

ANÁLISE DA TAXA DE REMOÇÃO DE TURBIDEZ EM ÁGUAS NATURAIS UTILIZANDO-SE EXTRATO DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam¹

Luana Loren Corrêa Oliveira², Gilmar Gonçalves Ferreira³, Gilberto dos Reis Ferreira⁴, Luma Ferreira Corrêa⁵, Rilson Raimundo Pereira⁶

RESUMO – Novas metodologias de tratamento de água e esgoto apontam para o uso de produtos naturais em substituição aos reagentes químicos convencionais. Neste cenário, extratos naturais têm sido preparados com sementes de *Moringa oleifera* para a limpeza alternativa da água, em regiões sem qualquer tratamento convencional. Variáveis essenciais nesse tipo de estudo, como tempo de repouso ou diluição do extrato, desempenham um papel importante na eficiência dos testes. Neste trabalho, o estudo da taxa de remoção de turbidez das amostras de águas naturais foi realizado usando-se extratos preparados de maneiras diferentes e os testes mostraram uma relação direta entre essas variáveis e a melhoria do processo de clarificação da água.

Palavras-chave: Clarificação de águas, *Moringa oleifera*, remoção de turbidez.

ANALYZE OF THE TURBIDITY REMOVAL RATE IN NATURAL WATERS BY THE USE OF THE EXTRACT OF *Moringa oleifera* Lam SEEDS

ABSTRACT – *New methodologies of water and wastewater treatment pointed out the use of natural products instead the use of conventional chemical reactants. On this scene, natural extracts has been prepared using seeds of Moringa oleifera for alternative water cleaning, in regions without conventional treatment. In this kind of research, essentials variables such as extract resting time or dilution for example, plays an important role for improving the efficiency of the tests. In this work, the study of the water Turbidity removal was performed using different extract preparations and the tests showed a direct link between these variables to improve the water clarification process.*

Keywords: *Moringa oleifera*, turbidity removal, water clarification.

1. INTRODUÇÃO

Apesar da atual evolução tecnológica, muitos problemas ainda são gerados devido à contaminação e à poluição das águas naturais utilizadas para o consumo. Muitas vezes, turbidez e sólidos em suspensão trazem consigo bactérias e micro-organismos patogênicos que podem ocasionar danos à saúde humana e animal e, neste cenário, milhões de pessoas morrem a cada ano

com doenças transmitidas pela água não tratada durante o consumo (Remi, 1995).

O tratamento das águas de abastecimento é formado por um conjunto sistematizado de operações unitárias. A “coagulação” e a “floculação” são utilizadas visando-se à máxima redução da turbidez e sólidos suspensos da amostra (Foust, 1982; McCabe, 1993). Neste processo, as cargas dos colóides em suspensão são neutralizadas,

¹ Parte da Monografia de conclusão de curso da autora; Projeto financiado pelo Núcleo de Iniciação Científica da Faculdade do Noroeste de Minas - FINOM. End: Rodovia MG 188, KM 167, Campus JK, Paracatu - MG. Caixa Postal 201 - CEP: 38600-000 - Telefax: (38) 3311-2000 Site: www.finom.edu.br

² Autor correspondente: Luana Loren Corrêa Oliveira - nic@finom.edu.br - Faculdade FINOM

³ Prof. Dr. Gilmar G. Ferreira - Faculdade do Noroeste de Minas - FINOM

⁴ Prof. Esp. Gilberto dos Reis Ferreira - Faculdade do Noroeste de Minas - FINOM

⁵ Estudante Luma Ferreira Corrêa.- Faculdade do Noroeste de Minas - FINOM

⁶ Prof. Me. Rilson Raimundo Pereira - Faculdade do Noroeste de Minas - FINOM



com o controle adequado do pH, utilizando-se sais inorgânicos, sendo o mais utilizado o sulfato de alumínio, $Al_2(SO_4)_3$ (Vianna et al., 2002; Paterniani et al., 2009).

