

UTILIZAÇÃO DE REGRESSÃO LINEAR PARA VERIFICAR A RELAÇÃO ENTRE COR VERDADEIRA E ABSORBÂNCIA NO COMPRIMENTO DE ONDA 254NM

Weruska Brasileiro Ferreira¹; Thiago Cabral Nepomuceno²; Tarciana Ramos Diniz³.

1 Universidade Estadual da Paraíba, weruska_brasileiro@yahoo.com.br

2 Universidade Federal de Campina Grande, thiago.nepomuceno@hotmail.com

3 Universidade Estadual da Paraíba, tarcianaramos@gmail.com

Introdução

Dentre os métodos de desinfecção mais utilizados nas estações de tratamento de águas superficiais, a cloração é o mais comumente aplicado, uma vez que o cloro e seus compostos são fortes agentes oxidantes. Porém, o maior rigor de normas relacionadas a saúde pública tem questionado a utilização deste agente desinfetante em águas que apresentam elevada concentração de compostos orgânicos naturais (CONs), principalmente ácidos húmicos e fúlvicos.

Segundo Zarpelon e Rodrigues (2002), águas com presença significativa de CONs tem ocasionado uma série de problemas na qualidade da água utilizada para abastecimento público. A formação de compostos orgânicos halogenados, denominados de trihalometanos (THMs), é uma das principais dificuldades comentadas na assertiva anterior.

Os THMs formam-se a partir da reação entre os compostos orgânicos e o cloro residual livre, sendo que, a intensidade de sua formação depende de fatores como: pH, tempo de contato, temperatura, natureza e concentração dos CONs (principalmente os ácidos húmicos), dosagem do cloro e cloro residual, além da concentração do íon brometo Br^- (De Salvo, 2002). Embora existam nove possíveis estruturas para os THMs, considera-se que apenas quatro se apresentam em concentrações significativas na água potável: triclorometano (clorofórmio), tribromometano (bromofórmio), bromodiclorometano e dibromoclorometano.

A importância no monitoramento dos THMs em águas de distribuição está relacionada com o potencial tóxico dessas moléculas. A Agência Internacional de Pesquisas em Câncer (do inglês, International Agency for Research on Cancer – IARC) classificou o clorofórmio no Grupo 2B, sendo considerado como possivelmente cancerígeno para os seres humanos, principalmente em função de evidências suficientes de carcinogenicidade em animais experimentais.

Para o atendimento a Portaria 2914/2011, que estabelece limite máximo de $100 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ para os THMs, entre os critérios para o controle da formação desses subprodutos tem-se a identificação e remoção dos respectivos precursores. Segundo Di Bernardo (2011), dentre os parâmetros que podem fornecer informações significativas sobre os teores de MON, destacam-se: cor verdadeira, absorvância no comprimento de onda 254 nm, carbono orgânico total (COT) e carbono orgânico dissolvido (COD) e teores de oxigênio de dissolvido.

De acordo com Edzwald, Becker e Waltier (1985), a absorvância na faixa ultravioleta em 254 nm (ABS-254) é um excelente parâmetro indireto para estimar a concentração de matéria orgânica e de precursores de trihalometanos em amostras de água bruta de rios e reservatórios de cor elevada, uma vez

que esses compostos têm grande absorção de luz nesse comprimento de onda.

Na ausência de equipamentos para a realização da análise que envolva a habilidade de compostos orgânicos presentes na água em absorverem luz ultravioleta no comprimento de onda de 254 nm, a cor verdadeira também pode ser um indicativo indireto da presença de subprodutos da formação dos THMs, uma vez que o respectivo método nefelométrico pode gerar resultados fidedignos, além da simplicidade e dos baixos custos relacionados a essa técnica.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar, por meio de regressão linear, a relação existente entre os parâmetros cor verdadeira e absorbância 254 nm (ABS-254) de amostras de água decantada coletadas após ensaios de tratabilidade realizados em escala de bancada, com a finalidade de verificar a possibilidade de utilização desse parâmetro nefelométrico como indicador de potencial de formação de subprodutos organoclorados.

