

III-075 – PRE-TRATAMENTO DE LIXIVIADOS DE ATERROS SANITÁRIOS COM USO DA SEMENTE DE *Moringa Oleifera* Lam

Zorayde Lourenço de Oliveira⁽¹⁾

Engenheira Florestal pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Graduação em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Especialização em Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável pela UNP - RN. Mestrado em Engenharia Civil- Geotecnia Ambiental, pela UFPE. Tem experiência na área de Agroecologia, Conservação do solo, recuperação de áreas degradada, meio ambiente, Gestão ambiental, Tratamento de água, Resíduos Sólidos e desenvolvimento sustentável. Doutoranda em Engenharia Civil- Geotecnia Ambiental, pela UFPE.

Silvio Romero de Melo Ferreira⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE/UFRJ, Especialização em Metodologia do Ensino Superior pela UNICAP, doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro COPPE/UFRJ e pós-doutorado na Universidade de São Paulo - USP. Professor Associado da UFPE, Titular da Unicap e Adjunto da UPE. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Mecânicas dos Solos, atuando principalmente nos seguintes temas: solos não saturados, construção civil, solo.

Marília Regina Costa Castro Lyra⁽³⁾

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Graduação em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Técnica em Química Industrial e Segurança do Trabalho pela Escola Técnica Federal de Pernambuco com mestrado em Agronomia (Ciências do Solo) pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e Doutorado em Engenharia Civil - Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Pernambuco, professora do curso tecnológico em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco.

Endereço⁽¹⁾: Rua Frei Atanazio – Jardim São Paulo - Recife - PE - CEP: 50781-530 - Brasil - Tel: +81 (xx) 3251-6392- e-mail: zoraydelourenco@hotmail.com

RESUMO

Um grande problema encontrado no gerenciamento dos resíduos urbanos diz respeito ao tratamento de lixiviado produzido, que pode contaminar o solo, lençóis freáticos e leitos dos rios, gerando um forte impacto ambiental. A Fitorremediação é uma técnica complementar aos métodos convencionais de tratamento da água e solo por apresentar potencial para tratamento *in situ*, sendo economicamente viável. O objetivo deste trabalho foi avaliar em laboratório a eficiência do extrato da semente da Moringa no tratamento do lixiviado de aterros sanitários. Foram utilizadas dosagens de 50; 75 e 100 g/L de extrato de Moringa, através dos ensaios Jarrest. Os resultados para as dosagens do extrato da semente de Moringa testadas apresentaram taxas de remoção para Cor (96%) Turbidez (82%) e Coliformes (97%). A dosagem de 50g/L apresentou maior eficiência para o pré-tratamento do lixiviado.

PALAVRAS-CHAVE: Moringa, Lixiviado, Tratabilidade de Lixiviado.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas encontrados no gerenciamento de aterros sanitários de resíduos urbanos diz respeito ao tratamento do lixiviado produzido que pode contaminar o solo, lençóis freáticos e leitos de rios, podendo gerar um forte impacto ambiental. Uma alternativa para tratamento destes efluentes é a utilização dos processos de coagulação/floculação e precipitação os quais são empregados para a remoção de compostos orgânicos não biodegradáveis encontrados no lixiviado de aterro sanitários. Atualmente os coagulantes químicos são os mais empregados para o tratamento do lixiviado (NUNES et al , 2004).

A forma de tratamento mais difundida para o lixiviado de aterro sanitário é o tratamento biológico, devido principalmente ao seu baixo custo. Contudo, diversos estudos têm demonstrado que a eficiência desse tipo de tratamento é maior para lixiviado de aterros mais jovens, com uma maior quantidade de compostos biodegradáveis. Para lixiviados de aterros mais velhos, em fase madura e já estabilizados, que apresentam uma

maior quantidade de compostos recalcitrantes, o tratamento biológico é menos eficiente. (AMOKRANE et. al. 1997; KURNIAWAN et al. 2006; WISZNIEWSKI, et al. 2006; ZOUBOULIS et al. 2004). Dentre os coagulantes químicos são usados os sais de alumínio e de ferro, sendo o sulfato de alumínio um dos mais utilizados. No entanto, muitos estudos apontam o alumínio como possível indutor do Mal de Alzheimer (SILVA, 1999).