Uma dificuldade enfrentada em pequenas comunidades é a indisponibilidade de um sistema adequado para o tratamento da água de abastecimento ou mesmo dos efluentes gerados. Nestas regiões, a utilização de soluções preparadas com sementes trituradas de algumas espécies vegetais, principalmente as espécies do gênero *Moringaceae*, vem apresentando aplicação na purificação de águas, representando baixo custo em relação ao tratamento convencional (Ndabigengesere et al., 1994; Pavanelli, 2001; Silva & Matos, 2006).

A planta *Moringa oleifera* foi originalmente cultivada na Índia e atualmente é uma espécie arbórea de regiões tropicais. Quatorze espécies diferentes da planta, pertencente à família *Moringaceae*, são conhecidas (Abdulkarim et al., 2004). A planta apresenta diversidade no uso industrial, que varia desde a fabricação de perfumes até a lubrificação de peças metálicas (Palada, 1996). A árvore pode chegar até o comprimento de 10 metros de altura, e as folhas e frutos são comestíveis, porém as raízes são caracteristicamente abortivas (Silva et al., 2008).

A análise da constituição química das sementes de *Moringa Oleifera* revela que a polpa contém proteínas de baixo peso molecular (Barreto et al., 2009) e o processo de dissolução da polpa em meio aquoso favorece o agregamento dos coloides devido à neutralização das cargas superficiais. O motivo principal desta ação coagulante é devido à formação de pontes (desestabilização por adsorção) entre as partículas coloidais em suspensão e moléculas orgânicas peculiares (Polielétrólitos naturais) presentes no extrato de *Moringa oleifera* (Barreto et al., 2009).

A capacidade de interação com sistemas coloidais confere à *Moringa oleifera* uma grande variedade de aplicações na análise de sistemas aquosos iônicos. O extrato de sementes de *Moringa oleifera* tem apresentado excelente desempenho para clarificação de águas, chegando a 90-94% de remoção de turbidez, quando comparado com substâncias tradicionalmente conhecidas como o Sulfato de Alumínio ($Al_2(SO_4)_3$), o Cloreto Férrico ($FeCl_3$) e o Sulfato Ferroso ($FeSO_4$) (Paterniani, 2009). Extratos da polpa e da casca da semente foram utilizados ainda, por exemplo, para remoção de Óxidos de Ferro em águas pluviais (Carvalho, 2005),

redução do teor de Flúor por adsorção em águas de abastecimento urbano (Silva et al., 2006), em análises para clarificação de resíduos de efluentes de cafeeiro (Matos et al., 2007), a coprecipitação de íons Ag^+ (Araújo, 2009) e eficiência comparativa com outros coagulantes via flotação por ar dissolvido (Lédo, 2008).

Um inconveniente nestes casos, entretanto, consiste na necessidade de um tempo maior de coagulação e sedimentação durante o processo de limpeza, chegando a mais de 90 minutos de espera (Al Azharia Jahn, 1986) apesar de ser demonstrado, entretanto, que o processo de clarificação usando extratos de semente de *Moringa oleifera* é perfeitamente viável economicamente.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi o estudo da ação coagulante do extrato das sementes de *Moringa Oleifera* em amostras de água natural e avaliação da taxa de remoção de turbidez e sólidos suspensos, observando-se modificações nos parâmetros físico-químicos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados nos Laboratórios de Controle de Poluição e Química Geral e Inorgânica da Faculdade do Noroeste de Minas – FINOM. As amostras usadas nos testes foram coletadas no Rio Santa Catarina (17°59'55.74"S e 46°53'17.94"W), no município de Vazante-MG. Tais amostras foram devidamente acondicionadas em frascos escuros e mantidas sob refrigeração, para preservação do material coletado e proteção contra a radiação solar.

