

USO DA SEMENTE DE MORINGA (*Moringa oleifera*) TRITURADA NA FLOCULAÇÃO DO MATERIAL EM SUSPENSÃO PRESENTE NA ÁGUA RESIDUÁRIA DA BOVINOCULTURA

JOÃO PAULO FRANCISCO¹, JONATHAS B. G. SILVA², LEONARDO D. B. SILVA³, ANA CAROLINA C. AZEVEDO⁴, RHEGIA B. SILVA⁵

¹ Estudante de Agronomia, Instituto de Tecnologia, Dep. De Engenharia, UFRRJ, Seropédica-RJ, Fone: (0XX21) 3787 3742, jpbausen@ufrj.br

² Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Instituto de Tecnologia, Dep. De Engenharia, UFRRJ, Seropédica-RJ.

³ Eng. Agrícola e Ambiental, Prof. Mestre, Instituto de Tecnologia, Dep. De Engenharia, UFRRJ, Seropédica-RJ.

⁴ Estudante de Agronomia, Instituto de Tecnologia, Dep. De Engenharia, UFRRJ, Seropédica-RJ.

⁵ Estudante de Agronomia, Instituto de Tecnologia, Dep. De Engenharia, UFRRJ, Seropédica-RJ.

ABSTRACT

Currently, the aluminum is the chemical coagulant most used in Brazil. Use of this coagulant may cause health problems caused by residual aluminum in treated water, also hindering the final disposition of sludge, because aluminum is an element harmful to plants and animals. The use of natural coagulants and inexpensively, can provide mitigation of the problems linked to consumption of unsafe drinking water and sewage wastewater, untreated, into receiving water bodies. The seeds of Moringa act as flocculators of suspended solids in the water, for presenting clotting properties attributed to cationic proteins that interact with organic material from water, destroying the colloidal stability and facilitating their removal by sedimentation. Therefore, this study aimed to evaluate the use of moringa seed crushed in the flocculation of suspended solids present in wastewater from dairy. We observed an average efficiency of removal of total solids equal to 67.32%. However, there was no difference between averages, according to the Tukey test at 5% probability.

KEYWORDS: sedimentation, naturals coagulants, seeds of Moringa

INTRODUÇÃO

O lançamento direto de efluentes em corpos de água receptores deve atender a padrões estabelecidos pela legislação federal (Resolução CONAMA nº 357/2005), que estabelece normas e padrões da qualidade das águas e lançamentos de efluentes nas coleções de água.

Diante da degradação ambiental causada pelo lançamento de águas residuárias nas coleções de água e da ação fiscalizadora realizada por órgãos públicos responsáveis pela qualidade do meio ambiente, busca-se soluções específicas no sentido de tratar, dispor ou aproveitar os resíduos (BARROS et al., 2005).

A Moringa oleifera pertence à família Moringaceae, composta de apenas um gênero (*Moringa*) e quatorze espécies conhecidas, nativa do norte da Índia, ela cresce em vários países dos trópicos; seu fruto é uma espécie de vagem com três faces (diferentes de uma vagem normal, que tem duas faces), e grande número de sementes (Paterniani et al., 2009).

As sementes de moringa detêm propriedades coagulantes atribuídas a proteínas catiônicas de baixo peso molecular, que interagem com o material orgânico da água, destruindo a estabilidade coloidal e facilitando a sua remoção por sedimentação. Em função disso, o extrato das sementes vem sendo utilizado com sucesso na clarificação de águas turvas para consumo humano, substituindo, inclusive, o sulfato de alumínio. O extrato também reduz a dureza, alcalinidade, pH e oxigênio dissolvido da água e eleva o gás carbônico.

O uso de substâncias naturais, como a extraída de sementes de moringa (*Moringa oleifera*, Lam.) e que atuam como floculadores do material em suspensão presente na água, é uma prática que vem sendo estudada, visando à melhoria da qualidade de águas residuárias ou de qualidade inferior.

As descobertas recentes do uso de sementes trituradas de Moringa oleifera para o tratamento de água a um custo de apenas uma fração do tratamento químico convencional, constituem uma alternativa da mais alta importância. Em relação à remoção de bactérias, reduções na ordem de 90-99% tem sido relatadas na literatura (Muyibi & Evison, 1995; citado por Paterniani et al. 2009).

