

# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

## **DETERMINAÇÃO DA DOSAGEM ÓTIMA DE SEMENTE *MORINGA OLEIFERA* PARA TRATAMENTO DE ÁGUA**

**Ludmila Magalhães<sup>(1)</sup>; Michael Silveira Thebaldi<sup>(2)</sup>**

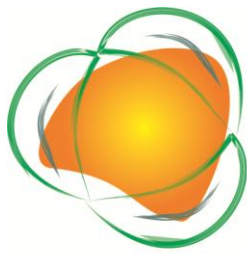
<sup>(1)</sup> Mestranda em Agronomia (Ciência do Solo); Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n 14884-900 - Jaboticabal, SP. [mag.ludmila@gmail.com](mailto:mag.ludmila@gmail.com) <sup>(2)</sup> Doutor em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas; Professor Titular; Centro Universitário de Formiga; Avenida Dr. Arnaldo de Senna, 329, Água Vermelha, Formiga - MG. CEP 35570-000. [msthebaldi@uniforg.edu.br](mailto:msthebaldi@uniforg.edu.br)

**EIXO TEMÁTICO:** Gerenciamento de Recursos Hídricos e Energéticos

**RESUMO** – Este trabalho teve como objetivo simular em laboratório os processos de coagulação, floculação e sedimentação visando a determinação da melhor dosagem de coagulante de semente de moringa, por meio da quantificação da turbidez das amostras. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Lavras – MG, com o aparelho Jar-test. As águas a serem tratadas eram originárias da represa da UFLA e foram coletadas na entrada da Estação de Tratamento de Água (ETA). Mediu-se a turbidez inicial da água. Utilizou-se 1,5 litros da água bruta em cada jarro, utilizou-se seis dosagens diferentes de semente de *Moringa oleifera* (0, 100, 200, 300, 400 e 500 mg l<sup>-1</sup>). O agitador do aparelho Jar-Test foi ligado com velocidade correspondente a 280 rpm, por dois minutos, em seguida a rotação foi reduzida para 40 rpm, durante vinte minutos, depois as amostras permaneceram em repouso por 30 minutos, após isso mediu-se a turbidez em cada jarro. Pode-se afirmar que o valor ótimo de concentração de semente de moringa será 416,5 mg L<sup>-1</sup>. Para concentração ótima, a turbidez da água seria reduzida de 98,3 UNT para 6,53 UNT, porém, este valor ainda estaria acima do valor máximo estabelecido pela Portaria 2914/2011 (5,0 UNT).

**Palavras-chave:** Estação de tratamento de água. Jar-test. Turbidez.

**ABSTRACT** - This paper aimed to simulate in laboratory the coagulation, flocculation and sedimentation processes on water treatment, in order to determine the best dosage of *Moringa oleifera* seeds coagulant, by quantifying the turbidity of the samples. The experiment was conducted at the Federal University of Lavras – MG, with Jar-test device. The water to be treated was originated from a dam inside the University, and were collected at the entrance of the Water Treatment Plant. It was used 1.5 liter of raw water in each jar, being used six different dosages of *Moringa oleifera* seeds (0, 100, 200, 300, 400 and 500 mg L<sup>-1</sup>). The Jar-Test mixer device was turned on with the speed of 280 rpm for two minutes, being this reduced to 40 rpm for twenty minutes. The samples remained undisturbed for 30 minutes, being measured the turbidity in each jar. The optimal value of *Moringa oleifera* seed concentration was 416.5 mg L<sup>-1</sup>. For



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

optimum concentration, turbidity of the water would be reduced from 98.3 to 6.53 NTU, however, this value would still be above the maximum value established by Ordinance 2914/2011 (5.0 UNT).

**Key words:** Water Treatment Plant. Jar-test. Turbidity.

## **Introdução**

Um dos indicadores universais de desenvolvimento sustentável é o acesso à água tratada. Porém, a escassez desta, em decorrência do aumento da população mundial e da intervenção antrópica ativa nos ambientes urbano e rural, é uma realidade (FRANCO, 2014).

