



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

II-115 - MORINGA OLEIFERA NA MELHORIA DA QUALIDADE DE EFLUENTES DE UASB E DE LAGOA DE MATURAÇÃO - REMOÇÃO DE COR E TURBIDEZ

Francisco José Ferreira de Castro – Engenheiro Civil, Universidade de Fortaleza – UNIFOR. Funcionário da Companhia de Água e Esgotos do Ceará – CAGECE.

Fernando José Araújo da Silva ⁽¹⁾ - Engenheiro Civil, Universidade de Fortaleza - UNIFOR. Mestre em Engenharia, área de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Professor Assistente do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade de Fortaleza.

⁽¹⁾ Rua João Luís Santiago, 930. Jardim das Oliveiras. Fortaleza – CE. 60821-430



fjas@unifor.br

RESUMO

A *M. Oleifera* tem sido estudada para a melhoria da qualidade da água para consumo humano. Entretanto, pouco se sabe sobre o potencial deste biopolímero no pós-tratamento de efluentes domésticos. Foi estudada a aplicação da Moringa no tratamento de efluentes de UASB e de lagoa de maturação. As dosagens que produziram melhores resultados foram de 50 e 25 mg/L, respectivamente para cada tipo de água. As remoções de cor, turbidez e sólidos em suspensão foram maiores no efluente de lagoa de maturação (> 80%).

A ação da Moringa na remoção de cor foi mais efetiva com o passar do tempo de sedimentação. Quanto à redução de turbidez e dos sólidos em suspensão, há maior efeito durante os primeiros 30 minutos. Neste caso, maiores conteúdos de matéria orgânica implicam em melhor ação do biopolímero.

Excesso de Moringa resulta em elevação de cor, turbidez e sólidos em suspensão. Exige-se um estudo criterioso acerca da dosagem a ser empregada. Neste contexto, operação e controle adequados são imperativos.

PALAVRAS-CHAVE: *Moringa Oleifera*, pós-tratamento de efluentes, remoção de cor e turbidez.

INTRODUÇÃO

Cor e turbidez são fatores essenciais de percepção da qualidade da água. Estes parâmetros influenciam significativamente na satisfação do usuário dos serviços de água e esgotos. Tais percepções estão entre as principais a serem consideradas na avaliação da qualidade de efluentes tratados. É comum o uso de sais metálicos (cloreto férrico, sulfato de alumínio, sulfato ferroso, policloreto de alumínio) como coadjuvantes na remoção de cor e turbidez, através de pós-tratamento que utiliza o conjunto coagulação-floculação-sedimentação (DA SILVA ET AL., 2001).

O uso dos sais metálicos pode resultar em resíduos destes no produto final da unidade de tratamento. Outros aspectos de preocupação: são os descartes ambientais dos resíduos de tratamento, pois cedo ou tarde parte dos metais imobilizados em subprodutos do tratamento físico-químico da água (lodo e biossólidos) chega ao meio ambiente, alcançando por fim os recursos hídricos (OKUDA ET AL., 2001). Os excessos de sais de Al e Fe são ambientalmente indesejáveis, pois os lodos produzidos podem disponibilizar íons solúveis no corpo receptor. O alumínio, por exemplo, está associado a distúrbios neurológicos e o ferro causa odor, mancha materiais e acumula-se em tubulações, diminuindo a eficiência das estruturas hidráulicas. É necessário, portanto, buscar coagulantes ambientalmente mais compatíveis.

Em países em desenvolvimento como o Brasil, e principalmente na região Nordeste, as tecnologias para tratamento de

efluentes devem ser confiáveis, baratas e simples. Com esta filosofia, resolveu-se estudar a aplicação da Moringa (*Moringa oleifera*), a fim de conhecer sua utilização no pós-tratamento de esgotos. Trata-se de um produto barato que pode ser produzido na região, proporcionando o aproveitamento de mão-de-obra regional, bem como disseminar uma cultura de múltiplas utilizações da Moringa.

A Moringa é uma espécie originária do noroeste indiano, sendo conhecida no Brasil como quiabo-de-quina e lírio branco. É uma planta arbórea, de crescimento rápido, com propagação feita por meio de sementes, mudas ou estacas. A Moringa suporta longos períodos de seca, solos pobres e cresce bem em condições semi-áridas. A espécie é forte, cresce rapidamente e não requer tratos (Gerdes, 1997). O uso é variado, sendo empregada como especiaria de cozinha, na medicina natural, suplemento alimentar de animais, na composição de sabões e no tratamento de água. Com tal potencial, a planta espalhou-se em diversos países de clima quente.