Cruz et al. (2007) verificaram a eficiência do uso de sementes de moringa na clarificação de efluentes de viveiros de camarão marinho e observaram que o uso de 1 ou até 2 sementes por litro de água residuária proporcionaram maior clarificação do efluente. Matos et al. (2007) avaliaram o uso do extrato de semente de moringa na remoção de sólidos suspensos da água residuária do processamento de frutos do

cafeeiro e observaram uma remoção de turbidez acima de 90%, na faixa de pH de 4,0 a 5,0 e dose de 10 mL L⁻¹. Arantes et al. (2010) avaliaram a adição de extrato de sementes de moringa em esgoto doméstico e verificaram uma redução do NMP de E. coli. Os autores obtiveram uma eficiência de remoção superior a 90%, quando utilizada a dosagem de 500 mgL⁻¹. Após adicionar o extrato de sementes de Moringa em águas superficiais, Paterniani et al. (2009), verificaram que a solução coagulante obtida das sementes de Moringa oleifera é eficiente para tratar águas com turbidez variando de 50 até 100 NTU, tanto por sedimentação simples quanto por filtração lenta em manta sintética não tecida. Os autores obtiveram-se reduções médias da turbidez e da cor aparente, de 90 e 96% nos processos de sedimentação simples e filtração lenta, respectivamente.

NDABIGENGESERE *et al.* (1995) avaliou o potencial de coagulação de sementes com casca e descascadas secas e sementes verdes, verificando que somente sementes secas apresentam atividade coagulante e que sementes com casca em elevados valores de turbidez apresentam desempenho similar ao obtido para sementes descascadas. No entanto, para valores de turbidez baixo, o desempenho de sementes com casca foi inferior a forma descascada. O mesmo autor verificou que sementes verdes não apresentam potencial de coagulação. Na Tabela 1 está apresentado os resultados encontrados por NDABIGENGESERE *et al.* (1995) na avaliação do potencial de coagulação das vagens verdes e maduras, sementes com casca e descascadas e também as cascas das vagens e das sementes.

Tabela 1 – Atividade coagulante de vagens verdes e maduras, sementes com casca e descascadas e também as cascas das vagens e das sementes (adaptado de NDABIGENGESERE *et al.*, 1995)

<i>Moringa Oleifera</i> L		Atividade coagulante (Solvente: água)	
Vagens Verdes	Vagens inteiras	Ausente	
	Sementes	Ausente	
	Casca das vagens verdes	Ausente	
	Vagens verdes dessecadas	Ausente	
Vagens Secas	Vagens inteiras	Ausente	
	Sementes sem casca	Suspensão não filtrada	Presente
		Suspensão filtrada	Presente
		Sólidos residuais	Ausente
	Sementes com casca	Suspensão não filtrada	Presente
		Suspensão filtrada	Presente
		Sólidos residuais	Ausente
Casca das vagens	Ausente		
Casca das sementes	Ausente		

As descobertas recentes do uso de sementes trituradas de Moringa oleifera para a purificação de água adquirem grande importância, se considerada a possibilidade do uso desse agente coagulante como alternativa de baixo custo, em relação ao tratamento químico convencional. Portanto, Objetou-se neste trabalho avaliar o uso do farelo de sementes de moringa na floculação do material em suspensão presente na água residuária da bovinocultura.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Engenharia Química no Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Foi utilizada água residuária de bovinocultura, coletada na fazenda experimental do Sistema Integrado de Produção Agroecológica, localizado no município de Seropédica, no Estado do Rio de Janeiro.

As sementes de *Moringa oleifera* L. foram obtidas no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, sendo colhidas somente as vagens que haviam atingido completa maturidade fisiológica. Após colheita, as sementes foram removidas das vagens e secas em estufa a temperatura de 45°C por 24 horas. Decorrido esse tempo, retirou-se a casca das sementes e procedeu-se sua trituração em liquidificador. Na Figura 1 apresentam-se as sementes de moringa utilizadas no experimento.



Figura 1 – Sementes de *Moringa oleifera* L.

Foram realizados seis tratamentos, sendo que os tratamentos eram as concentrações de farelo de semente, para tanto utilizou as concentrações de $0,5 \text{ g L}^{-1}$, $1,0 \text{ mg L}^{-1}$, $1,5 \text{ mg L}^{-1}$, $2,0 \text{ mg L}^{-1}$, $2,5 \text{ mg L}^{-1}$, $3,0 \text{ mg L}^{-1}$.

