

USO DO EXTRATO DE SEMENTE DE MORINGA NA FLOCULAÇÃO DO MATERIAL EM SUSPENSÃO PRESENTE NA ÁGUA RESIDUÁRIA DA BOVINOCULTURA

JOÃO PAULO FRANCISCO¹, LEONARDO D. B. SILVA², JONATHAS B. G. SILVA³, THAYANI S. VELASCO⁴, 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 Eng. Agrícola, 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 seed extracts of moringa (*Moringa oleifera*) has been used successfully in the removal of suspended solids in turbid waters, replacing even the aluminum sulfate. The extract also reduces the hardness, alkalinity, pH and dissolved oxygen from the water. Therefore, this study aimed to evaluate the use of moringa seed extract in flocculation of suspended solids present in wastewater from dairy. We observed an average efficiency of removal of total solids equal to 76,93%. However, there was no difference between averages, according to the Tukey test at 5% probability.

KEYWORDS: sedimentation, naturals coagulants, extracts of moringa

INTRODUCAO

A quantidade de dejetos produzidos diariamente por bovinos de leite é um dos maiores problemas em confinamentos. A disposição dos resíduos das instalações animais tem se constituído num desafio para criadores e especialistas, pois envolve aspectos técnicos, sanitários e econômicos.

Segundo Carvalho e Silva (2006), na maioria dos confinamentos, com sistemas de limpeza hidráulica dos resíduos, o consumo de água é de 200 a 250 litros por unidade animal por dia. De acordo com os mesmos autores, a produção diária de esterco (fezes + urina) dos bovinos leiteiros é aproximadamente 10% de seu peso corporal, o que representa, na maioria dos casos, uma taxa de produção de 45 a 48 kg d⁻¹ por animal.

No que se refere às características qualitativas da água residuária da bovinocultura de leite, pode-se afirmar que a água é rica em material orgânico, sólidos totais e nutrientes. Na Tabela 1 apresentam-se valores médios de variáveis obtidas da água residuária da bovinocultura de leite.

Tabela 1 – Valores médios de variáveis obtidas da água residuária da bovinocultura de leite (Adaptado de ERTHAL 2008)

Parâmetros de qualidade	Valor
DQO (mg L ⁻¹)	16.539
Sólidos Totais (mg L ⁻¹)	7.492
Nitrogênio Total (mg L ⁻¹)	697
Fósforo (mg L ⁻¹)	132
Potássio (mg L ⁻¹)	362
Cálcio + Magnésio (mg L ⁻¹)	156
Sódio (mg L ⁻¹)	91
Carbono Total (mg L ⁻¹)	1.347
Zinco (mg L ⁻¹)	2,94
Cobre (mg L ⁻¹)	1,38
pH	7,84
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	4,3

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).

Uma das etapas do processo de tratamento da água é a coagulação, que tem por objetivo transformar partículas finas em suspensão, em partículas maiores e mais pesadas, de forma que sejam removidas por sedimentação ou filtração. Atualmente, o sulfato de alumínio é o coagulante químico mais utilizado no Brasil. No entanto, o uso deste coagulante pode ocasionar problemas de saúde causados pelo alumínio residual em águas tratadas, além de dificultar a disposição final do lodo, em virtude do alumínio ser um elemento nocivo às plantas e animais.

A utilização de coagulantes naturais pode proporcionar atenuação nos problemas ligados ao consumo de água não potável e despejos de águas residuárias, sem tratamento, em corpos hídricos receptores. O mecanismo de coagulação destes é semelhante ao mecanismo do sulfato de alumínio, uma vez que todos estes coagulantes apresentam sítios com pontos positivos e negativos, podendo na presença da água se transformar em coagulantes catiônicos ou aniônicos, dependendo do saldo das cargas elétricas (RAMOS BORBA, 2001).

O extrato de sementes de moringa (*Moringa oleifera*) vem sendo utilizado com sucesso na remoção de material em suspensão de águas turvas, substituindo, inclusive, o sulfato de alumínio. O extrato também reduz a dureza, alcalinidade, pH e oxigênio dissolvido da água e eleva o gás.

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 (Cruz et al., 2007). Com o uso desta proteína é possível efetuar processos de coagulação e floculação de água contendo partículas em suspensão e coloidais (Arantes et al., 2010). Tais processos são responsáveis pela desestabilização e aglomeração destas partículas sendo possível remoção das mesmas por meio de sedimentação ou filtração posteriormente.

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 café 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 mg L⁻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.

De acordo com Ndabigengesere et al. (1995), somente sementes secas apresentam atividade coagulante e que o uso das sementes com casca utilizadas em elevados valores de turbidez (426 NTU) apresentam desempenho similar ao obtido para sementes descascadas. O mesmo autor verificou que o uso de sementes com casca em valores de turbidez baixo (105 NTU) se apresenta com menor eficiência com relação à sementes descascadas.

Ndabigengesere & Narasiah (1998), verificaram que o uso de semente de moringa como coagulante não promove alterações significativas nos valores de pH da água. Estes autores verificaram que com o uso de sementes de moringa o pH permaneceu na faixa de 7,6 para as diversas dosagens avaliadas e, quando utilizaram o sulfato de alumínio, encontraram uma redução no valor de pH de 7,6 para 4,2.