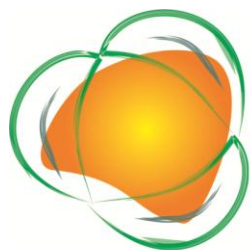
Zhang et al. (2013) citam que nos últimos anos tem-se agravado os problemas relacionados à poluição dos mananciais que são fonte de captação de água de abastecimento, devido a lançamentos de efluentes domésticos e industriais e cargas difusas urbanas e agrícolas, que exigem medidas técnicas apropriadas ao tratamento de água destinada ao consumo humano.

Percebe-se que, os riscos à saúde, devido a doenças de veiculação hídrica, são maiores quanto maior for a densidade populacional, assim, grande parte das tecnologias voltadas ao tratamento de água e efluentes foram desenvolvidas para atender a realidade do meio urbano, porém, não se pode ignorar a população estabelecida no meio rural (FRANCO, 2014). Mesmo assim, têm-se indicações que a zona rural apresenta maior déficit para o atendimento aos serviços de saneamento básico (IBGE, 2004), já que são poucas as alternativas para tratamento de água em áreas remotas.

Neste sentido, dados da Organização Mundial de Saúde (2009) mostram que 88% das doenças diarreicas são decorrentes do abastecimento de água insalubre, do esgotamento sanitário e de práticas de higiene deficientes. Citando resultados referentes à mesma pesquisa, há indicação que a melhoria do abastecimento de água reduz até 21% da mortalidade devido à diarreia e o aumento da qualidade da água por meio de solução doméstica de tratamento, como a simples cloração no ponto de consumo, pode reduzir episódios de diarreia em até 39%.

O controle da qualidade da água tratada nas Estações de Tratamento de Água (ETA) é muito importante. Através de vários processos e operações, a água passa do seu estado bruto, para o estado adequado ao consumo humano, animal e industrial, respeitando a legislação e normas previstas pelos órgãos ambientais competentes, do ponto de vista físico, químico e microbiológico, há, portanto, a remoção de substâncias indesejáveis além de patogênicos (GARISO, 2008; FERNANDES et al., 2009).

A qualidade da água potável deve obedecer aos critérios estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde Nº 2914 (BRASIL, 2011), que estabelecem os valores e intervalos de confiança para os parâmetros físicos, químicos e biológicos, os quais



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

asseguram as condições mínimas e adequadas de potabilidade da água para que esta possa ser consumida sem causar problemas à população.

O bom funcionamento das ETA's está diretamente ligado à seleção da tecnologia adequada ao tratamento de água, sendo as etapas básicas do processo de tratamento: coagulação, floculação, decantação (sendo estas responsáveis pela clarificação da água), filtração e desinfecção (AZEVEDO NETTO; FERNANDEZ, 2015).

Segundo Libânio (2010), no contexto sanitário a importância da coagulação evidencia-se na remoção de partículas microscópicas, associadas aos microrganismos patogênicos (que possuem velocidades de sedimentação reduzidas). Budd et al. (2004) citam que, normalmente, os coagulantes mais empregados nas ETA's são sais trivalentes de ferro ou alumínio e polímeros sintéticos, que possuem alta viabilidade técnica e econômica. Porém, concentrações residuais de alumínio têm sido relacionadas com o Mal de Alzheimer. Deste modo, alguns materiais coagulantes alternativos podem ser utilizados, como é o caso da semente de moringa - *Moringa oleifera* (MENDES; COELHO, 2007).

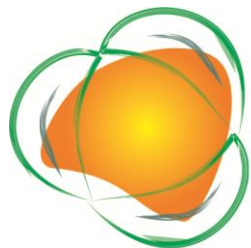
Assim, o objetivo deste trabalho foi simular em laboratório, utilizando o Jarrest, os processos de coagulação, floculação e sedimentação visando a determinação da melhor dosagem de semente de moringa como coagulante no processo de tratamento de água bruta, por meio da quantificação da turbidez das amostras.

## **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no Laboratório de Qualidade de Água do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), com o aparelho Jar-test (Figura 1). As águas a serem tratadas eram originárias da represa da UFLA, tendo sua turbidez inicial determinada. Para o teste, foram colocados 1,5 litros da água bruta coletada em cada jarro.