O extrato de *Moringa oleifera* Lam utilizado foi preparado usando-se sementes recém-colhidas. As sementes foram descascadas e a polpa oleaginosa foi separada. Foram adicionados 5 g da polpa da semente (PS) em liquidificador doméstico, juntamente com 500 mL de água destilada desionizada e a mistura foi processada por aproximadamente 2 minutos. A solução foi deixada em repouso por 150 minutos para separação das fases grosseiras formadas. Após o descanso, a fase intermediária mais límpida deste extrato foi sugada com pipetagem automática e filtrada utilizando sistema de filtragem a vácuo Millipore, com filtro de fibra de vidro de 0,8 micras. Obteve-se assim o extrato "A".

Os testes relativos à floculação e sedimentação foram efetuados utilizando-se um equipamento Jar-test padrão, marca PoliControl, com seis cubetas de 2.000 mL. Em cada cuba foram adicionadas as amostras



e, em seguida, alíquotas do sobrenadante foram colhidas para a determinação dos parâmetros físico-químicos: pH, condutividade elétrica, turbidez, sólidos em suspensão (SS), sólidos totais dissolvidos (STD) e temperatura. Quantidades iguais a 5, 15, 25, 50, 75 e 100 mL foram adicionadas às cubas e iniciou-se o processo de agitação rápida no Jar-test, com velocidade aproximada de 150 rpm durante um intervalo de dois minutos. Posteriormente, iniciou-se a agitação lenta do sistema a 20 rpm por um intervalo de tempo de cinco minutos, para crescimento dos flocos. Após o período de agitação lenta, foram coletadas alíquotas do sobrenadante para a verificação da turbidez em intervalos regulares de 15 minutos. Para uma total observação dos efeitos de floculação, após a adição do extrato do coagulante, o tempo de análise foi estendido até o limite de 300 minutos. Em seguida, novas alíquotas do sobrenadante foram colhidas para a determinação dos parâmetros já descritos anteriormente. Para os testes de pH, sólidos totais dissolvidos (STD), condutividade elétrica e temperatura, foi utilizado um equipamento multiparâmetro da marca Hanna, modelo Combo Waterproof. Já os ensaios de turbidez foram efetuados usando-se um Turbidímetro digital modelo AP2000, marca PoliControl. A determinação dos sólidos em suspensão foi efetuada utilizando-se o sistema de filtração a vácuo Millipore, com filtro de fibra de celulose de 0,45 micras, segundo metodologia proposta (APHA, 1995).

Um novo extrato foi preparado seguindo-se os mesmos critérios anteriores, porém com filtração imediata da solução de polpa após trituração, ou seja, sem tempo de repouso. Esta solução foi designada de extrato “B” e utilizada em novos testes de coagulação. A partir da solução “B”, foram preparadas ainda duas diluições para a análise de variação de turbidez do próprio extrato. Para tanto, foram adicionados 25 e 12,5 mL desse extrato em balões de 50 mL. O volume foi completado com água destilada, resultando assim, em concentrações a 0,5 v/v e 0,25 v/v do extrato.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes foram efetuados utilizando-se os dois extratos preparados. Na Tabela 1, mostrada a seguir, são apresentados os resultados obtidos durante os ensaios utilizando-se o extrato “A” da polpa de sementes de *Moringa oleifera*. Os parâmetros físico-químicos foram determinados antes e após o tratamento das amostras com o extrato.

Percebe-se claramente pela análise da tabela que, conforme descrito na literatura, o extrato de sementes de *Moringa oleifera* realmente apresenta um efeito de coagulação sobre o sistema particulado em suspensão, favorecendo uma redução significativa dos parâmetros SS e Turbidez, para as amostras tratadas com maiores concentrações do extrato “A”.

Os resultados mostram que, após o período de coagulação e sedimentação dos flocos, ocorreu uma redução aproximada de 81,3% da turbidez natural das amostras e cerca de 84,6% de sólidos em suspensão em comparação com a amostra inicial (Testemunha). Percebe-se claramente uma relação entre a eficiência de redução de Turbidez e SS com o aumento da concentração do extrato de *Moringa oleifera* em solução. O parâmetro pH não sofreu alteração significativa, indicando possivelmente que o extrato não contribui para alterações na relação H^+/OH^- em solução. A condutividade elétrica sofreu um aumento de 5,6% devido principalmente à adição de espécies iônicas à solução pelo extrato.

