

AVALIAÇÃO DA DESFLUORETAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS A PARTIR DA COAGULAÇÃO COM EXTRATOS DE *Moringa oleifera* Lam

Vinicius Masquetti da Conceição¹; Franciele Pereira Camacho²; Fátima de Jesus Bassetti¹ & Rosângela Bergamasco²

Resumo – O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de redução de flúor em água subterrânea fluorada a partir do processo de coagulação/floculação/sedimentação utilizando extratos de sementes de *Moringa oleifera* Lam como coagulante natural. Os ensaios foram conduzidos em equipamento “Jar test” para as concentrações iniciais de flúor de 3,0 e 5,0 mg F/L e, concentrações de moringa de 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 e 5,0 g/L. Os resultados obtidos demonstraram uma remoção de até 69 %. O procedimento é simples, de baixo custo e apresenta-se como uma alternativa viável de tratamento de águas, cuja concentração de flúor encontra-se acima do permitido pela 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

Abstract – This study aimed to evaluate the efficiency of reduction of fluoride in groundwater from the fluorinated coagulation/flocculation/sedimentation using extracts from seeds of *Moringa oleifera* Lam as a natural coagulant. The tests were conducted on equipment "Jar test" for the initial concentrations of fluoride of 3.0 and 5.0 mg F/ L, and concentrations of moringa of 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 and 5,0 g/L. The results showed a deletion of up to 69%. The results showed a deletion of up to 69%. The procedure is simple, inexpensive and presents itself as a viable alternative for the treatment of water whose fluoride concentration is above that allowed by the Ministry of Health 2.914/2011.

Palavras-Chave – Desfluoretação, águas subterrâneas, *Moringa oleifera* Lam.

1. Introdução

A crescente degradação dos corpos de águas superficiais, nos últimos anos, tem proporcionado um aumento da captação das águas subterrâneas para o abastecimento.

Em muitas regiões, as águas subterrâneas podem conter elevados níveis de substâncias naturais que limitam o seu uso como, por exemplo, quando a água do mar invade um aquífero (Struckmeier et al., 2007). Neste contexto, existem relatos de um número significativo de países e de diversos estados brasileiros, como o Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, entre outros, que apresentam águas subterrâneas com excesso de flúor acima dos padrões estabelecido pela Portaria nº 2.914/2011 do MS (1,5 mg F/L) para a água destinada ao consumo humano, impedindo que as mesmas sejam utilizadas sem tratamento prévio (Pires, 2001).

¹ Departamento de Química e Biologia – DAQBI – UTFPR. Rua Deputado Heitor de Alencar Furtado, 4900 - Bloco C - Ecoville - Curitiba/PR - CEP 81280-340 - Brasil. - Tel: (41) 3373 0832 - e-mail: viniciusmasquetti@hotmail.com

² Departamento de Engenharia Química – DEQ – UEM. Avenida Colombo, 5790 - Bloco E46 – Tel.: (44) 3011-4745 / 3011-4787 - Fax: (44) 3011-4793 e-mail: rosangela@deq.uem.br

A contaminação por flúor pode ocorrer por fatores naturais em águas subterrâneas e também pode ser gerada pela atividade humana nas indústrias de alumínio, no processo de eletrólise ígnea da alumina, nas indústrias de fertilizantes, nas indústrias metalúrgicas e cerâmicas (Alvarinho e Martinelli, 2000).

O consumo de águas com excesso de flúor pode resultar em diversos problemas de saúde pública, tais como, fluorose dentária ou esquelética, moléstia que promove mudanças nos dentes e/ou ossos, além de ossificação de tendões e ligamentos.

O processo convencional, coagulação/floculação/sedimentação, é uma alternativa simplificada e de baixo custo que apresenta boa eficiência na remoção de diversos compostos presentes nas águas. Entre os principais agentes coagulantes utilizados atualmente nas estações de tratamento de águas, têm-se o sulfato de alumínio, cloreto férrico, policloreto de alumínio, polímeros catiônicos, entre outros.

Segundo Ndabigengesere e Narasiah (1996), extrato de sementes de *Moringa oleifera* Lam (MO) é uma alternativa viável de agente coagulante em substituição aos sais de alumínio, normalmente, utilizados no tratamento de água. Pois, não alteram significativamente o pH e a alcalinidade da água após o tratamento e, também não causam problemas de corrosão.

