

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO COAGULANTE TANFLOC SL COMO ALTERNATIVA AO USO DO SULFATO DE ALUMÍNIO COM UTILIZAÇÃO DE PRÉ-OXIDAÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS NATURAIS

Amanda Raquel Bezerra de Lima¹
Julianna Ferreira dos Santos Silva²
Jefferson Pedrosa de Oliveira³
Daniel Epifânio Bezerra⁴
Whelton Brito dos Santos⁵

INTRODUÇÃO

O Açude de Bodocongó, localizado na zona urbana de Campina Grande – PB, foi originalmente criado devido à escassez de água na região. Todavia, os elevados níveis de poluição de suas águas impossibilitaram seu uso para abastecimento doméstico.

O Açude vem sofrendo ações antrópicas ao longo dos anos que contribuem para a degradação das suas águas. As ações antrópicas acometidas no perímetro do mesmo ocasionam impactos negativos, tais como a contaminação da água por diversas substâncias, trazendo riscos à saúde da população que vive em seu entorno e faz uso de suas águas.

A água bruta é definida como a água captada diretamente de uma fonte de abastecimento oriundas de mananciais superficiais, desprovidas de qualquer tipo de tratamento e consideradas impróprias para o consumo humano. A água bruta do Açude de Bodocongó apresenta grandes quantidades de materiais dissolvidos e suspensos, ocasionando altos valores de cor e turbidez, sendo esses os principais parâmetros de caracterização física das águas.

A turbidez é uma propriedade da água associada à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas, bactérias e outros microrganismos. A água que possui turbidez faz com que as partículas em suspensão reflitam a luz, fazendo com que esta não chegue aos organismos aquáticos. Alguns microrganismos podem se alojar nas partículas em suspensão, se protegendo da ação de desinfetantes, passando a turbidez a ser considerada também sob o ponto de vista sanitário (SANTOS, 2007).

Em relação a cor nas águas, ela pode resultar dos processos de decomposição da matéria orgânica gerando substâncias húmicas, da presença de íons metálicos naturais como o ferro e o manganês, bem como do lançamento de diversos tipos de despejos industriais e esgotos domésticos. A remoção da cor na água não é facilmente conseguida com algumas tecnologias de tratamento e, na maioria dos casos se faz necessário a oxidação, fazendo o uso do cloro como agente oxidante.

Dentre as etapas do tratamento da água, os processos de coagulação e floculação caracterizam o início do mesmo e exercem influência sobre as fases subsequentes. O processo de coagulação/floculação tem por finalidade a remoção de material sólido em suspensão e/ou dissolvido. Para Kawamura (2000), a coagulação é o processo através do qual o agente

¹ Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental - UEPB, amandarblima@hotmail.com;

² Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental - UEPB, juhferreira13@gmail.com;

³ Graduando do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental - UEPB, jefferson_jpo@hotmail.com;

⁴ Graduando do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental - UEPB, dbezerra29@gmail.com;

⁵ Doutorando em Engenharia e Recursos Naturais - UFCG, wheltonbrt@gmail.com.

coagulante adicionado à água desestabiliza as partículas impuras, reduzindo as forças de repulsão que tendem a mantê-las separadas, e a floculação é a aglomeração dessas partículas por meio da agitação do fluido, formando partículas maiores que possam sedimentar pela ação da gravidade.

O processo de coagulação é feito por meio de agitação intensa (mistura rápida) para que ocorram interações entre o coagulante e a água. Evidentemente, a floculação das partículas já coaguladas deve ser em nível moderado (mistura lenta), pois, do contrário, poderá provocar a desagregação dos flocos já formados, o que dificultará a sua remoção (DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

Nos sistemas de tratamento de água, são convencionalmente empregados coagulantes inorgânicos, de origem química, constituídos por sais de ferro e alumínio, como por exemplo o sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$), o sulfato férrico ($Fe_2(SO_4)_3$) e o cloreto férrico ($FeCl_3$). Estes coagulantes são efetivos na remoção de uma ampla variedade de impurezas da água, todavia, os sais de alumínio remanescentes na água tratada são agentes inorgânicos não biodegradáveis que acrescentam elementos químicos à água e ao lodo (CORAL et al., 2009).