Metodologia

Os experimentos foram realizados a partir de um único volume de água coletado do açude Bodocongó (7°13'11" S, 35°52'21" W), localizado no município de Campina Grande-PB semiárido nordestino; na mesorregião do Agreste Paraibano; zona oriental do Planalto da Borborema; na Bacia do Médio Paraíba. O volume coletado foi de aproximadamente 1000 litros.

Como coagulantes, foram estudados: Sulfato de Alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$), cloreto férrico ($\text{FeCl}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$), Tanfloc SL e Tanfloc SG. As suspensões de todos os coagulantes foram preparadas a concentrações de 1%.

Os ensaios de tratabilidade da água foram realizados a nível de bancada em um aparelho Jar test modelo MILAN JAR TEST-JT 102, sendo fixadas as seguintes condições operacionais: para a mistura rápida foi utilizada a rotação máxima do aparelho (300 rpm) em um tempo de 20 segundos, o período de floculação ocorreu em 15 minutos, sendo variadas as rotações a cada 5 minutos (60, 40 e 30 rpm). Por fim, o período de sedimentação dos flocos foi baseado nas velocidades de sedimentação estudadas, 1,5 e 3,0 $\text{cm} \cdot \text{min}^{-1}$, respectivamente. As dosagens dos coagulantes variaram de 10 a 70 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, com intervalos de 10 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

A água bruta coletada foi armazenada em um reservatório de fibra de vidro com capacidade de 2000 litros. As condições de coleta, armazenamento e monitoramento da água de estudo foram realizadas de acordo com Di Bernardo (2011). O monitoramento da água bruta foi realizado duas vezes ao dia, durante todo o período de realização dos procedimentos experimentais (dez dias). Turbidez, cor verdadeira, pH e temperatura foram fixados como base para a realização do monitoramento.

Os parâmetros físico-químicos determinados tanto para a água bruta como para as amostras de água decantada coletadas após os ensaios de tratabilidade, foram o pH, turbidez, cor verdadeira, temperatura e abs 254 nm.

Para a determinação da absorbância 254 nm as amostras foram pré-filtradas em membrana 0,45 μm , para a efetiva remoção do material em suspensão.

Resultados e discussão

Para o monitoramento da água de estudo, foram obtidos os seguintes resultados: Temperatura - $27,45 \pm 0,52$ °C, Turbidez - $22,1 \pm 1,58$ uT, Cor verdadeira - $52,2 \pm 1,07$ uH e pH $8,14 \pm 0,057$. Esses valores representam as médias aritméticas, com os respectivos desvios padrão, para todos os conjuntos de dados de cada parâmetro físico-químico monitorado. É possível verificar valores de desvios padrão consideravelmente pequenos para os parâmetros monitorados, logo, é possível afirmar que a água de estudo não apresentou alterações significativas em sua qualidade durante a realização dos experimentos.

Após a realização dos procedimentos de regressão linear, foi verificada uma relação significativamente linear entre os valores de cor verdadeira e ABS-254, para as duas velocidades de sedimentação estudadas, após o tratamento com o cloreto férrico. Para os resultados associados a $3,0 \text{ cm. min}^{-1}$, o coeficiente de determinação encontrado foi de 89,03%, já para a velocidade de sedimentação de $1,5 \text{ cm. min}^{-1}$, o coeficiente de determinação foi de 85,93%.

Para o tratamento efetuado com o sulfato de alumínio, observa-se uma relação linear entre os parâmetros cor verdadeira e ABS-254, para as duas velocidades de sedimentação estudadas. Os valores dos coeficientes de determinação foram de 89,76 e 89,65%, para a velocidade de $3,0$ e $1,5 \text{ cm. min}^{-1}$, respectivamente. Também estudando o sulfato de alumínio, De Salvo (2002) obteve valores para o coeficiente de determinação de 96,23%, para o mecanismo adsorção-neutralização, e 90,02% para o mecanismo de varredura, sendo este último resultado próximo aos valores encontrados no presente trabalho. Rigobello *et al.* (2011) conseguiram mesmos níveis de remoção de cor e de substâncias húmicas, tanto para o cloreto férrico como para o sulfato de alumínio, para dosagens elevadas.

Os coeficientes de determinação encontrados para as amostras de água decantada provenientes do tratamento realizado pelo tanfloc SL também apresentaram valores expressivos. Os valores dos coeficientes de determinação foram de 86,93 e 87,10%, para as amostras coletadas a velocidades de sedimentação de $3,0 \text{ cm. min}^{-1}$ e $1,5 \text{ cm. min}^{-1}$. Assim, uma forte relação linear também foi observada para esses valores de cor verdadeira e ABS-254.