A Figura 1 mostra a curva ajustada aos dados experimentais da variação de turbidez nos ensaios efetuados. O ajuste foi efetuado usando-se função de decaimento exponencial de 3ª ordem, com máxima correção de erros mediante teste de *Qui*-quadrado. Na curva observa-se, inicialmente, um decréscimo exponencial seguido de uma linearização.

Pela figura anterior pode-se perceber que a amostra cuja concentração de extrato é maior (500 mg L⁻¹) apresentou uma inclinação mais acentuada nos primeiros 50-90 minutos de teste. Esta inclinação é mais evidente que a da amostra menos concentrada (25 mg L⁻¹). Esta informação é útil para se calcular a “Taxa de remoção de turbidez” das amostras com o cálculo da derivada a estas curvas (Figura 2). Percebe-se nesta figura que a Taxa de remoção de turbidez ou “Velocidade de remoção de turbidez” é significativamente influenciada pelo tempo de sedimentação dos flocos.

Os resultados demonstram que a taxa máxima de remoção de turbidez, para as amostras naturais utilizadas, inicia-se em aproximadamente 1,19 UNT min⁻¹, e decai por volta dos primeiros 50 minutos de teste com posterior estabilização até o valor constante de 0,1 UNT min⁻¹, independente da concentração utilizada. Este fato é confirmado pela linearização final observada nas curvas do gráfico estudado na Figura 1. Esta análise sugere

Tabela 1 - Resultado das análises após o tratamento com extrato de *Moringa oleifera*

	Testemunha		Amostras					
Volume de extrato (mL)	-	0	5	15	25	50	75	100
Concentração (mg L ⁻¹)	-	0	25	75	125	250	375	500
Temperatura (°C)	27,2	27,0	28,6	28,1	27,8	27,8	27,8	27,8
pH	8,09	8,15	8,10	8,09	8,13	8,11	8,11	8,12
SS (mg L ⁻¹)	52	50	17	16	16	12	12	8
STD (mg L ⁻¹)	80	81	82	82	81	83	84	84
Condutividade (µS)	160	163	165	164	165	167	168	169
Turbidez (UNT)	74,2	72	41,5	40,6	37,1	27	24,9	13,9

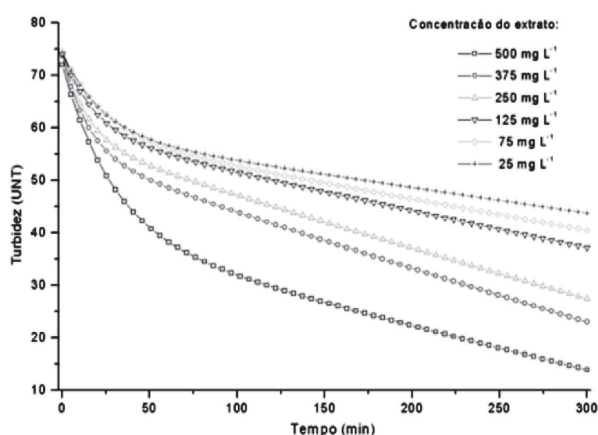


Figura 1 - Curva ajustada para a variação da turbidez durante os ensaios. Tempo de sedimentação de 300 minutos com intervalo de medida de 15 minutos.

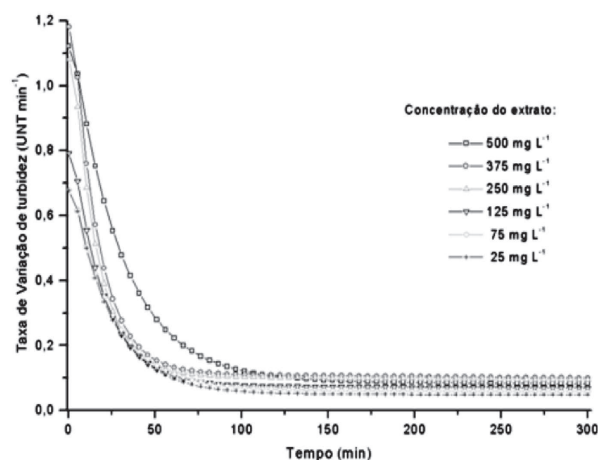


Figura 2 - Taxa de remoção da turbidez durante os ensaios. O tempo de sedimentação final foi fixado em 300 minutos, com intervalo de medida de 15 minutos.