Como principal dificuldade do processo destaca-se o lodo inorgânico gerado, de difícil manuseio por parte das empresas em função de seu volume e do elevado teor de umidade (CRUZ; MENEZES; RUBIO; SCHNEIDER, 2005). Sais de alumínio são ambientalmente indesejáveis, pois os lodos produzidos podem disponibilizar íons solúveis que comprometem a saúde humana. É necessário, portanto, buscar coagulantes ambientalmente mais compatíveis (DA SILVA; SOUZA; MAGALHÃES, 2003).

De acordo com a TANAC, empresa produtora de coagulantes orgânicos, o Tanfloc SL é um polímero orgânico/catiônico obtido por meio de um processo de lixiviação da casca da Acácia negra (*Acácia mearnsii de wild*), de baixo peso molecular, utilizado como coagulante/floculante no tratamento de águas em geral, sendo eficiente na remoção de partículas presentes na água (TANAC, 2008). Segundo Kawamura (1991), a quantidade de lodo gerado pelos coagulantes orgânicos é bem menor e não possui sais de alumínio incorporado, portanto, é biodegradável, possibilitando sua compostagem e disposição final adequada. Dessa forma, o estudo de novas substâncias que sejam capazes de promover ação efetiva no tratamento de águas torna-se importante, mesmo que o custo dos biopolímeros catiônicos seja maior que o custo dos sais de alumínio e ferro, pois as reduzidas dosagens requeridas diminuem o custo, próximos aos dos coagulantes químicos.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar, a eficiência do coagulante Tanfloc SL em comparação ao coagulante inorgânico Sulfato de alumínio precedido de uma oxidação com cloro, analisando a remoção dos parâmetros cor e turbidez nas águas do Açude de Bodocongó.

METODOLOGIA

No ensaio de coagulação/floculação foi utilizada água bruta do Açude de Bodocongó, localizado na porção do alto curso da Bacia do Rio Paraíba, na região do agreste paraibano e possui uma área de aproximadamente 354.059m².

Os ensaios foram realizados em um aparelho *Jar Test* Poli Control®, modelo Floc Control III. Para realização dos ensaios foram utilizados dois coagulantes: Sulfato de Alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) como coagulante químico e Tanfloc SL como coagulante natural.

Foi realizada a caracterização do efluente, através dos parâmetros Cor (uC), Turbidez (NTU), pH e Temperatura (°C), os quais foram medidos utilizando medidores nefelométricos da Poli Control® (Aquacolor Cor e Turbidímetro AP2000) e pHmetro digital portátil da KASVI®, modelo K39-0014PA, respectivamente.

Foram realizados dois ensaios distintos, sendo um ensaio para cada coagulante. Para cada ensaio, foram analisadas diferentes dosagens do coagulante. O Ensaio 1 corresponde a utilização do Tanfloc SL, adotando dosagens de concentrações 30, 40 e 50 mg/L do coagulante, a partir da diluição de uma solução a 0,5% (1mL - 2,5mg/L). O Ensaio 2 corresponde ao uso do Sulfato de Alumínio, com dosagens de 30, 40 e 50 mg/L, utilizando a mesma concentração usada para o Tanfloc SL. Sendo que, anteriormente ao uso do Sulfato de Alumínio, foi feita uma pré-oxidação na água utilizando o agente oxidante Cloro da marca Genco (Cloro Estabilizado – Dicloro granulado), com uma solução a 0,5% (dosagem de 0,5mL/L a uma concentração de 10mg/L) e tempo de contato de 15 minutos.

É relevante destacar que as condições de dosagem adotadas para o sulfato de alumínio e o Tanfloc SL foram determinadas com base em estudos realizados com estes coagulantes por Pavanelli (2001), Coral et al. (2009), Moraes (2009) e Carvalho (2008).

