

APLICAÇÃO DA *Moringa oleifera* CONFINADA EM SACHÊS COMO COAGULANTE NATURAL NO TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO

EDILAINÉ R. PEREIRA¹, MARCELA SORIANI², GUILHERME DE CARVALHO ANDRADE³,
JOELMIR A. BORSSOI⁴, JOSEANE DÉBORA PERUÇO THEODORO⁵

¹ Enga Agrícola, Profa. Doutora Adjunto, Depto. de Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Londrina - PR, Fone: (0XX43) 33769259, edilainepereira@utfpr.edu.br.

² Aluna Eng. Ambiental, UTFPR, Londrina - PR.

³ Aluno Eng. Ambiental, UTFPR, Londrina - PR.

⁴ Matemático, Prof. Doutor, Depto. de Matemática, UTFPR, Londrina - PR.

⁵ Enga. Química, Profa. Doutora, Depto de Ambiental, UTFPR, Londrina - PR.

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: Este trabalho teve como propósito avaliar a solução salina como meio potencializador à ação coagulante da *Moringa oleifera* além de verificar se tal coagulante possa ser uma opção de uso sustentável as estações de tratamento de água. Foram realizados ensaios Jar Teste para simular o processo de coagulação/floculação/decantação provocados em uma estação de tratamento de água de abastecimento. A fim de se determinar a eficiência da aplicação da semente de *Moringa oleifera* em solução salina determinou-se os seguintes tratamentos: C1: 2,0 g *Moringa oleifera* e 2,0 g NaCl; C2: 2,0 g *Moringa oleifera* e 1,8 g NaCl; C3: 2,0 g *Moringa oleifera* e 1,6 g NaCl; C4: 2,0 g *Moringa oleifera* e 1,4 g NaCl; C5: 2,0 g *Moringa oleifera* e 1,2 g NaCl; C6: 2,0 g *Moringa oleifera* sem NaCl. Os parâmetros analisados foram pH, cor e turbidez. Notou-se que para o pH os valores não obtiveram diferenças significativas quanto ao valor bruto variando numa faixa de 6,22 a 5,77. Já para a cor e turbidez notou-se uma agregação de valor para o tratamento 2 onde houve maior porcentagem de remoção de cor na ordem de 91,5% e de turbidez 91% após o processo de sedimentação, comprovando a eficiência do uso do NaCl como potencializador da ação deste coagulante natural.

PALAVRAS-CHAVE: coagulante natural, tratamento de água, solução salina.

APPLICATION OF *Moringa oleifera* CONTAINED IN SACHETS AS COAGULANT NATURAL IN SUPPLY WATER TREATMENT

ABSTRACT: This paper aimed to evaluate the saline solution as a means potentiating the action of the coagulant *Moringa oleifera*, moreover verifying if the coagulant may be used as an option of sustainable use in water treatment. Jar test experiments were executed to simulate the process of coagulation / flocculation / sedimentation caused in a supply water treatment. In order to determinate the efficiency of the application of *Moringa oleifera* seed in saline solution defined the following treatments: C1: *Moringa oleifera* and 2,0 g NaCl 2,0 g; C2: 2,0 g *Moringa oleifera* and 1,8 g NaCl; C3: *Moringa oleifera* 2,0 g and 1,6 g NaCl; C4: 2,0 g *Moringa oleifera* and 1,4 g NaCl; C5: 2,0 g *Moringa oleifera* and 1,2 g NaCl; C6: 2,0 g *Moringa oleifera* without NaCl. The parameters analyzed were pH, color and turbidity. It was observed that for pH values did not obtain significant differences in the gross amount varying in a range from 5,77 to 6,22. As for the color and turbidity was observed an aggregation of value for treatment 2 which was a higher percentage of color removal of 91,5% and 91% after the sedimentation process, proving the efficiency of the use of NaCl as potentiating the action of this natural coagulant.

KEYWORDS: natural coagulant, water treatment, saline solution.