A Moringa é uma espécie vegetal plenamente adaptada às condições climáticas do Ceará. Apesar das crescentes pesquisas sobre a Moringa, pouco se sabe acerca do uso desta em sistemas em escala real ou mesmo demonstrativa (HART, 2000). Os estudos referidos até aqui sugerem claramente que há potencial de aplicação em sistemas de fluxo contínuo, desde que sejam considerados elementos mínimos de planejamento.

O uso da *Moringa oleifera* para tratamento da água para consumo humano é bastante difundido em áreas rurais, especialmente no norte da África e Índia (Jahn, 1988). Na forma de solução, as proteínas solúveis da Moringa ligam-se às partículas suspensas, formando sólidos maiores que sedimentam rapidamente e mostrando o potencial da Moringa como biopolímero alternativo. Soluções de Moringa são sugeridas também no tratamento de efluentes (Hart, 2000). Apesar das crescentes pesquisas sobre a Moringa, pouco se sabe acerca do uso desta em sistemas em escala real ou mesmo demonstrativa.

Os estudos acima referidos mostram claramente que há potencial de aplicação da Moringa no tratamento de diversas águas, desde que sejam considerados elementos mínimos de planejamento. Nestes devem ser relevantes a disponibilidade de sementes (seleção e estoque) e os estudos experimentais sobre dosagem. O presente trabalho busca expandir a discussão sobre o uso da Moringa, principalmente no pós-tratamento de efluentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Investigou-se a aplicação da solução de Moringa no pós-tratamento de efluentes domésticos. Amostras de efluente de um reator anaeróbio (UASB - up flow anaerobic sludge blanket) e de uma lagoa de maturação foram tratadas com solução de Moringa. As amostras receberam dosagens de 15, 50 e 100 mg/L de Moringa em solução. As sementes foram selecionadas, buscando-se uniformidade. As sementes sem casca foram moídas e peneiradas (# 200) para fazer uma solução com 10 g/L em água destilada.

As amostras brutas e tratadas foram agitadas manualmente por 30 segundos. Em seguida foram retiradas sub-amostras logo após a agitação, e depois de 30 e 90 minutos. Foram determinadas turbidez, cor aparente e a concentração de sólidos suspensos. Os procedimentos analíticos seguiram os métodos descritos em APHA (1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A redução de cor, turbidez e sólidos suspensos nas amostras não tratadas foi maior no efluente de lagoa de maturação. As Figuras 1 e 2 mostram que a diferença entre tempos de espera de 30 e 90 minutos não é muito significativa. Nos gráficos a primeira barra de cada parâmetro corresponde ao tempo inicial ($T = 0$ min.) e as seguintes dizem respeito aos intervalos de 30 e 90 minutos subsequentes.

As Tabelas 1 e 2 mostram os resultados obtidos com as amostras tratadas. No tratamento do efluente de UASB a melhor dosagem foi de 50 mg/L. No caso do efluente de lagoa de maturação, o melhor resultado foi obtido com 25 mg/L. As reduções totais (para $T = 90$ min.) nos parâmetros analisados foram de 75, 69 e 75%, para cor, turbidez e sólidos em suspensão, respectivamente, no efluente de UASB. No caso do efluente de lagoa de maturação estes valores foram de 94, 95 e 78%, para os respectivos parâmetros. Cabe lembrar que foram tomados como referência os valores de $T = 0$ nas amostras não tratadas.

Figura 1: Variações de cor (UH), turbidez (UT) e sólidos em suspensão (mg/L) no efluente de UASB não tratado, para tempos de sedimentação 0, 30 e 90 minutos.