A água residuária foi acondicionada em recipientes de acrílico de um litro e em seguida adicionou-se as distintas concentrações de farelo de moringa. Os recipientes contendo a água residuária e o farelo de moringa foram então colocados em agitação no aparelho “Jar Test”. Na Figura 2 apresenta-se o aparelho “Jar Test”. Inicialmente o aparelho foi acionado, empregando-se uma rotação de 160 rpm durante 5 minutos e posteriormente, a rotação foi reduzida a 20 rpm por 15 minutos. Após o aparelho ser desligado a água residuária permaneceu em repouso por 120 minutos, a fim de ocorrer a floculação e sedimentação.



Figura 2 – Equipamento Jar Test utilizado para agitação das suspensões.

A avaliação da eficiência de remoção de sólidos da água residuária de bovinocultura foi realizada determinando-se a concentração de sólidos totais antes e após a realização dos ensaios. A determinação dos sólidos totais foi realizada de acordo com o método apresentado pela APHA (1995).

O ensaio seguiu um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos (concentrações do extrato) e três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas empregando-se o software SISVAR.

DESCOBERTAS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 apresenta-se a eficiência de remoção de Sólidos Totais determinados nas suspensões das diferentes concentrações após agitação com o aparelho “Jar Test”.

Tabela 2 - Eficiência de remoção de Sólidos Totais obtidos nas suspensões das diferentes concentrações

Concentração de farelo de moringa (g.L ⁻¹)	Eficiência (%)
0,5	73,02
1,0	71,83
1,5	60,43
2,0	65,03
2,5	68,10
3,0	65,52

Os resultados obtidos se mostram satisfatórios, uma vez que os valores de eficiência de remoção de sólidos foram altos. Matos et al. (2007), ao fazerem comparação entre sementes de moringa e diferentes coagulantes químicos, dentre eles o sulfato de alumínio, verificaram maior eficiência de remoção de sólidos quando empregaram as sementes de moringa. No entanto, Ribeiro et al. (2009) verificaram a não remoção de sólidos, pois o material particulado originado das sementes contribuiu para um aumento destes na água.

De acordo com os resultados da análise estatística, apresentados na Tabela 3 e 4, pode-se verificar que não houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados.

Tabela 2 – Análise de Variância - ANOVA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	0.032836	0.006567	0.285	0.9121
Erro	12	0.276142	0.023012		
Total corrigido	17	0.308978			
CV(%) =	22.53				
Média geral:	0.6732278		Número de observações:		18

Tabela 3 – Teste de Tukey a 5 % de significância

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
3	0.604300	a
4	0.650300	a
6	0.655200	a
5	0.681000	a
2	0.718367	a
1	0.730200	a

As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Verifica-se (Tabelas 2, 3 e 4) que o aumento da concentração do farelo de semente de moringa, não proporcionou um aumento na eficiência de remoção de sólidos.

De acordo com Di Bernardo (2005), a velocidade de sedimentação está diretamente relacionada ao tamanho das partículas. O uso de semente de moringa, ao promover a floculação das partículas sólidas em suspensão, aumenta a velocidade de sedimentação. Acredita-se que as maiores concentrações necessitam de um menor tempo para promover a sedimentação das partículas quando comparadas com as menores concentrações avaliadas no experimento, porém não foi possível se confirmar essa afirmação por não terem sido avaliados tempos de sedimentação. Portanto, este resultado pode ser explicado pelo elevado tempo de sedimentação ao qual as suspensões foram deixadas, uma vez que, segundo Ramos (2005), as partículas em suspensão são passíveis de sedimentação espontânea com o decorrer do tempo, portanto a partir de um dado momento, o efeito do extrato passava a não ser evidenciado.

Na Figura 3 encontra-se a curva de concentração residente do efluente (C/C_0). A C/C_0 expressa a relação entre o efluente e afluente, portanto um valor de C/C_0 maior que 1 significa que o efluente contém concentração maior que a do afluente.