INTRODUÇÃO: A realidade de países em desenvolvimento como o Brasil leva a situações em que muitas pessoas captam e consomem águas superficiais sem nenhum tipo de tratamento, águas que podem estar contaminadas pelas próprias condições sanitárias do local ou pelas atividades antrópicas irregulares, colocando em risco a vida de milhões de pessoas que poderão ser vítimas de doenças de veiculação hídrica. Com isso, é necessário realizar a remoção da maior quantidade possível de contaminantes antes de usá-la para consumo humano, que em condições sanitárias apropriadas é realizada através de operações unitárias básicas de tratamento de água como a coagulação, floculação, sedimentação/flotação e filtração. A coagulação é a considerada a etapa mais crítica do tratamento de água para abastecimento, pois é caracterizada, geralmente, pela adição de coagulantes químicos. Tais coagulantes químicos, como o sulfato de alumínio, muitas vezes podem trazer riscos à saúde da população devido ao alumínio remanescente na água tratada e da grande quantidade de lodo produzido, tornando o uso de coagulantes naturais, de origem vegetal como a *Moringa oleifera*, uma alternativa viável e acessível (MADRONA, 2010). Diante da problemática surge alternativas para contribuir com a melhoria da qualidade da água, como o uso das sementes de *Moringa oleifera*, responsável pelo processo de coagulação e que além de produzir baixas quantidades de lodo residual, possui baixa toxicidade, poder de redução de bactérias, eficiência na remoção de cor e turbidez e fácil acessibilidade.

MATERIAL E MÉTODOS: A literatura apresenta diferentes metodologias indicando os procedimentos necessários para obtenção de solução à base de sementes de *Moringa oleifera*, contudo, a metodologia utilizada neste trabalho será baseada segundo as instruções de Theodoro (2012), em que será utilizado o liquidificador para a obtenção do pó de *Moringa oleifera*, pois tal equipamento garantirá a produção da solução coagulante em maior eficiência na redução de turbidez e cor aparente. Foram trituradas 40 g da semente da *Moringa oleifera* no liquidificador, e utilizado 25 gramas de NaCl como meio potencializador da proteína existente na semente, os quais foram colocadas em 6 sachês, onde utilizou-se a seguinte distribuição entre os tratamentos: T1: 2,0 g *Moringa oleifera* e 2,0 g NaCl; T2: 2,0 g *Moringa oleifera* e 1,8 g NaCl; T3: 2,0 g *Moringa oleifera* e 1,6 g NaCl; T4: 2,0 g *Moringa oleifera* e 1,4 g NaCl; T5: 2,0 g *Moringa oleifera* e 1,2 g NaCl; T6: 2,0 g *Moringa oleifera* sem NaCl. A confecção dos sachês de *Moringa oleifera* foi realizada de acordo com Arantes (2014). Para a aplicação dos sachês, estes foram fixados em régua de acrílico para que fiquem na mesma posição nos jarros do equipamento Jar-Test, centralizados em uma das paredes laterais e no fundo dos jarros, de acordo com a metodologia realizada por Silva (2011), de modo que estes estejam completamente submersos em água e que não entrem em contato com a paleta de mistura. A Figura 1 a variação do ensaio ao longo do tempo.



FIGURA 1. Representação do ensaio Jar-test durante o processo de coagulação (a) e durante o processo de sedimentação (b)

Após a finalização no preparo e acondicionamento dos sachês nos jarros do jar-test, foram adicionados 2 litros da água bruta em cada um, para iniciar a dispersão da proteína. A combinação do gradiente de velocidade e do tempo de mistura determinados garantiu o contato de todo volume de água presente nos jarros com sachê durante o período de avaliação. Segundo operações definidas por Arantes (2010),

as condições operacionais adotadas nas etapas de tratamento da água (coagulação, floculação e sedimentação) utilizando as 6 soluções coagulantes à base de sementes de *Moringa oleifera*, foram de 440 s^{-1} em 30s (mistura rápida); 20 s^{-1} em 10 min (mistura lenta) e 40 min (sedimentação). Ao longo de 40 minutos de sedimentação coletou-se amostras em intervalos de tempo de 10 minutos entre uma amostra e outra e obteve-se os resultados dos parâmetros pH, cor aparente e turbidez da água. Todos os parâmetros foram analisados de acordo com o Standard Methods of Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012)

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 1 representa a variação dos valores brutos de pH da água ao longo do tempo.