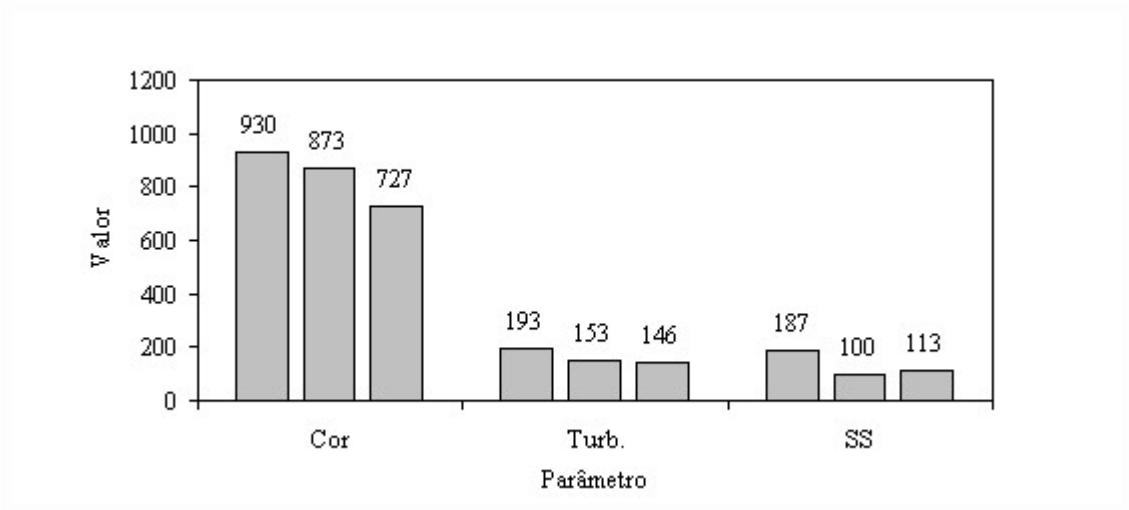


Figura 2: Variações de cor (UH), turbidez (UT) e sólidos em suspensão (mg/L) no efluente de lagoa de maturação não tratado, para tempos de sedimentação 0, 30 e 90 minutos.

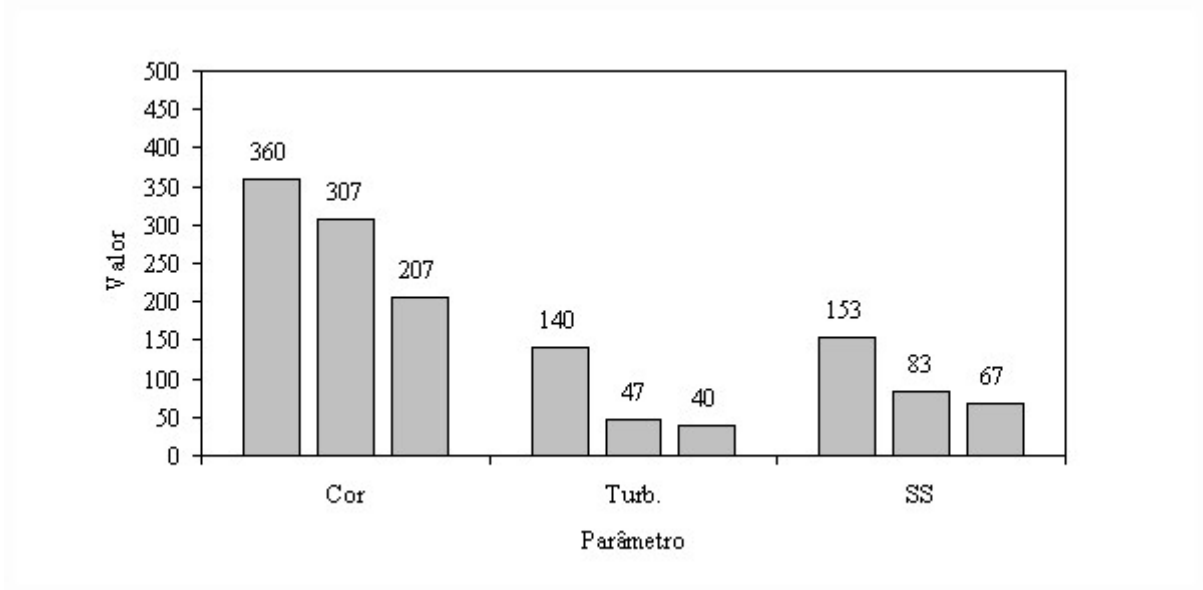


Tabela 1: Resultados obtidos na aplicação de *M. Oleifera* no pós-tratamento de efluente de UASB.