Figura 1 - Aparelho Jarrest utilizado no experimento.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

O agente coagulante utilizado foi a semente de moringa (*Moringa oleifera*), testada em seis dosagens diferentes, sendo: 0, 100, 200, 300, 400 e 500 mg l<sup>-1</sup>.

Para preparar a solução de semente de moringa, esta foi triturada, em seguida foi realizada a pesagem na balança analítica e diluída em água destilada, para obtenção das concentrações utilizadas.

O agitador do aparelho Jartest foi acionado com velocidade correspondente à 280 rpm (aproximadamente 900 s<sup>-1</sup>) correspondendo a mistura rápida, o que simula o que acontece em uma calha Parshall ou vertedouro, que são os mais comuns em uma ETA.

Adicionou-se, simultaneamente, a cada jarro dosagens crescentes de coagulante. Imediatamente após a adição, cronometrou-se 2 minutos de mistura à rotação supracitada.

Após isso, a rotação foi diminuída para 40 rpm, correspondendo à mistura lenta (floculação). Esta rotação foi mantida por 20 minutos. Ao fim, desligou-se o aparelho e as amostras nos jarros ficaram em repouso por 30 minutos para que ocorresse a sedimentação das partículas.

Uma amostra da água clarificada em cada jarro foi coletada, a partir disso, mediu-se os valores de turbidez cada uma destas.

## Resultados e Discussão

As determinações de turbidez na água bruta e eficiências de remoção desta nos ensaios em Jartest utilizando diferentes concentrações de solução coagulante à base de sementes de *Moringa oleifera*, podem ser vistas na Tabela 1.

Tabela 1. Eficiências de remoção de turbidez nos ensaios em Jartest utilizando diferentes concentrações de solução coagulante à base de sementes de *Moringa oleifera*

Jarro	Concentração de coagulante (mg l <sup>-1</sup> )	Turbidez inicial (UNT)	Turbidez final (UNT)	Eficiência de remoção de turbidez (%)
1	0	98,3	43,10	56,15
2	100	98,3	23,50	76,09
3	200	98,3	15,00	84,74
4	300	98,3	15,00	84,74
5	400	98,3	6,94	92,94
6	500	98,3	10,80	89,01

Ao analisar os resultados de eficiência de remoção de turbidez, tem-se que, para as concentrações de solução coagulante à base de sementes de *Moringa oleifera*



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

utilizadas, obteve-se uma maior eficiência quando aplicada a dosagem de 400 mg l<sup>-1</sup>, além de registrar-se redução da eficiência na remoção de turbidez para um aumento da concentração do coagulante.

É interessante, porém, notar uma redução de 56,15% na turbidez no ensaio Jarrest em que não foi utilizado coagulante algum, ou seja, apenas pela ação física da sedimentação. Partindo da turbidez obtida no tratamento testemunha (sem a presença de coagulante) como referência, observa-se eficiências de 45,48%, 65,20%, 65,20%, 83,90% e 74,94%, respectivamente para as concentrações de coagulante de 100, 200, 300, 400 e 500mg l<sup>-1</sup>.

Ao se plotar os resultados obtidos em gráficos de dispersão (Figura 2), tem-se a visualização da variação de turbidez devido aos tratamentos estudados.