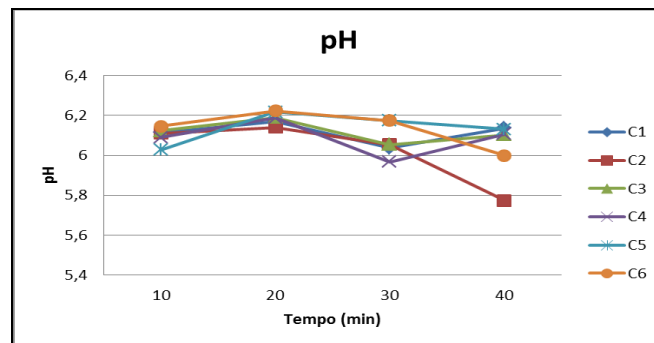


Figura 1 - Valores médios de pH da água tratada observados durante o ensaio.

Considerando o valor do pH da água bruta (6,22) houve uma redução para as seis dosagens testadas, apresentando valores de pH iguais e inferiores em todos os ensaios ao final do tempo de sedimentação, tendo variado dentro de uma faixa de 6,22 para o valor máximo no tratamento C6 a 5,77 para o valor mínimo no tratamento C2, sendo que grande parte dos valores de pH eram superiores a 6. Não foi verificada diferenças nos resultados de pH, em relação ao tratamento da *Moringa oleifera* extraída em solução salina (NaCl) e ao tratamento sem adição de sal. Os valores do pH foram mantidos próximos ao valor da água bruta conforme literatura. Uma das vantagens da utilização deste coagulante natural consiste no fato de não ocorrer alterações significativas nos valores de pH da água tratada (MADRONA, 2010), resultando na facilidade operacional e redução de custo considerando que não há necessidade de correção do pH. Grande parte dos valores obtidos estão em acordo com a determinação da Portaria 2914/2011 para potabilidade da água, que recomenda que o pH da água tratada, no sistema de distribuição, seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

A Figura 2a e 2b representam a eficiência de remoção do parâmetro cor aparente e turbidez, respectivamente, ao longo do tratamento.

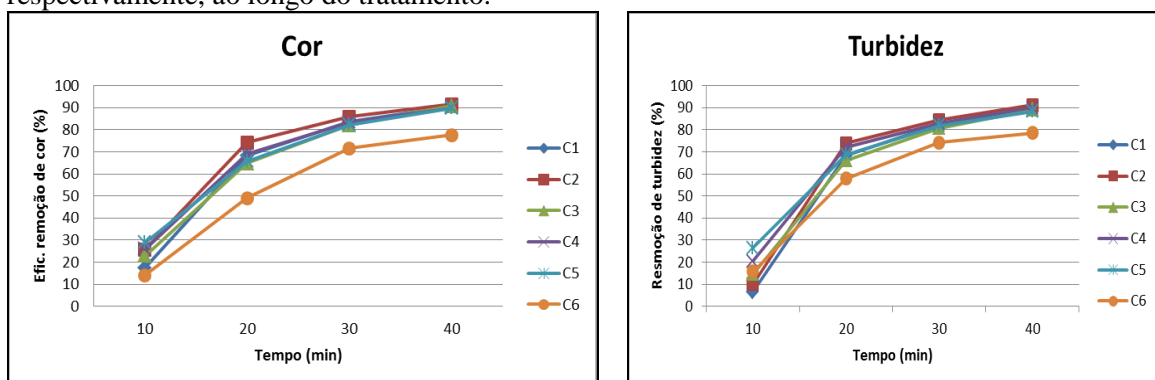


Figura 2 – (a) Eficiência de remoção de cor aparente (b) Eficiência de remoção de turbidez ao longo do ensaio de sedimentação.