Os ensaios de coagulação/floculação foram realizados a fim de determinar a faixa de dosagem ótima de trabalho para cada coagulante estudado, bem como o tempo ótimo de sedimentação. Em cada jarro do *Jar Test* foram adicionados 2L do efluente do Açude. O tempo do processo de tratamento foi de 20 segundos para a mistura rápida (coagulação) com velocidade angular de 600 rpm, 30 minutos para a mistura lenta (floculação) e 4,36 minutos para a sedimentação, levando em conta que o ponto de coleta foi realizado 7 cm do nível máximo de água no jarro. É importante destacar que a mistura lenta foi feita em três etapas: a primeira com velocidade de agitação de 70 rpm por 10 minutos, a segunda com velocidade de 40 rpm por 10 minutos e a terceira com 20 rpm por 10 minutos, totalizando 30 minutos de mistura lenta. A velocidade de sedimentação empregada para o Tanfloc SL e para o Sulfato de Alumínio foi de 1,5cm/min.

Os ensaios foram realizados na temperatura ambiente e sem correção de pH das amostras. Foram coletadas cerca de 100 mL do sobrenadante e foram analisados os parâmetros Cor aparente e verdadeira (uC), Turbidez (NTU) e pH. A determinação do parâmetro Cor verdadeira foi obtida através de centrifugação das amostras por 10 minutos e velocidade de agitação de 4000 rpm.

A medição dos parâmetros foi feita em triplicata, sendo considerado para análise o valor médio das medições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Se faz necessário evidenciar as características da água bruta utilizada nos ensaios de coagulação/floculação/sedimentação antes da exposição dos resultados obtidos no presente estudo: pH igual a 8,1; turbidez de 13,8 NTU; cor aparente igual a 82,37 uC; e cor verdadeira igual 55,3 uC.

Foi verificado nos ensaios que ambos os coagulantes reduziram o pH da água que inicialmente era de 8,1. Nas amostras em que se utilizou o Sulfato de Alumínio houve uma redução do pH a medida que a concentração do coagulante era maior, fato que pode ser explicado pelo Sulfato de Alumínio consumir a alcalinidade do meio, o que não ocorre para o Tanfloc, que apresentou valores de pH estáveis mesmo em concentrações mais elevadas.

Nas amostras de Sulfato de Alumínio houve uma leve redução da turbidez para as concentrações de 30mg/L e 40mg/L, no entanto, observou-se que na concentração de 50mg/L e pH 7,4 a turbidez fez-se maior que da água bruta (13,8 NTU).

Shen (2005) afirma que quanto menor a turbidez natural da água, mais difícil se torna a remoção dela através do sulfato de alumínio, sendo necessárias altas concentrações do coagulante, utilizando o mecanismo de coagulação por varredura.

Em todas as concentrações de Tanfloc a turbidez encontrada foi inferior à da água bruta, evidenciando ainda que o mesmo promove uma maior redução da turbidez em

comparação com o Sulfato de Alumínio, tendo uma melhor ação nas concentrações de 40mg/L e 50mg/L e pH próximo a 8,0.

Nos ensaios realizados, os valores para cor verdadeira e cor aparente apresentaram-se inferiores aos encontrados nas amostras de água bruta. O Tanfloc SL obteve um melhor desempenho na redução da cor aparente quando comparado com o Sulfato de alumínio nas mesmas concentrações (30mg/L, 40mg/L e 50mg/L) e pH de aproximadamente 7,5.

Para a cor verdadeira, percebeu-se uma melhor performance do Sulfato de Alumínio nas concentrações de 40 e 50mg/L, obtendo valores de 32,53 uC e 33,17 uC, enquanto o Tanfloc SL obteve valores de 33,27 uC e 36,9 uC nessas mesmas concentrações, respectivamente.