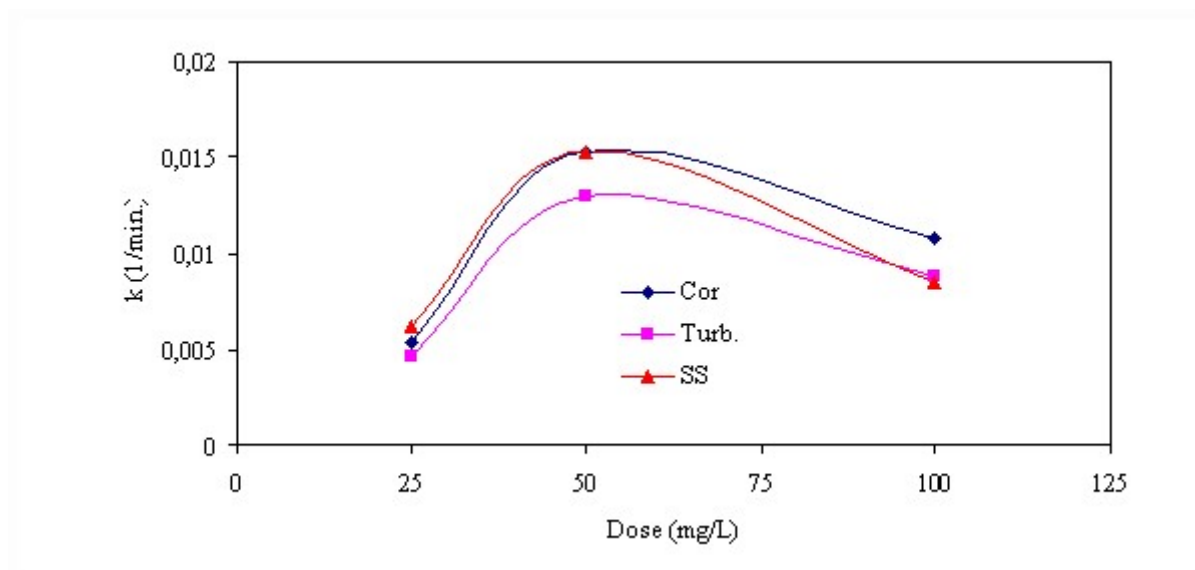
Dose (mg/L)	T = 0 min.			T = 30 min.			T = 90 min.		
	Cor (UH)	Turb. (UT)	SS (mg/L)	Cor (UH)	Turb. (UT)	SS (mg/L)	Cor (UH)	Turb. (UT)	SS (mg/L)
25	1.875	333	380	920	153	100	640	127	107
50	2.533	387	473	760	73	26	233	60	47
100	3.540	834	1.220	733	120	80	353	87	87

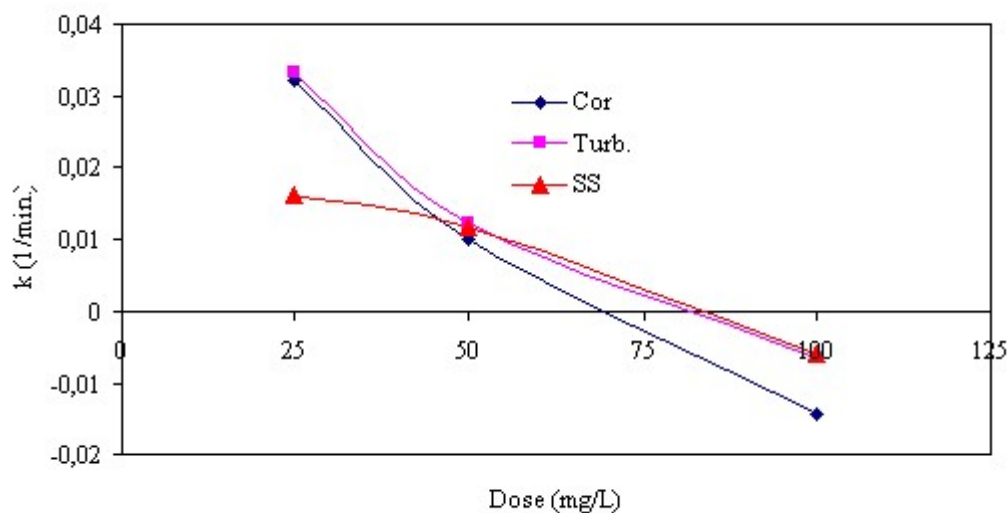
Tabela 2: Resultados obtidos na aplicação de *M. Oleifera* no pós-tratamento de efluente de lagoa de maturação.