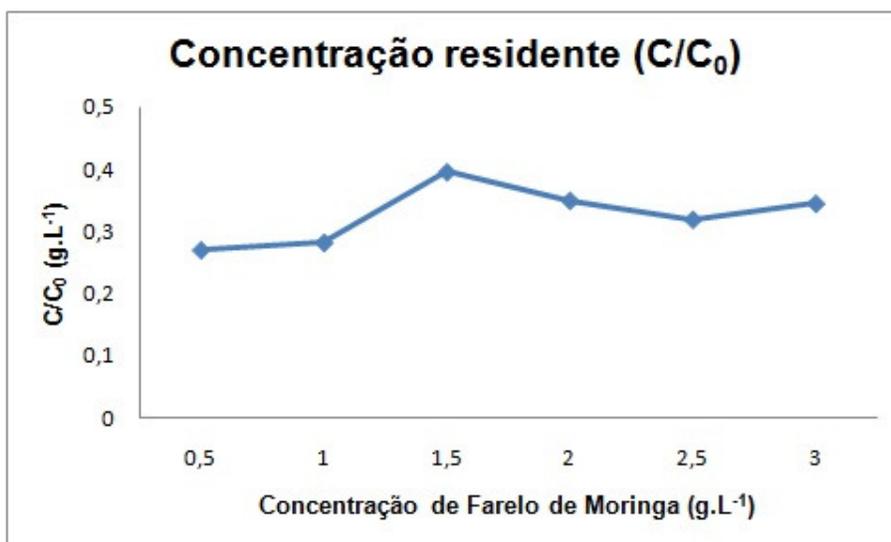


Figura 3 - Curva da concentração residentes de sólidos na água residuária da bovinocultura após os tratamentos.

De acordo com os resultados apresentados na Figura 3, verifica-se que a remoção de sólidos totais foi muito eficiente em todas as concentrações avaliadas, se equiparando a valores encontrados em processo de filtração com filtros orgânicos. Remoções de sólidos com utilização de filtros orgânicos alcançam valores da ordem de 60 a 70% (Lo Monaco et al, 2004). Magalhães et al (2006), obtiveram remoção de 43 a 57% de sólidos totais em filtro constituído por serragem de madeira e de 50 a 56% no filtro em que utilizaram bagaço de cana-de-açúcar, no tratamento água residuária de suinocultura.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que o farelo de semente de moringa contribuiu de forma eficiente para remoção da concentração de sólidos totais da água residuária de bovinocultura em todas as concentrações avaliadas.

Não houve diferença significativa a 5% de significância pelo teste de Tukey, entre os valores de eficiência de remoção determinados de acordo com as distintas concentrações de farelo de semente de moringa.

REFERÊNCIAS

American Public Health Association – Standart methods for the examination of water and wastewater. New York. APHA, WWA, WPCR, 19ª ed., 1995.

ARANTES, C. C.; FRANCISCO, A. R.; KUROKAWA e silva, G.; ANTONIAZI, F. G.; PATERNIANI, J. E. S. Uso de solução coagulante a base de sementes de *moringa oleifera* na inativação de *e. Coli* presentes em efluentes de esgoto sanitário. IX Congresso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA 2010 XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2010 Vitória - ES, Brasil, 25 a 29 de julho 2010 Centro de Convenções de Vitória

BARROS, F. M.; MARTINEZ, M. A.; NEVES, J.C. L.; MATOS, A. T.; SILVA, D. D. Características químicas do solo influenciadas pela adição de água residuária da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, (Suplemento), p.47-51, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, jan. 2001.

CRUZ, M. W. O.; OLIVEIRA, E. G. O.; ARAÚJO FILHO, J. M. HIPÓLITO, L. F.; LIMA, C. B. Avaliação da eficiência de sementes de moringa no tratamento de efluentes de viveiros de camarão marinho. *Rev. Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v.38, n.3, p.257-263, 2007

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. Métodos e técnicas de tratamento de água. 2º ed. São Carlos: RiMa, 2005. Vol. 1, 792 p.

LO MONACO, P. A.; MATOS, A. T.; JORDÃO, C. P.; CECON, P. R.; MARTINEZ, M. A. Influência da granulometria da serragem de madeira como material filtrante no tratamento de águas residuárias. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.8, n.1, p.116-119, 2004

MAGALHÃES M. A.; MATOS A. T.; DENÍCULI, W.; TINOCO, I. F. F. Operação de filtros orgânicos utilizados no tratamento de águas residuárias de suinocultura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.10, n.2, p.472-478, 2006.

MUYIBI, S. A.; EVISON, L. M. Moringa oleifera seeds for softening hardwater. Water Research, v.29, n.12, p.1099-1104, 1995.

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

NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, K.S. & TALBOT, B.G. Active agents and Mechanism of coagulation of turbid waters using *Moringa oleifera*. Water Research, vol.29, nº2, pp. 706-710, 1995.

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, v.13, n.6, p.765-771, 2009.

RAMOS, R. O. Clarificação de água com turbidez baixa e cor moderada utilizando sementes de *Moringa oleifera*. 2005. 276 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.