A forma do floco originado pela adição de Tanfloc, possui forma irregular, apresentando uma superfície relativamente maior, o que proporciona uma maior área de contato se comparado ao floco originado pelo sulfato de alumínio, obtendo-se, assim, uma clarificação mais eficiente, com uma menor cor e turbidez final (VANÂCOR, 2005). Porém, no presente estudo, averiguou-se que o Sulfato de Alumínio se mostra mais eficiente na remoção da cor verdadeira em altas concentrações, a partir de 40mg/L, e pH próximo a 7,5 enquanto o Tanfloc SL remove mais satisfatoriamente a cor verdadeira na concentração de 30mg/L. Ressalta-se que os coagulantes taninos em dosagens mais elevadas podem conferir cor mais elevada, já que é a base de tanino que apresenta sua própria cor natural (SILVEIRA et al., 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo pode-se observar que em todos os ensaios, os coagulantes aplicados obtiveram uma melhora em todos os parâmetros analisados, ressaltando uma maior eficiência do Tanfloc SL em relação ao parâmetro turbidez. No entanto, em altas concentrações, tal coagulante não se mostrou eficaz para a redução do parâmetro cor verdadeira, ainda assim o coagulante orgânico mostrou-se mais efetivo na remoção de impurezas, distintamente do Sulfato de Alumínio. Evidentemente, o coagulante orgânico apresenta vantagens a serem consideradas, como a inexistência de metais remanescentes na água tratada e no lodo gerado ao fim do processo de tratamento, facilitando a disposição final do mesmo ou a sua utilização para fins mais específico.

Desta forma, faz-se essenciais análises subsequentes com o Tanfloc SL para uma melhor apreciação de sua aplicabilidade e eficiência no tratamento de águas naturais.

Palavras-chave: Coagulante inorgânico; Coagulante orgânico, *Jar Test*.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, Maria J. H. Uso de coagulantes naturais no processo de obtenção de água potável. 2008. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

CORAL, L. A.; BERGAMASSO, R.; BASSETTI, F. J. Estudo da viabilidade de utilização do polímero natural (TANFLOC) em substituição ao sulfato de alumínio no tratamento de águas para consumo. Key Elements For A Sustainable World: Energy, Water And Climate Change São Paulo–Brasil, 2009.

CRUZ, J. G. H., MENEZES, J. C. S. S., RUBIO, J., SCHENEIDER, I. A. H. Aplicação de coagulante vegetal à base de tanino no tratamento por coagulação/floculação e adsorção/coagulação/floculação do efluente. XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande – MS (2005).

KAWAMURA, S. Effectiveness of natural polyelectrolytes in water treatment. Journal American Water Works Association, v. 83, n. 10, p. 88-91, 1991.

KAWAMURA, S. Evaluating Water Stability Indices from Water Treatment Plants in Baghdad City. Journal of Water Resource and Protection, Vol.6 No.14, 2nd Edition, New York. (2000).

L. Di Bernardo, A. D. B. Dantas, Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. 2ª ed., v. 1. São Carlos: Rima. (2005).

MORAES, Leila C. K. Estudo dos processos de coagulação e floculação seguidos de filtração com membranas para a obtenção de água potável. 2009. 223 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

PAVANELLI, Gerson. Eficiência de Diferentes tipos de Coagulantes na Coagulação, Floculação e Sedimentação de Água com Cor ou Turbidez Elevada. Tese de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos – SP (2001).

SANTOS, F. A. Avaliação da Eficiência de Diferentes Agentes Coagulantes na Remoção de Cor e Turbidez em Efluente de Galvanoplastia. Tese de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS (2007).

SHEN, Y. H. Treatment of low turbidity water by sweep coagulation using bentonite. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, v. 80, n. 5, p. 581-586, 2005.

SILVA, F. J. A. Da., SOUZA, L. M. M., MAGALHÃES, S. L. Avaliação do Uso de Coagulantes Orgânicos no Tratamento de Efluentes. XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Joinville – SC (2003).

SILVEIRA, T. N. et al. Performance de coagulantes orgânicos e inorgânicos por meio de diagrama de coagulação em águas naturais. Revista eletrônica de gestão e tecnologias ambientais (gesta). [S.L.], v. 7, n. 1, p. 16-25, 2019.

TANAC. Boletim Informativo. Montenegro – RS. Brasil (2008).

VANÂCOR, Romualdo N. Avaliação do coagulante orgânico veta organic utilizado em uma estação de tratamento de água para abastecimento público. 2005. 188 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.