que a maior concentração de extrato de *Moringa oleifera* em solução promove uma maior taxa de remoção de turbidez por volta dos primeiros 50 minutos de teste e, após esse período, a taxa de clarificação decai em mais de 90%.

Sabendo-se, entretanto, que o próprio extrato de *Moringa oleifera* pode interferir na medida da turbidez da amostra durante os ensaios, um novo teste foi efetuado com o intuito de avaliar este possível nível de interferência. As condições iniciais para este novo ensaio foram alteradas unicamente com relação à metodologia de preparo do extrato. A solução de polpa de *Moringa oleifera* triturada não sofreu o processo de descanso por 150 minutos e foi filtrada logo após a polpa (5 g) ser triturada com o volume (500 mL) de água desionizada. Em seguida, o volume de extrato (“B”), correspondendo à concentração de 500 mgL⁻¹, foi adicionado em uma nova amostra de água e a floculação, procedendo-se seguindo a mesma metodologia de agitação. A turbidez da solução foi novamente medida em intervalos regulares de 15 minutos. Com a variação da turbidez, calculou-se a “Taxa de remoção de turbidez” do ensaio e o resultado comparativo dos testes está descrito na Figura 3.

Pela observação das curvas da Figura 3 pode-se verificar que existe uma mudança significativa no comportamento do sistema em relação à velocidade de remoção de turbidez, quando comparada ao primeiro teste, usando-se o extrato. A diferença reside no fato de o extrato utilizado nos ensaios ser preparado “com tempo de repouso” (Extrato “A”) e “sem tempo de repouso” (Extrato “B”) antes do início dos testes. Observa-se que o extrato preparado sem o tempo de repouso interfere significativamente na velocidade de remoção da turbidez. Pela curva da Figura 3 verifica-se que o decaimento na curva é menos acentuado usando-



se o Extrato “B”. Este fato pode ser atribuído à presença de turbidez “inserida” na amostra pelo próprio extrato de *Moringa oleifera*, principalmente nas amostras com maior concentração do mesmo. Os dados mostram ainda que, apesar de ocorrer a redução da turbidez nas amostras tratadas com extrato “B”, esta redução é extremamente lenta, o que leva a crer que este extrato inserido nas amostras possivelmente “mascarou” o verdadeiro resultado.

Pelos dados obtidos, pode-se inferir que a turbidez aparentemente inserida nas amostras no segundo teste tem relação direta com o nível de agregados proteicos insolúveis produzidos *in locu* pelo extrato de *Moringa oleifera*. O fato que não pode ser descartado neste cenário se refere à metodologia de preparo do extrato. Se o extrato é preparado e filtrado imediatamente, talvez não haja tempo suficiente para a formação de todos os agregados insolúveis, oriundos do processo de interação e diluição. Assim, o fato de se filtrar imediatamente a solução, após a trituração da polpa da semente com a água, contribui para a não retirada destas substâncias do extrato (“B”) e, assim, irão originar os precipitados insolúveis diretamente na amostra durante os ensaios no jar-test. No entanto, quando a solução triturada passa por um tempo maior de descanso (aproximadamente 150 min) possivelmente ocorre a formação de grande parte dos precipitados proteicos insolúveis e, assim, a sua retirada pelo posterior processo de filtração permitirá a obtenção de um extrato (“A”) sem um “potencial” aumento de turbidez, mais coerente para o tratamento experimental das amostras naturais observado.