Ao utilizar o Tanfloc SG, também se verificou uma relação linear entre os valores de cor verdadeira e ABS-254, com coeficientes de determinação da ordem de 74,04 e 73,43 % para a água decantada associada às velocidades de sedimentação de $3,0$ e $1,5 \text{ cm. min}^{-1}$. Os valores dos coeficientes de determinação encontrados para a relação entre cor verdadeira e ABS-254, das amostras associadas ao Tanfloc SG, foram inferiores aos determinados para as correlações associadas aos demais coagulantes. Esse fato pode estar associado às oscilações dos valores de cor verdadeira e ABS-254 provocados pela adição do Tanfloc SG, podendo ter comprometido uma maior potência da regressão linear efetuada para esses parâmetros.

A relação significativa entre a cor verdadeira e os valores encontrados para a ABS-254 das amostras pode estar relacionada ao fato de que a presença de substâncias húmicas nas águas tem grande influência na coloração das águas naturais (Di Bernardo; Dantas, 2005).

A partir dos valores encontrados para os coeficientes de determinação, já expostos e discutidos nas assertivas anteriores, vale destacar que para um mesmo coagulante, os dados correspondentes as duas velocidades de sedimentação resultaram em valores próximos dos coeficientes de

determinação. Para o Tanfloc SG, por exemplo, foram determinados coeficientes de determinação de 74,04 e 73,43%, para 3,0 e 1,5 cm. min⁻¹, respectivamente. O que pôde ter proporcionado tais resultados foi uma possível independência do fator velocidade de sedimentação, não se mostrando determinante para os resultados de cor verdadeira.

As partículas responsáveis pela cor verdadeira nas águas são de pequenas dimensões, baixo peso molecular e, conseqüentemente, baixas velocidades de sedimentação, sendo assim, tais impurezas permaneceram na água decantada correspondente as duas velocidades de sedimentação estudadas. Desta forma, para as condições de tratabilidade adotadas, em termos de cor verdadeira, e para um mesmo coagulante, é possível que se possa trabalhar dentro da faixa de velocidade de sedimentação estudada sem que ocorram alterações significativas nos valores do respectivo parâmetro.

Conclusões

As análises de regressão linear, resultaram em coeficientes de determinação que indicam uma relação direta entre ABS-254 e cor verdadeira, podendo este último também fornecer informações fidedignas a respeito dos teores da matéria orgânica dissolvida presente na água. Pelos valores determinados para os coeficientes de determinação, possivelmente existiu uma independência da velocidade de sedimentação, para todos os coagulantes, em termos de cor verdadeira.

Palavras-Chave: Absorbância; Cor verdadeira; Regressão; Trihalometanos.

Referências

APHA, AWWA, WPCF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20ed.. Washington, E. U. A., 1999.

Brasil. Ministério da Saúde. Portaria Nº 2914/2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de portabilidade. Diário Oficial da União, 12dez. 2011.

DE SALVO, M.T. Redução de precursors de trihalometanos por coagulação otimizada. Campinas, 2002. Dissertação de mestrado – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Campinas, 2002.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. Métodos e técnicas de tratamento de água. 2ª ed. São Carlos: RiMa, 2005. 1600p.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B.; VOLTAN, P. E. N. Tratabilidade de Água e dos Resíduos gerados em Estações de Tratamento de Água. São Carlos: Editora LDiBe (2011).

EDZWALD, J.K.; BECKER, W.C. & WATTIER, K.L.: "Surrogate Parameters for Monitoring Organic Matter and THM Precursors", Journal AWWA, 77 (4): 122132, 1985

RIGOBELLO, E. S.; DANTAS, A. D. B.; DI BERNARDO, L.; VIEIRA, E. M. Influence of the apparent molecular size of aquatic humic substances on colour removal by coagulation and filtration. Environmental Technology, v.32, p.1767-1777, 2011.

ZARPELON, A.; RODRIGUES, E.M. Os trihalometanos na água de consumo humano, Rev. Tec. Sanepar, São Paulo, n. 17, Jan-Jun., 2002.