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 extrato 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.

Após secagem as sementes foram descascadas. O extrato de moringa foi preparado triturando-se

50 g de sementes em um litro de água destilada e em seguida a solução foi passada por filtro de papel. Na Figura 1 apresentam-se as sementes de moringa.



Figura 1 – Sementes de *Moringa oleifera* L.

Foram consideradas seis concentrações distintas de extrato de moringa: 10 mg L⁻¹, 20 mg L⁻¹, 30 mg L⁻¹, 40 mg L⁻¹, 50 mg L⁻¹, 60 mg L⁻¹.

A água residuária foi acondicionada em recipientes de acrílico de um litro e em seguida as distintas concentrações do extrato de moringa foram adicionadas aos recipientes. Os recipientes contendo a água residuária e o extrato de moringa foram então colocados 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. Decorrido o período de repouso, retirou-se alíquotas de 50 mL do sobrenadante de cada recipiente, para posterior determinação de sólidos presentes na água residuária.



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 está apresentado a eficiência de remoção de Sólidos Totais determinadas 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 extrato (ml.L ⁻¹)	Eficiência (%)
10	77,29
20	77,67
30	76,90
40	78,11
50	73,61
60	78,02

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 3 – Tabela de Análise de Variância (ANOVA)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMENTO	5	0.004292	0.000858	0.124	0.9842
Erro	12	0.082844	0.006904		
Total corrigido	17	0.087135			
CV(%) =	10.8				
Média geral:	0.7693278		Número de observações:	18	

Tabela 4 – Teste de Tukey a 5 % de significância

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
5	0.736067	a
3	0.768967	a
1	0.772933	a
2	0.776700	a
6	0.780200	a
4	0.781100	a

As médias seguidas pela 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 de extrato 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 extrato 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 quais 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 menor que 1 significa que o efluente contém concentração menor que a do afluente.

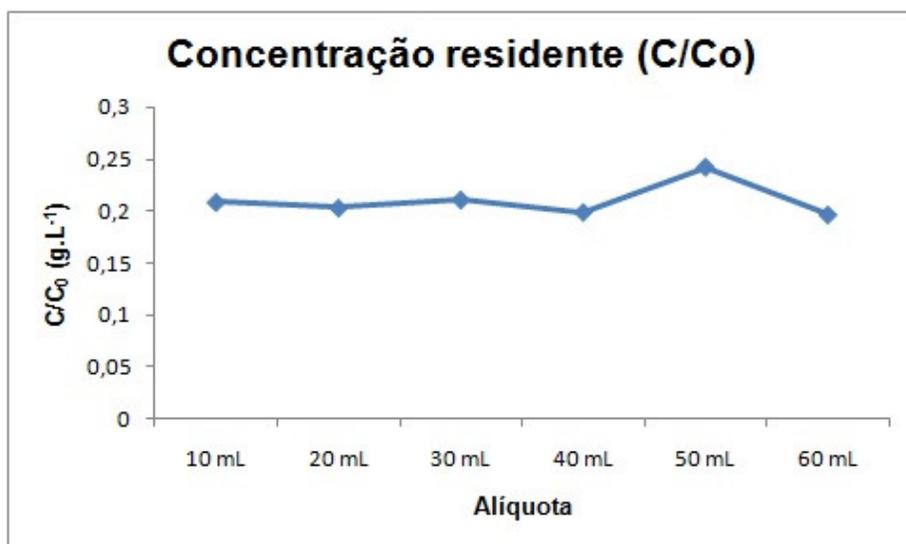


Figura 3 – Curva de concentração residente de sólidos totais na água residuária da bovinocultura

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 totais em 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.

Os resultados obtidos reforçam o potencial do uso do extrato de sementes de moringa no processo de tratamento de água residuárias.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que o extrato de semente de moringa contribuiu de forma eficiente na remoção da concentração de sólidos totais da água residuária de bovinocultura.

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 extrato de semente de moringa.

REFERENCIAS

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.

CARVALHO, H. P.; SILVA, I. J. O. Metais pesados presentes na água residuária de sistema de exploração leiteira Do tipo "freestall". Revista Eletrônica Thesis, São Paulo, v. 6, p. 1-8, 2006.

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 Agronômica, 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.

ERTHAL, V. J. T. Fertilização de capim-Tifton 85 e aveia preta com águas residuárias de bovinocultura: efeitos no solo e nas plantas. Viçosa, MG, UFV: p. 84. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola).

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 Ambiental, Campina Grande, v.10, n.2, p.472-478, 2006.

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.

NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, K.S. Quality of water treated by coagulation using *Moringa oleifera* seeds. Water Research, vol. 32, nº3, p. 781-791, 1998.

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 BORBA, L. Viabilidade do uso da *Moringa oleifera* Lam no tratamento simplificado do uso da água em pequenas comunidades, João Pessoa, 2001.

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.

RIBEIRO, I. C. A.; LO MONACO, P. A. V.; NASCIMENTO, F. S.; SILVA, R. A.; MATOS, A. T.; SARMENTO, A. P. Utilização extrato de sementes de moringa como agente coagulante natural no tratamento da água residuária de suinocultura. In: Simpósio de Iniciação Científica. Anais... Viçosa: UFV, 2009.