

## **SCREENING DE FATORES SIGNIFICATIVOS NA REMOÇÃO DE CIANOBACTÉRIAS TÓXICAS DA ÁGUA COM USO DE *Moringa oleifera***

**SELMA GOUVÊA DE BARROS<sup>1,2</sup>, MARIA DO CARMO BITTENCOURT DE OLIVEIRA<sup>3</sup>, JOSÉ EUCLIDES STIPP PATERNIANI<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Fone: 19 34294128, [selma.barros@feagri.unicamp.br](mailto:selma.barros@feagri.unicamp.br)

<sup>2</sup> Professora Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, campus Inconfidentes

<sup>3</sup> Professora Associada no Departamento de Ciências Biológicas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo

<sup>4</sup> Professor Titular na Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

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

**RESUMO:** Cianobactérias são microrganismos dulcaquícolas formadoras de florações potencialmente tóxicas e frequentemente presentes em mananciais de captação de água para consumo humano. Portanto é necessário desenvolver procedimentos de retiradas de cianobactérias da água para consumo humano. A planta *Moringa oleifera* produz sementes com potencial coagulante. Objetivou-se selecionar os fatores do processo de coagulação-floculação-sedimentação com uso de moringa que afetam a clarificação de águas contendo cianobactérias. Utilizou-se o planejamento experimental fatorial fracionado para avaliar a significância dos fatores no processo coagulação-floculação-sedimentação: rotação de agitação rápida e lenta (rpm), pH, tempo de agitação rápida e lenta (s) e concentração de moringa (mg.L<sup>-1</sup>). Foi avaliada a remoção de células da cepa BCCUSP232 *Microcystis aeruginosa* potencialmente produtora de cianotoxinas. Excetuando-se pH e tempo de agitação rápida, todos parâmetros tiveram influência significativa na remoção de células (p<0,05). Os resultados indicam a não necessidade de correção de pH prévia para a efetiva remoção de cianobactérias e que o tempo de agitação rápida pode ser fixado em baixos valores, agilizando a clarificação de águas contendo altas concentrações de cianobactérias tóxicas utilizando o extrato aquoso coagulante de sementes de moringa.

**PALAVRAS-CHAVE:** cianobactérias tóxicas, moringa, planejamento experimental fracionado

### **SCREENING OF SIGNIFICANT FACTORS TO REMOVE TOXIC CYANOBACTERIA BY USING *Moringa oleifera***

**ABSTRACT:** Cyanobacteria are microorganisms forming of potentially toxic blooms and often present in water sources for human consumption. Therefore, it is necessary to develop procedures to remove cyanobacteria for the water for human consumption. The *Moringa oleifera* plant produces seeds with coagulant potential. The aim was to select the factors of coagulation-flocculation-sedimentation with the use of moringa affecting the clarification of water containing cyanobacteria. We used the fractional factorial experimental design to assess the significance of the factors in the process coagulation-flocculation-sedimentation: Rotation of rapid and slow mixing (rpm), pH, time of rapid and slow mixing (s) and concentration of moringa (mg. L<sup>-1</sup>). Removing cells of *Microcystis aeruginosa* strain BCCUSP232 potentially producing cyanotoxins was evaluated. Except for pH and rapid mixing time, all parameters showed significant influence on the removal of cells (p <0.05). The results indicate no need for prior pH correction to the effective removal of cyanobacteria and the rapid mixing time

can be set at low levels, streamlining the clarification of water containing high concentrations of toxic cyanobacteria using the aqueous extract seed coagulant moringa.

**KEYWORDS:** toxic cyanobacteria, moringa, fractional factorial design

## INTRODUÇÃO

Florações de cianobactérias são comuns em mananciais de abastecimento público e podem causar efeitos adversos à Saúde Pública por serem potencialmente capazes de produzir neuro e hepatotoxinas (CHORUS et al. 2000). As microcistinas, hepatotoxinas de cianobactérias mais relatadas no mundo, são produzidas e parcialmente secretadas na água por um ritmo endógeno de liberação, sendo que a maior parte fica retida intracelularmente (CORDEIRO-ARAÚJO e BITTENCOURT-OLIVEIRA, 2013). Podem também ser totalmente liberadas quando ocorre a ruptura celular, seja pela senescência da floração, pelo uso de algicidas na água do reservatório ou em decorrências de certas etapas do tratamento da água para consumo humano (MEREL et al. 2013). Admite-se que a remoção precoce de células intactas represente uma estratégia simples de reduzir os riscos de contaminação da água por microcistinas dissolvidas durante o tratamento, pois evitaria a liberação da toxina por ruptura celular (LAWTON E ROBERTSON, 1999, WESTRICK et al. 2010). MUYIBI e EVISON (1995) relataram a eficiência de sementes de *Moringa oleifera* em clarificar águas muito turvas, sendo utilizada alternativamente aos coagulantes químicos tradicionalmente aplicados no tratamento de água, como os sais de alumínio e ferro. Assim, é possível o uso do coagulante de moringa para remoção de células de cianobactérias da água, sendo que para atingir a eficiência máxima de remoção é recomendável estabelecer condições ótimas para os fatores intervenientes no processo. Neste estudo objetivou-se selecionar os fatores do processo de coagulação-floculação-sedimentação com uso de moringa que afetam significativamente a clarificação de águas contendo cianobactérias tóxicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de moringa foram descascadas, trituradas, peneiradas e seu extrato aquoso foi obtido pela adição de água destilada ao pó resultante, seguida de agitação por 10 minutos. Uma solução do extrato aquoso de sementes de moringa 10% foi utilizada para a obtenção das demais concentrações requeridas nos ensaios.