Neste sentido, no presente trabalho foi investigado o processo de coagulação/floculação/sedimentação, utilizando extratos de sementes de *Moringa oleifera* Lam como agente coagulante natural na redução do excesso de flúor em água subterrânea fluorada.

2. Materiais e Métodos

As amostras de águas subterrâneas utilizadas nos ensaios foram provenientes de um poço tubular de 150 m de profundidade, localizado no município de Maringá/PR.

Em virtude da dificuldade de acesso e obtenção de águas subterrâneas com excesso de flúor na região, optou-se por adicionar flúor na água de poço para se conseguir trabalhar com amostras que simulassem águas subterrâneas naturais com excesso de fluoretos. O sal utilizado para fluorar a água, foi o fluoreto de sódio (NaF) nas concentrações iniciais de 3,0 e 5,0 mg F⁻/L.

A solução coagulante de *Moringa oleifera* (MO) foi preparada e sempre utilizada no mesmo dia. Foram pesados 5 g de sementes descascadas provenientes do Campus da Universidade Federal de Sergipe em Aracajú, que foram trituradas e adicionadas a 0,1 L de água destilada, correspondendo a uma concentração de 50 g/L. Posteriormente, a solução foi agitada durante 60 min e filtrada a vácuo. As concentrações de solução coagulante investigada foram de 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 e 5,0 g/L.

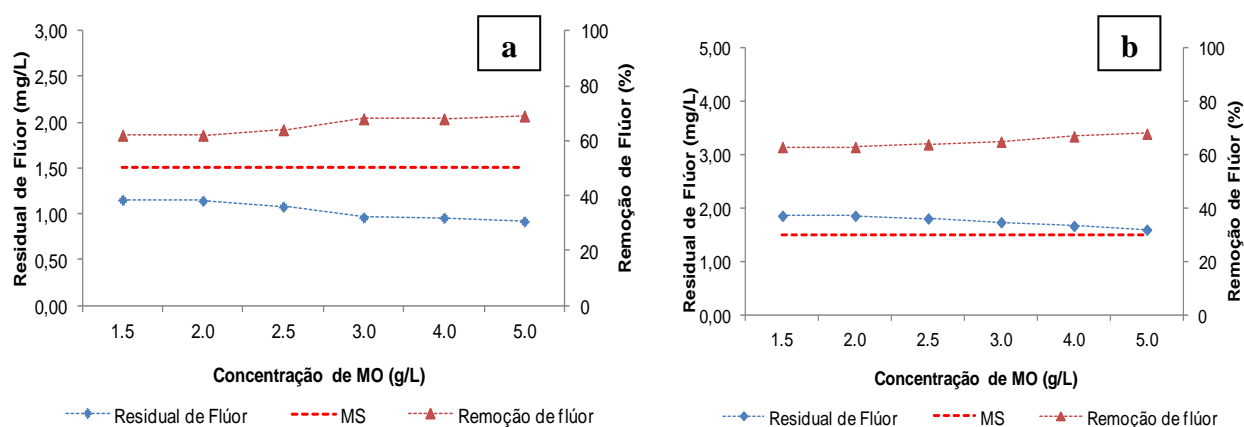
Os ensaios de coagulação/floculação/sedimentação consistiram em submeter 0,2 L de amostras de água subterrânea fluorada em béqueres com capacidade de 0,6 L para cada concentração do coagulante.

As condições operacionais do processo foram: gradiente de mistura rápida (GMR) de 120 s^{-1} , tempo de coagulação (TC) de 3 min, gradiente de mistura lenta (GML), 20 s^{-1} , tempo de floculação (TF) de 15 min e tempo de sedimentação (TS) de 60 min.

Antes e após os ensaios foram realizadas leituras de flúor por meio de um eletrodo seletivo de íon fluoreto (ISE) para a avaliação do tratamento proposto.

3. Resultados e Discussão

Os resultados encontrados para os parâmetros: residual de flúor e eficiência de remoção de flúor, obtidos a partir dos ensaios de coagulação/floculação/sedimentação com água subterrânea fluorada para as concentrações iniciais de 3,0 e 5,0 $\text{mg F}^{-}/\text{L}$, estão apresentados nas Figura 1.



* MS: Ministério da Saúde.

Figura 1. Valores dos residuais e remoção de flúor obtidos nos ensaios para a concentração inicial de 3,0 $\text{mg F}^{-}/\text{L}$ (a) e 5,0 $\text{mg F}^{-}/\text{L}$ (b).