Para os 6 tratamentos foram observados eficiência de remoção da cor da água tratada com relação a água bruta. O tratamento C2 apresentou o maior índice com uma redução com valor de 91,5% ao final

de 40 minutos de ensaio, seguindo pelo tratamento C3 com 91%, os tratamentos, C1, C4 e C5 com 90% e o tratamento C6 com 77%. Isto demonstra que a capacidade do coagulante está diretamente relacionada com o teor de proteínas liberadas no processo de extração ao longo do tempo de sedimentação, que é mais representativo nos tratamentos com adição de NaCl.

Para o parâmetro turbidez, considerando-se o decorrer da sedimentação o tratamento C2 obteve a maior eficiência de remoção com 91% após os 40 minutos, seguido pelo tratamento C4 com 90%, tratamento C1 e C3 com 89%, tratamentos C5 com 88% e tratamento C6 com 78% (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**2b). Okuda et al. (1999) constatou que para a semente de *Moringa oleifera* extraída por meio de uma solução salina NaCl 1M, sua atividade coagulante apresentou uma eficiência 7,4 vezes maior que a solução preparada somente com água destilada, corroborando os resultados deste estudo e evidenciando que os tratamentos a base de NaCl (C1, C2, C3, C4 e C5) são mais eficientes que o tratamento sem NaCl (C6). Podemos afirmar que a concentração salina influencia positivamente nos percentuais de remoção de turbidez, pois este proporciona a liberação de maior quantidade de proteína encontrada nas soluções e à medida que o nível de proteína aumenta maior é a atividade de coagulação, e melhor é a eficiência de remoção de turbidez (Madrona, 2010).

CONCLUSÕES: Através dos resultados conclui-se que a solução salina comprovadamente potencializou a ação da proteína presente na semente de *Moringa oleifera* fazendo com que os ensaios com a utilização de elevadas taxas de NaCl proporcionassem melhores resultados. No caso deste experimento a concentração C2 contendo 2,0 g *Moringa oleifera* e 1,8 g NaCl foi o que apresentou maior eficiência de remoção tanto de cor aparente como de turbidez podendo ser considerado a melhor proporção de uso entre estes elementos. Os resultados obtidos demonstram que a solução salina potencializa a proteína presente nas sementes fazendo com que a porcentagem de eficiência de remoção sejam maiores nos tratamentos com ação do sal, tornando o estudo viável para atingir os critérios para tratamento de água.

REFERÊNCIAS

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22ª ed. Washington, 2012.

ARANTES, C.C. Aplicação de coagulante à base de pó de sementes de *Moringa oleifera* confinado em sachês no tratamento de água. 2014. 256 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

MADRONA, G.S. Extração/purificação do composto ativo da semente da *Moringa oleifera* Lam e sua utilização no tratamento de água para consumo humano. 2010. 176 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Programa de Engenharia Química em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

OKUDA, Tetsuji; BAES, Aloysius U. NISHIJIMA, Wataru; OKADA Mitsumasa. Improvement of extraction method of coagulation active components from *Moringa oleifera* seed. Water Res. v.33, n.15, p.3373-3378. 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135499000469>>. Acesso em: 27 out. 2014.

SILVA, G.K. Método alternativo para aplicação do coagulante natural *Moringa oleifera* no tratamento de água. 2011. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Estadual de Campinas, São Paulo, 2011.

THEODORO, J.D. P. Estudo dos mecanismos de coagulação/floculação para a obtenção de água de abastecimento para o consumo humano. 2012. 184f. Tese de Doutorado (Departamento de Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Set. 2012.