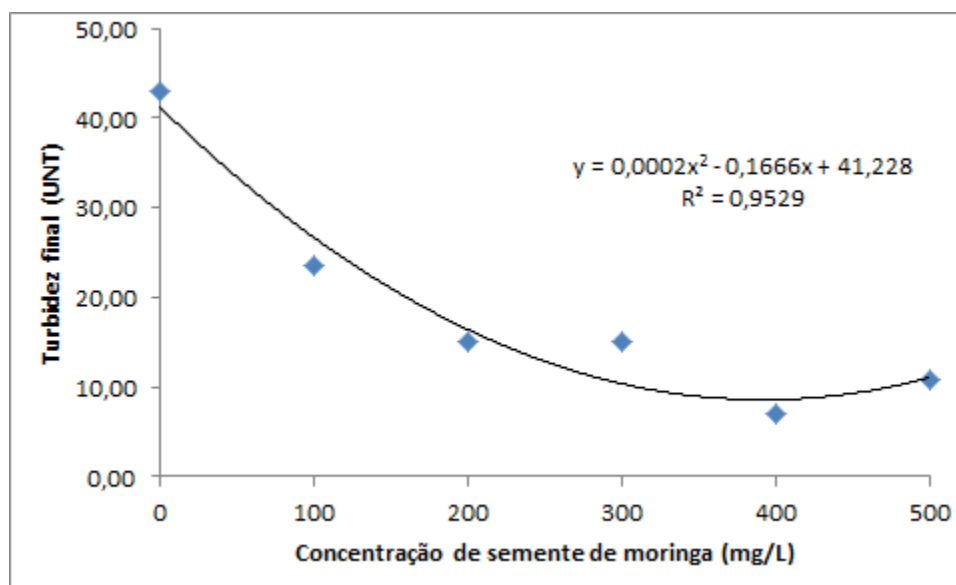
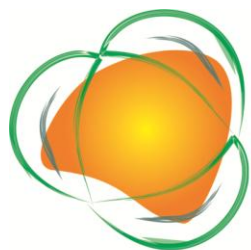


Figura 2. Variação turbidez final de água bruta ensaiada em Jarrest com diferentes concentrações de solução coagulante de sementes de *Moringa oleifera*.

A variação da turbidez obtida no ensaio de Jarrest, pode ser representada pela equação quadrática mostrada na Figura 2, que possui coeficiente de determinação de 95,29%. Esta, possui ponto de mínima 416,5 mg l<sup>-1</sup>, que pode então ser tomada como a concentração ótima de solução de sementes de *Moringa oleifera* para remoção da turbidez da água bruta avaliada.

Já a variação de eficiência de remoção de turbidez nos tratamentos avaliados, pode ser vista na Figura 3.



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

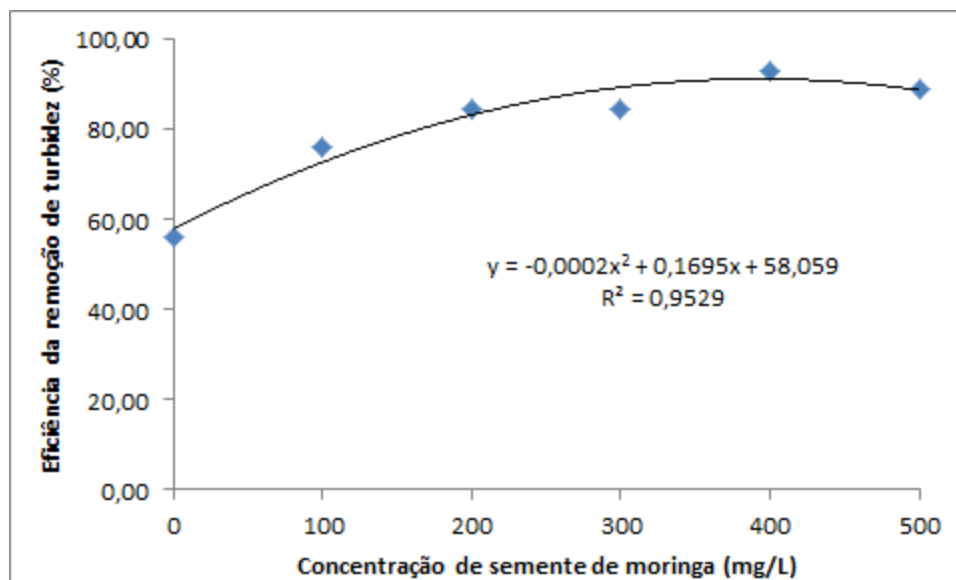


Figura 3 – Variação da eficiência de remoção de turbidez em função de diferentes concentrações de solução coagulante de sementes de *Moringa oleifera*.

Ao se utilizar a concentração de 416,5 mg l<sup>-1</sup> de sementes de moringa em solução coagulante na equação quadrática apresentada na Figura 3, obtêm-se uma eficiência máxima de remoção de turbidez de 93,96%.