A linhagem de cianobactéria produtora de microcistinas BCCUSP232 *Microcystis aeruginosa* foi cultivada em meio ASM-1, pH 7.4 (GORHAM et al. 1964) e monitoradas por contagem direta em microscópio óptico até a fase exponencial de crescimento.

A seleção de fatores que significativamente afetam a remoção celular com uso de moringa, com nível de significância de 5%, foi obtida utilizando o *screening design* do tipo fatorial fracionado. Esta seleção destinou-se a analisar a relevância de cada variável sobre a remoção celular e remoção de turbidez para futuramente prosseguir-se com outro planejamento experimental com número reduzido de fatores. As variáveis independentes testadas foram: rotação de agitação rápida e lenta, pH, tempo de agitação rápida e lenta e dose do extrato aquoso de sementes de moringa, denominado MO. Foram estabelecidos os valores máximos e mínimos de cada variável testada, conforme Tabela 1. Os parâmetros fixados para todos ensaios foram a densidade celular inicial de  $4,39 \times 10^5$  células.mL<sup>-1</sup>, turbidez inicial de 62 NTU e o tempo de sedimentação de 30 minutos.

O *screening design* escolhido para avaliar os 6 fatores foi o 2<sup>(6-2)</sup> com três repetições no ponto central, resultando em 16 ensaios a partir da combinação seletiva de níveis máximos (+1) e mínimos (-1) das variáveis e mais três ensaios do ponto central, que confere ao teste

boa resolução por não existir interferência de efeitos de 1ª ordem (RODRIGUES e IEMMA, 2005).

Tabela 1. Valores codificados e reais testados na seleção das variáveis independentes

Etapas de Clarificação	Fatores	Valores codificados		
		-1	0	+1
Coagulação	Rotação de agitação rápida (rpm)	100	200	300
	Tempo de agitação rápida (s)	20	70	120
	MO (mg.L <sup>-1</sup> )	100	350	600
	pH	6	7,5	9
Floculação	Rotação de agitação lenta (rpm)	30	65	100
	Tempo de agitação lenta (s)	60	330	600
Sedimentação		30 minutos		

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

O efeito desejado do uso da moringa na clarificação de águas contendo cianobactérias tóxicas são aqueles resultantes em maior eficiência na remoção de células e de turbidez. Na Figura 2 é possível verificar que dentre as variáveis que influenciaram significativamente ( $p < 0,05$ ) a remoção celular (Fig. 1a) e de turbidez (Fig. 1b), a rotação de agitação rápida e lenta resultou em efeito desejado máximo para o valor mínimo testado destas variáveis, em oposição ao tempo de agitação lenta e à MO, cujo valores máximos testados determinaram as maiores remoções celulares e de turbidez. pH e tempo de agitação rápida tiveram influência não significativa na remoção de células ( $p > 0,05$ ).