A descoberta do uso da polpa das sementes *Moringa oleífera* Lam como polímero natural para purificação de água, a um custo menor que do tratamento químico convencional, constitui uma alternativa de mais alta importância (SILVA, 2005). Apresenta-se como uma alternativa viável de tratamento, por ser capaz de reter os metais contaminantes em uma matriz sólida.

No que diz respeito aos coagulantes naturais, a solução preparada com as sementes da *Moringa oleífera* Lam tem se mostrado bastante efetiva como agente coagulante (N'DABIGENGESERE et al, 1995; MUYIBI et al, 2002). Os coagulantes/floculantes naturais têm demonstrado vantagens em relação aos químicos, especificamente em relação à biodegradabilidade, baixa toxicidade e baixo índice de produção de lodos residuais. Pesquisas sobre a utilização da semente da *Moringa oleífera* Lam como coagulantes/floculantes naturais, estão sendo conduzida em vários países (DA SILVA et al, 2003).

A presente pesquisa teve por finalidade estudar em laboratório a possibilidade de utilização do extrato da semente da espécie florestal *Moringa oleífera* Lam para o pré-tratamento de lixiviado de Aterros Sanitários.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os testes foram realizados, em laboratório, através de pré-testes com lixiviado bruto, utilizando o extrato (polpa) da semente de *Moringa oleífera* Lam no JAR - TEST para obtenção da dosagem ideal. A semente foi utilizada como pré-tratamento de lixiviado de aterro, na remoção de cor, turbidez, e bactérias presentes no lixiviado do Aterro da Muribeca, município de Jaboatão dos Guararapes- Pernambuco. Por fim, foi avaliada a eficiência da semente da moringa para o tratamento do lixiviado. A *Moringa* foi selecionada para o estudo em função da capacidade de multiplicação, produzir grande quantidade de biomassa e por suas sementes apresentarem capacidade de coagulação e floculação para o tratamento de águas.

Para atingir o objetivo proposto nesta pesquisa foi seguida uma série de etapas, para avaliar a tratabilidade da solução proposta para o lixiviado, descritas a seguir:

COLETA DAS AMOSTRAS DOS LIXIVIADOS

As amostras do lixiviado utilizado na pesquisa foram coletadas e estocadas em bombonas de polietileno. Durante a pesquisa foram realizadas quatro coletas de lixiviado proveniente da caixa de vazão localizada próximo à lagoa de decantação da estação de tratamento do Aterro da Muribeca (Figura 1).

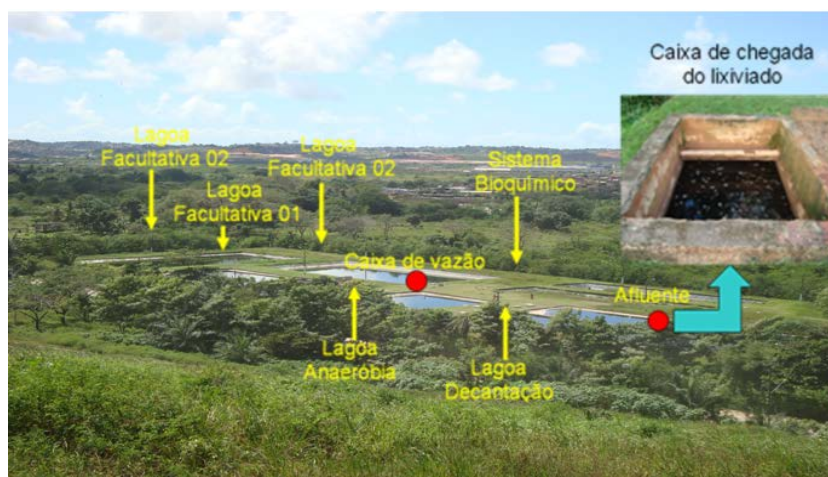


Figura 1: Ponto de coleta do lixiviado da estação de tratamento do Aterro da Muribeca

Experimento de Laboratório - Ensaio de Jar test

Chama-se dosagem ideal, aquela que com a menor quantidade de coagulante dosado, se consiga obter a maior redução em termos de cor, turbidez e pH do lixiviado, no menor espaço de tempo possível. Descoberta a dosagem ideal, geralmente, passa-se a determinar vários outros parâmetros, tais como: odor, DBO₅ e DQO, além de outros, para se avaliar a qualidade do lixiviado clarificado.

