão ativado em pó. Vol.10 – Nº 3 – jul-set 2005, 243-252.