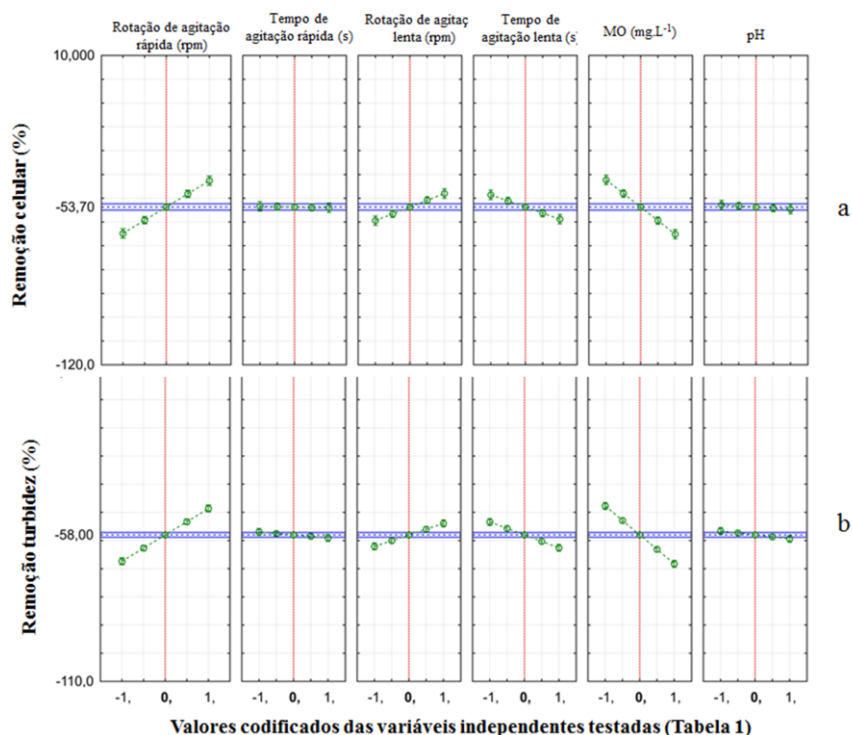


Figura 1. Perfis dos efeitos dos fatores testados na remoção celular (%) e na remoção de turbidez (%)

POUMAYE et al. (2012) realizaram estudo objetivando otimizar o uso de sementes de moringa no tratamento de águas superficiais na República Africana Central através do método de desenho fatorial. Os autores concluíram que o uso desse método é uma maneira econômica e rápida de otimizar o processo de coagulação com um número mínimo de experimentos. Uma etapa anterior ao desenho fatorial é a seleção criteriosa das variáveis independentes para possibilitar uma efetiva otimização do processo. O Planejamento Fatorial Fracionado fornece informações quanto à importância dos efeitos sobre as respostas, e ainda, se a faixa escolhida de estudo é a mais adequada (RODRIGUES e IEMMA, 2005).

Na prática da clarificação de águas contendo cianobactérias, os resultados desse estudo mostram que não há necessidade de correção de pH para a atuação do composto coagulante de moringa, em oposição ao uso de coagulantes químicos, que necessitam de uma correção para sua ação se efetivar (AMIRTHARAJAH e MILLS, 1982). Ainda, o tempo de agitação rápida podem ser minimizados, já que valores altos e baixos resultam na mesma eficiência de remoção celular e de turbidez.

**CONCLUSÕES:** Os fatores rotação de agitação rápida, rotação de agitação lenta, tempo de agitação lenta e dose do extrato aquoso coagulante de moringa devem ser considerados para obtenção de máxima eficiência na clarificação de águas contendo cianobactérias.

#### REFERÊNCIAS

- AMIRTHARAJAH, A.; MILLS, K. M. Rapid-Mix design for mechanisms of alum coagulation. **Journal American Water Works Association**, v. 74, n. 4, p. 210-216, 1982.
- CHORUS, I. et al. Health risks caused by freshwater cyanobacteria in recreational waters. **Journal of Toxicology and Environmental Health-Part B-Critical Reviews**, v. 3, n. 4, p. 323-347, Oct-Dec 2000. ISSN 1093-7404.
- CORDEIRO-ARAÚJO, M. K.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. D. C. Active release of microcystins controlled by an endogenous rhythm in the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*. **Phycological Research**, v. 61, n. 1, p. 1-6, Jan 2013. ISSN 1322-0829.
- GORHAN, P.R., et al. Isolation and culture of toxic strains of *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) de Bréb. Verh. Internat. Verein. Theor. Angew. Limnol. 15, 796-804, 1964.
- LAWTON, L. A.; ROBERTSON, P. K. J. Physico-chemical treatment methods for the removal of microcystins (cyanobacterial hepatotoxins) from potable waters. **Chemical Society Reviews**, v. 28, n. 4, p. 217-224, Jul 1999. ISSN 0306-0012.
- MEREL S. et al. State of knowledge and concerns on cyanobacterial blooms and cyanotoxins. **Environment International**, v. 59, p. 303-327, Sep 2013. ISSN 0160-4120.
- MUYIBI, S. A.; EVISON, L. M. Optimizing physical parameters affecting coagulation of turbid water with *Moringa oleifera* seeds. **Water Research**, v. 29, n. 12, p. 2689-2695, Dec 1995b. ISSN 0043-1354.
- POUMAYE, N. et al. Contribution to the clarification of surface water from the *Moringa oleifera*: Case M'Poko River to Bangui, Central African Republic. **Chemical Engineering Research & Design**, v. 90, n. 12, p. 2346-2352, Dec 2012.
- RODRIGUES, M. I., IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos: uma estratégia sequencial de planejamentos**. Campinas: Casa do Pão Editora, 2005.
- WESTRICK, J. A. et al. A review of cyanobacteria and cyanotoxins removal/inactivation in drinking water treatment. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 397, n. 5, p. 1705-1714, Jul 2010. ISSN 1618-2642.