O aparelho utilizado para os ensaios de coagulação/floculação funciona como um reator estático, denominado Jar-Test (Figura 2). Este equipamento é constituído por um suporte metálico, coberto com uma lamina fina de PVC branco, que abriga duas lâmpadas fluorescentes. Acima deste suporte estão colocadas seis cubas em acrílico com capacidade de 2 litros cada com um coletor de amostra no centro da cuba. A agitação é promovida por um conjunto de polias e correia, acionando um eixo com pás. A distribuição dos reagentes é simultânea, através dos distribuidores superiores.



Figura 2- Equipamento de ensaio de coagulação utilizado nos testes (Jar-test)

COLETA E PREPARAÇÃO DA *MORINGA OLEÍFERA* LAM PARA OS ENSAIOS

As sementes da *Moringa oleífera* Lam foram colhidas em árvores do sítio São Bento localizado em São Bento do Una/PE e Bom Jardim/PE em duas épocas, abril e maio de 2009, totalizando 10 kg de material vegetal. Depois de colhidas, as sementes foram secas ao ar e armazenadas para o preparo dos extratos a ser utilizado nos ensaios de tratabilidade do lixiviado do aterro. Após secas, as sementes foram descascadas manualmente e armazenadas para o preparo do extrato representado no fluxograma (Figura 3).

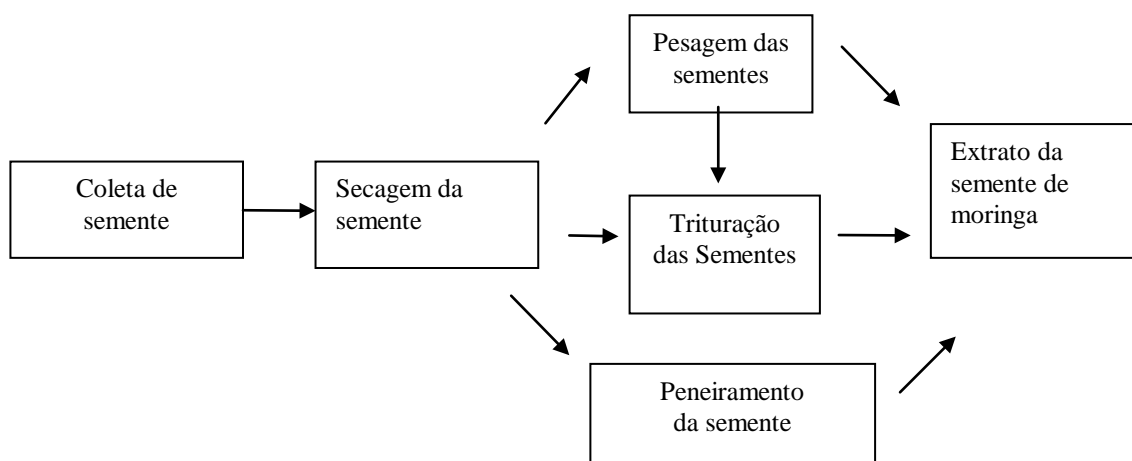


Figura 3 – Fluxograma de Preparo do extrato da semente de moringa

Para a obtenção do coagulante natural extraído das sementes de *Moringa oleífera* Lam utilizou-se o seguinte procedimento: retirou-se a casca das sementes e triturou-se as mesmas com o uso de um pilão até se obter um pó. Misturou-se o pó em água destilada utilizando uma porcentagem de 5% do peso de pó sobre o volume de água.

CARACTERIZAÇÃO DO LIXIVIADO DO ATERRO

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Geotecnia Ambiental, do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, no Laboratório de Engenharia Ambiental e da Qualidade do Departamento de Química da UFPE (LEAQ).