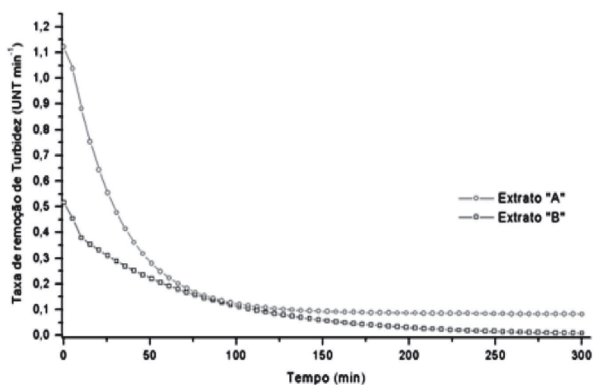


Figura 3 - Taxa de remoção de turbidez durante os ensaios, usando extratos (“A” e “B”) com metodologia modificada.

Para a medida desse potencial aumento de turbidez do extrato, um novo teste visou à determinação da variação de turbidez em função da diluição do extrato “B” preparado “sem o tempo de repouso”. O objetivo deste teste foi quantificar a velocidade de aumento de turbidez quando este extrato foi usado. Os resultados (Figura 4) indicam que a turbidez do próprio extrato, obtido com leitura em turbidímetro com intervalos regulares de cinco minutos, varia significativamente em função da diluição do mesmo.

Pode-se perceber pela análise do gráfico da Figura 4, que o extrato de *Moringa oleifera*, preparado sem tempo de repouso, quando diluído, apresenta uma elevação inicial da turbidez. Esta elevação de turbidez atinge o seu máximo por volta dos primeiros 15 minutos. A diluição do extrato exerce papel importante neste processo, pois a amostra menos diluída (0,5 v/v) apresenta um maior acréscimo nos níveis iniciais de turbidez do extrato. Após um intervalo de 20 minutos a turbidez começa a diminuir em ambas as soluções, possivelmente devido à sedimentação de precipitados proteicos que foram formados, contribuindo assim para o decréscimo nos níveis de turbidez medidos experimentalmente.

Com isso, pode-se perceber que a variação de turbidez do próprio extrato é influenciada pelo tempo de repouso e pela diluição do mesmo. Uma maior diluição do extrato (menor concentração) contribui para a introdução de turbidez inicial nas medições que não é, necessariamente, pertencente à amostra natural. Porém, uma menor diluição (maior concentração) contribui significativamente para a inserção de grandes níveis

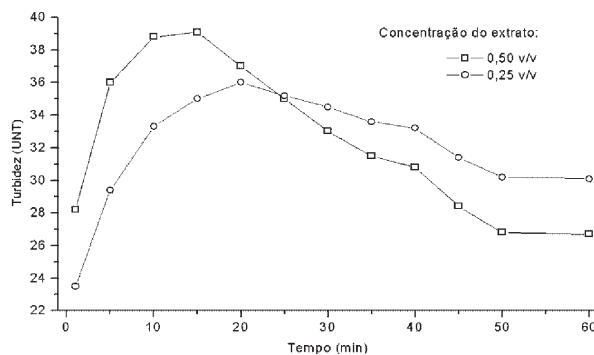


Figura 4 - Variação da turbidez usando extrato de *Moringa oleifera* preparado “sem tempo de repouso” (extrato “B”) nas diluições 0,5v/v e 0,25 v/v.

de turbidez inicial, cujo valor máximo verificado nestes ensaios tem seu ápice por volta dos primeiros 20 minutos.

4. CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos neste trabalho foi possível verificar que a semente de *Moringa oleifera* é eficiente na remoção de turbidez e sólidos suspensos de amostras naturais de água. Observou-se uma redução de 81,3% da turbidez das amostras e cerca de 84,6% de sólidos em suspensão. A concentração ideal de extrato, verificado para as amostras naturais utilizadas, foi de 500 mg L⁻¹. Observou-se que nos primeiros 50 minutos de teste existe uma variação significativa da taxa de remoção de turbidez e esta diminui, independente da concentração do extrato, em mais de 90% após 50 minutos da aplicação do coagulante. Extratos preparados sem o tempo de descanso da solução podem interferir na medida da turbidez das amostras durante os primeiros 20 minutos de teste.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Faculdade do Noroeste de Minas – FINOM, ao Núcleo de Iniciação Científica – NIC e ao Centro Brasileiro de Educação e Cultura – CENBEC, pelo auxílio concedido em prol da realização deste estudo.