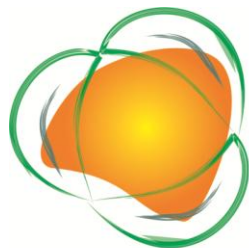
Muniz, Duarte e Oliveira (2015) ao avaliarem o efeito das sementes de *Moringa oleifera* com casca e sem casca na redução da turbidez de águas com diferentes níveis de turbidez, observaram que a eficiência das sementes de moringa na remoção da turbidez variou em função dos níveis de turbidez inicial das amostras de água, sendo que as amostras com turbidez inicial de 70, 250 e 400 UNT sofreram, respectivamente, reduções maiores ou iguais a 89,5, 95,5 e 97,5% em relação à turbidez inicial, valores próximos aos obtidos neste trabalho, a partir da concentração de 200 mg l<sup>-1</sup> de sementes de moringa na solução coagulante.

Há de se salientar, porém, que a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), estabelece um valor máximo de 5,0 UNT para turbidez em água considerada potável. Deste modo, o tratamento de água bruta com o uso de coagulante à base de solução de sementes de *Moringa oleifera* mostrou-se eficiente na remoção de turbidez, mas não eficaz.

## Conclusões

No tratamento em que não houve a adição de solução coagulante, obteve-se uma eficiência de remoção de turbidez de 56,15%.

A concentração ótima de solução coagulante à base de sementes de *Moringa oleifera* para remoção de turbidez da água bruta avaliada foi de 416,5 mg l<sup>-1</sup>, que



# XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS  
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

apresentou uma eficiência de remoção de 93,96%, o que representaria um valor final de turbidez de 6,53 UNT, porém, este valor ainda é superior ao estabelecido pela Resolução 2914/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece um valor limite de 5,0 UNT para turbidez em água potável.

## **Agradecimentos**

Ao UNIFOR-MG, pelo auxílio para participação no evento.

## **Referências**

AZEVEDO NETTO, J. M. FERNANDEZ, M. F. Manual de Hidráulica. 9.ed., São Paulo: Blücher, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 2914. Diário Oficial da União, 17 Dez. 2011.

BUDD, G. C. et al. Coagulation applications for new treatment goals. Journal of American Water Works Association, Danvers, v. 96, n.2, p. 102-113, 2004.

FERNANDES, I. P. et al. Análise dos processos de uma estação de tratamento de água (ETA): um estudo de caso. Revista Inovação Gestão Produção, Santa Maria, v. 1, n. 4, p. 112-123, 2009.

FRANCO, C. S. Sistema alternativo de tratamento de água em escala descentralizada. 2015. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 113 p. 2015.

GARISO, S. I. S. Água para consumo humano: controle microbiológico dos alimentos. Santarém: Escola Superior Agrária, 2008. 18 p.

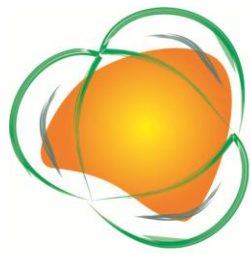
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores de desenvolvimento sustentável Brasil 2004. Rio de Janeiro, 2004.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3. ed. Campinas: Átomo, 2010. 494 p.

MENDES, F.; COELHO, N. Estudo do uso da Moringa oleífera para remoção de prata e manganês em águas. Horizonte Científico, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 1-18, 2007.

MUNIZ, G. L.; DUARTE, F. V.; OLIVEIRA, S. B. Uso de sementes de Moringa oleífera na remoção da turbidez de água para abastecimento. Revista Ambiente e Água, v.10, n.2, p.454-463, 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Relatório anual de 2008. Brasília, 2009.



XIII Congresso Nacional de  
**MEIO AMBIENTE**  
de Poços de Caldas

[www.meioambientepocos.com.br](http://www.meioambientepocos.com.br)

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

ZHANG, G. et al. The control of land-use patterns for storm water management at multiple spatial scales. *Environmental Management*, New York, v. 51, p. 555–570, 2013.