Os parâmetros de controle ambiental analisados na caracterização do lixiviado do aterro e nos ensaios de tratabilidade foram pH, cor, turbidez, (realizados em triplicata), coliformes totais e fecais (em duplicata), determinados segundo o STANDARD METHODS, 2005.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente procedeu-se a caracterização do lixiviado empregado na pesquisa (Tabela 1) e em seguida avaliou-se a melhor dosagem de extrato de sementes de *Moringa oleífera* Lam para o pré- tratamento do lixiviado.

Tabela 1 - Características das amostras do lixiviado utilizadas nos testes de Tratabilidade do lixiviado com extrato da semente de *Moringa oleífera* Lam

Parâmetros		Amostra				Padrões Conama
		Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	
Cor	mgL-1	3179,00	4731,00	2943,00	4526,00	75
pH	-	8,4	8,3	7,8	8,3	5-9
Turbidez	NTU	199,00	221,00	217,00	219,00	100
Coliformes Totais	NMP/100mL	1,1 x 10 ⁶	1,7 x 10 ⁵	1,1 x 10 ⁶	7,0 x 10 ⁵	4,0 x 10 ³
Coliformes Fecais	NMP/100mL	1,7 x 10 ⁵	4,0 x 10 ⁵	9,0 x 10 ⁴	4,0 x 10 ⁵	4,0 x 10 ³

Nos ensaios de tratabilidade avaliou-se a redução de turbidez, pH, odor e cor para as diferentes dosagens do extrato de sementes de *Moringa*. Como pode ser observado na Figura 2 tanto para a redução de turbidez e cor aparente as melhores dosagens encontradas foram de 50 g/L e 75 g/L, apresentando redução de 90% para turbidez e cor aparente.



Figura 2 – Cor das amostras após tratamento com diferentes dosagens do extrato de sementes de moringa.

Observa-se a mudança de cor, pelo menos visualmente, para as dosagens compreendidas entre 50 g/L – 75 g/L – e a que apresentou os melhores resultados em relação à cor (173 mg/L) e turbidez (56 NTU) foi a dosagem de 50 g/L da polpa de semente de Moringa. Em relação à cor os resultados obtidos pela dosagem 50 g/L foi a que se aproximou da resolução CONAMA 357/05 (cor verdadeira até 75 mg/L).

Bernardo (2009) verificou que a aplicação da dosagem de 600g/L do extrato da *Moringa oleifera* Lam, proporcionou a redução da cor em porcentual igual a 57,50 %, quando comparada com o efluente bruto. A turbidez foi reduzida na faixa de 85,03 %.

Carvalho (2005) avaliando o uso do extrato de semente de moringa na clarificação de águas turvas ricas em partículas de óxidos de ferro acumuladas em cava de Mineração, com uma dosagem de 1000 g/L de extrato obteve 99 % de redução de turbidez e cor.

Quanto a sua utilização para tratamento de esgoto doméstico, Braga (2009) avaliou o comportamento do extrato salino da moringa como pré tratamento ao reator UASB encontrando resultados semelhantes à literatura que o mesmo é benéfico ao processo de digestão anaeróbia, com uma concentração de 3 mg.L do extrato ,enquanto Kalogo et al (2001) usaram 50 mg/L do extrato aquoso.

A associação de *M. oleifera* com cloreto férrico, demonstrou, ainda, grande melhora na eficiência dos parâmetros físico-químicos analisados, sempre superiores a 80%, conseguindo avanços expressivos na remoção de SST e turbidez, demonstrando eficiência no processo de coagulação-floculação.

As análises microbiológicas realizadas após cada ensaio apresentaram resultados bastante satisfatórios (Tabela 2). Os resultados estão de acordo com a resolução CONAMA 357/05.

Os coliformes fecais e totais foram reduzidos em todas as dosagens empregados na tratabilidade do Afluente, Na maioria dos testes os coliformes foram reduzidos 97 %. De acordo com Kalogo et al (2001), extratos de moringa diminuem o barro e bactérias contidas em água não tratada.