Analisando os dados constantes na Figura 1, observa-se que houve significativa redução do flúor após os ensaios de coagulação/floculação/sedimentação utilizando extrato aquoso de MO como agente coagulante. Os residuais de fluoreto (Figura 1a), obtidos para as concentrações de 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 e 5,0 g.L^{-1} de MO a partir da concentração inicial de 3 $\text{mg F}^{-}/\text{L}$, foram da ordem de 1,15; 1,14; 1,08; 0,96; 0,96 e 0,92 mg.L^{-1} , respectivamente, sendo que, todos os valores encontram-se abaixo do limite máximo de 1,5 $\text{mg F}^{-}/\text{L}$ estabelecido pela Portaria 2.914/2011 do MS para as águas destinadas ao consumo humano.

Os valores de porcentagens de remoção de flúor obtidos a partir de uma solução de concentração inicial de 3 mg.L^{-1} flúor foram de 62, 62, 64, 68, 68 e 69 %, respectivamente, para as concentrações de 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 e 5,0 g/L de MO, demonstrando valores de porcentagem de remoção próximos.

Bazanella (2010), estudou também a utilização de extratos aquoso de MO na remoção de flúor em água sintética, obtendo-se valores de residuais de flúor da ordem de 1,61 e 1,03 mg F⁻/L para a concentração inicial de fluoreto de 3 mg.L⁻¹ e concentrações de 12,5 e 25 g/L de MO.

Silva et al. (2006), obteve residuais de fluoreto superiores aos encontrados nesse trabalho, da ordem de 1,50; 1,50; 1,40 e 1,00 mg F⁻/L para as concentrações de 1,25; 2,50; 6,25 e 12,5 mg.L⁻¹ de extratos de MO, valores esses de solução coagulante também maiores.

A partir dos dados constantes na Figura 1 b, pode-se observar que houve também, significativa redução do flúor para a concentração inicial de 5 mg F⁻/L, sendo obtido os residuais de fluoreto de 1,86; 1,86; 1,81; 1,74; 1,64 e 1,60 mg.L⁻¹ para as concentrações de 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 e 5,0 g.L⁻¹ de extratos de semente de MO, respectivamente.

Verificou-se que os residuais de flúor obtidos para a concentração inicial de 5 mg F⁻/L, encontram-se próximos ao limite máximo estabelecido pela Portaria 2.914/2011 do MS, conforme observado na Figura 1 b. Os valores de porcentagem de remoção de flúor obtidos foram da ordem de 63, 63, 64, 65, 67 e 68 %, respectivamente, para as concentrações de 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0 e 5,0 g/L de MO, demonstrando também valores próximos de porcentagem de remoção.

4. Conclusões

A aplicação de extratos de *Moringa oleifera* Lam, como coagulante, apresentou-se como uma boa alternativa como coagulante para a redução do excesso de flúor em água subterrânea, tendo-se em vista a utilização de um coagulante natural, biodegradável e responsável pela produção de menor volume de lodo, diferentemente do que é observado com a utilização dos coagulantes químicos.

5. Referências Bibliográficas

- ALVARINHO, S.B.; MARTINELLI, J. R. 2000. Utilização de alumina para a remoção de fluoretos em águas e efluentes. Cerâmica, vol.46 – n° 298, São Paulo.
- BAZANELLA, G.C.S. 2010. Processo de desfluoretação de águas subterrâneas a partir do uso de coagulantes naturais e do processo de separação por membranas. 82 f. Dissertação (mestrado) Programa de Pós-graduação em engenharia química, Universidade Estadual de Maringá - UEM. Maringá.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE: Portaria n° 2.914, de 14 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011.
- NDABIGENGESERE A., NARASIAH, S.K., 1996, Influence of Operating Parameters on Turbidity Removal by Coagulation with *Moringa oleifera* Seeds, Environmental Technology. 17:1103-1112.
- PIRES, M.B.O. 2001. Fluorose dentária endêmica: revisão de literatura. Unimontes Científica. Montes Claros, v.2, n.2.
- SILVA, C. A.; MIRANDA, F.M.; PAULA, L.O.; COELHO, N.M. 2006. Uso da *Moringa oleifera* para remoção de flúor em águas. Revista Analytica, São Paulo, n. 21, p. 72-75.
- STRUCKMEIER, W.; RUBIN, Y.; JONES, J.A.A. Água subterrânea - reservatório para um planeta com sede?. Comissão Nacional da UNESCO, 2007. Disponível em: www.yearofplanetearth.org, acessado em: 10 de março de 2010.