6. LITERATURA CITADA

ABDULKARIM, S.M.; LONG, K.; LAI, O.M. et al. Some Physico-chemical properties of *Moringa oleifera* seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. **Journal of Food Chemistry**, v.93, p.253-256, 2004.

AL AZHARIA JAHN, S. **Proper use of African natural coagulants for rural water supplies: Research in the Sudan and guide for new projects**. Eschborn: GTZ, 1986. 540p.

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 19th ed. Washington: EPS Group, 1995. 1268p.

ARAÚJO, C.S.T. **Desenvolvimento de metodologia analítica para extração e pré-concentração de Ag(I) utilizando *Moringa oleifera* Lam**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, 2009.

BARRETO M.B.; FREITAS, J.V.B.; SILVEIRA, E.R. et al. Constituintes químicos voláteis e não voláteis de *Moringa oleifera* Lam, Moringaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.19, p.893-897, 2009.

CARVALHO, R.M. **Clarificação de águas pluviais ricas em óxidos de ferro acumuladas em cava de mineração através da utilização de um coagulante natural, a *Moringa oleifera***. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto. UFOP, 2005.

FOUST, A.S.; CLUMP, C.W.; WENZEL, L.A. **Princípios de Operações Unitárias**. Rio de Janeiro: LTC, 1982. 670p.

LÉDO, P.G.S. **Flotação por ar dissolvido na clarificação de águas com baixa turbidez utilizando sulfato de alumínio e sementes de *Moringa oleifera* como coagulantes**. Tese de Doutorado, UFRN – Natal, 2008.

MATOS, A.T.; CABANELLAS, C.F.G.; CECON, P.R. et al. Efeito da concentração de coagulantes e do pH da solução na turbidez da água, em recirculação, utilizada no processamento dos frutos do cafeeiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.544-551, 2007.

McCABE, W.L.; SMITH, J.C.; HARRIOT, P. **Unit operations of Chemical Engineering**. 5.ed. New York: McGraw-Hill, 1993.

NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, K.S.; TALBOLT, B.G. Active agents and mechanism of coagulation of turbid waters using *Moringa oleifera*. **Water Research**, Londres, v.29, n.2, p.703, 1994.

PALADA, M.C. *Moringa* (*Moringa oleifera* Lam): a versatile tree crop with horticultural potential in the Subtropical United States. **Horticulture Science**, v.31, n.5, p.233-234, 1996.

PATERNIANI, J.E.S.; MANTOVANI, M.C.; SANT'ANNA, M.R. Uso de sementes de *Moringa oleifera* para tratamento de águas superficiais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, UAEEA/UFCC. 2009.

PAVANELLI, G. **Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.



REMI THIER. **Uso da semente do gênero Moringa: uma proposta alternativa para a clarificação das águas brutas no nordeste.** Recife, 1995. s.n.p.

SARTORI, M.A.; BATISTA, R.O. ; SOARES, A.A. et al. Dosagens do extrato da Moringa oleifera para o tratamento de águas superficiais. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola.** Juazeiro/Petrolina. 2009.

SILVA, C.A.; MIRANDA, F.M.; PAULA, L.O. et al. Uso da *Moringa oleifera* para remoção de flúor em águas. **Revista Analytica** - Fevereiro/Março, n.21, p.72-75, 2006.

SILVA, F.J.A.; MATOS, J.E.X. Sobre dispersões de *Moringa oleifera* para tratamento de água. **Revista Tecnologia**, v.29, n.2, p.157-162, 2008.

VIANNA, M.R. **Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água.** 4.ed. Belo Horizonte: Imprimatur, 2002. 576p.