Tabela 2 - Resultados das análises laboratoriais do efluente tratado com extrato de *Moringa oleifera* Lam para efeitos microbiológico de Coliformes totais (A) e Coliformes fecais (B)

Dosagens do extrato	Coliformes Totais (A) (NMP/100 ml)	Coliformes Fecais (B) (NMP/100 ml)	Características
Lixiviado Bruto	1,1 x 10 ⁶	1,7 x 10 ⁵	Pútrido/marrom escuro /pH 8,0
50,00g/L	7,0 x 10 ³	7,0 x 10 ⁴	Levemente pútrido /Amarelada /pH 8,0
75,00g/L	7,0 x 10 ³	7,0 x 10 ³	Levemente pútrido /Amarelada /pH 8,0
100,00g/L	7,0 x 10 ³	7,0 x 10 ³	Levemente pútrido /Amarelada /pH 7,9

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O extrato das sementes de *Moringa oleifera* Lam tem potencial para o pré-tratamento do lixiviado de aterros sanitários

O coagulante natural da semente de *Moringa oleifera* Lam apresentou alta capacidade de remoção dos parâmetros cor, turbidez, e coliformes do lixiviado, com média de remoção entre 96,65 %, 82,19 %, e 97 respectivamente. Os valores de pH não foram alterados.

A partir dos resultados obtidos, recomenda-se esse tratamento simples como alternativa viável para a melhoria da qualidade dos lixiviados de aterros sanitários já que estes, após tratamento, são enviados para corpos hídricos locais. Consequentemente, melhorar a qualidade destes diminuindo o número de doenças de veiculação hídrica é primordial para o alcance do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WCPF. Standard methods for examination of the water and wastewater, Washington, D.C.: American Public Health Association, Water Pollution Control Federation, 2005, 1134p.
2. AMOKRANE, A., COMEL, C., VERON, J. (1997). Landfill leachates pretreatment by coagulation-flocculation. *Water research*, v. 31, n. 11, p. 2775-2782.
3. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 09 de maio de 2009.
4. DA SILVA, F. J. A.; SOUZA, L. M. M.; MAGALHÃES, S. L. Uso potencial de biopolímeros de origem vegetal na descolorização de efluente têxtil índigo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22., 2003, Joinville. Anais... Joinville: ABES, 2003. CD-ROM
5. DA SILVA, F. J. A. et al. Descolorização de efluentes de indústria têxtil utilizando coagulantes naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22, 2001, João Pessoa. Anais.João Pessoa:ABES, 2001. CD-ROM .
6. DINARDI, A.L., et al. Fitorremediação. 3º fórum de estudos contábeis. Faculdade integrada Claretiana, Rio Claro, São Paulo. 2003.
7. MUYIBI, S. A; NOOR, M. J. M. M.; LEONG, T. K.; LOON, L. H. Effects of oil extraction from *Moringa oleifera* seeds on coagulation of turbid water. *Environ. Studies*, v. 59, n. 2, p. 243 – 254, 2002.
8. NDABIGENGESERE A.; NARASIAH, S. K; TALBOT B. G. Active agents and mechanism of coagulation of turbid waters using *Moringa oleifera*. *Water Research*, v.29, n.2, p.703-710,1995.
9. NUNES, D. G. ; SOARES, A. C. ; ROSA, J. ; RUBIO, J. Remoção de íons sulfato de águas de drenagem ácida de carvão por precipitação química. In: XX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, Florianópolis. v. 1. p. 591-598, 2004.
10. SILVA, CA. Estudos aplicados ao uso da *Moringa oleifera* como coagulante natural para melhoria da qualidade de águas, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2005.

11. SILVA, TELMA SALES SANTANA. Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e esgoto. [Mestrado] Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 1999. 88 p.
12. KURNIAWAN, T. A.; WAI-HUNG, L.; CHAN, Y.S.G. Physico-chemical treatments for removal of recalcitrant contaminants from landfill leachate. *Journal of Hazardous Materials*, v.B129 , p. 80–100 , 2006.
13. WISZNIOWSKI, J., ROBERT, D., SURMACZ-GORSKA, J., MIKSCH, K., WEBER, J.V. Landfill leachate treatment methods: A review. *Environmental Chemistry Letters*, v. 4, p.51-61, 2006.
14. ZOUBOULIS, A. I.; CHAI, X-L.; KATSOYIANNIS, I. A. The application of bioflocculant for the removal of humic acids from stabilized landfill leachates. *Journal of Environmental Management*, v. 70, p.35-41, 2004.