Dose (mg/L)	<i>T</i> = 0 min.			<i>T</i> = 30 min.			<i>T</i> = 90 min.		
	Cor (UH)	Turb. (UT)	SS (mg/L)	Cor (UH)	Turb. (UT)	SS (mg/L)	Cor (UH)	Turb. (UT)	SS (mg/L)
25	980	160	233	203	47	53	20	7	33
50	2.054	360	514	534	93	73	146	47	53
100	3.455	620	1.000	1.640	287	273	1.293	247	260

As reduções de unidades de cor, da turbidez e de sólidos suspensos no efluente de UASB foram de 13,9 UH; 2,7 UT e 2,9 mg de SS por mg de Moringa aplicada. Para o efluente de lagoa de maturação os valores foram de 13,6 UH; 5,3 UT e 4,8 mg de SS por mg de Moringa. Estes valores dizem respeito à melhor dosagem aplicada e com *T* = 90 minutos.

Observou-se que dosagens mais elevadas implicaram em elevação da cor, turbidez e sólidos em suspensão das amostras. Grande parte da Moringa não está solubilizada e isto contribui para incremento nos parâmetros investigados. Considerando que a ação da Moringa obedece à cinética de 1ª ordem (Figuras 3 e 4), observou-se que dosagens elevadas na verdade geram um valor de *k* (constante de decaimento) negativo, elevando cor turbidez e sólidos em suspensão em relação às amostras originais. Isto foi o que ocorreu com o efluente de lagoa de maturação.

Figura 3: Variação da constante de decaimento (*k*) admitida cinética de 1ª ordem, em função da dosagem de *M. Oleifera* aplicada ao efluente de UASB (*T* = 90 min.).**Figura 4: Variação da constante de decaimento (*k*) admitida cinética de 1ª ordem, em função da dosagem de *M. Oleifera* aplicada ao efluente de lagoa de maturação (*T* = 90 min.).**



A Tabela 3 mostra que a ação da Moringa na remoção de cor é mais efetiva para um tempo de 90 min. quando comparada ao tempo de meia hora. Também, observou-se melhor desempenho em relação ao efluente de lagoa de maturação. Quanto à redução de turbidez, há pouca diferença do efeito do tempo sobre o efluente de lagoa de maturação. No caso do efluente de UASB, maior eficiência é alcançada aos 30 minutos. O mesmo pode ser afirmado para a remoção de SS no efluente de UASB. A abordagem aqui relatada levou em conta os valores das constantes de remoção acumulada em tempos de 30 e 90 minutos de sedimentação após o tratamento das amostras. Ressalte-se ainda que foi admitida-se cinética de 1ª ordem na remoção de cor, turbidez e SS e que os valores das constantes dizem respeito à melhor dosagem encontrada neste estudo.

Tabela 3: Variações das constantes de remoção de cor, turbidez e sólidos em suspensão admitindo cinética de 1ª ordem em tempos de 30 e 90 minutos.

Tipo de efluente – dose	Tempo	Valor de k (l/min.)		
		Cor	Turbidez	SS
UASB – 50 mg/L	T = 30 min.	0,006729	0,032408	0,065767
Lagoa de maturação – 25 mg/L	T = 30 min.	0,019097	0,036383	0,035338
UASB – 50 mg/L	T = 90 min.	0,015379	0,012982	0,015344
Lagoa de maturação – 25 mg/L	T = 90 min.	0,032115	0,033286	0,016057

CONCLUSÕES

A *M. Oleifera* tem potencial de aplicação no pós-tratamento de efluentes domésticos. No estudo com efluentes de UASB e de lagoa de maturação, as dosagens que produziram melhores resultados foram de 50 e 25 mg/L, respectivamente para cada tipo de água. As remoções de cor, turbidez e sólidos em suspensão foram maiores no efluente de lagoa de maturação (> 80%).

A ação da Moringa na remoção de cor foi mais efetiva com o passar do tempo de sedimentação. Quanto à redução de turbidez e dos sólidos em suspensão, há maior efeito durante os primeiros 30 minutos. Neste caso, maiores conteúdos de matéria orgânica implicam em melhor ação do biopolímero.

Excesso de Moringa resulta em elevação de cor, turbidez e sólidos em suspensão. Exige-se um estudo criterioso acerca da dosagem a ser empregada. Neste contexto, operação e controle adequados são imperativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 18th edition. American Public

- Health Association. Washington, DC. 1992.
2. Da Silva, F. J. A.; Silveira Neto, J. W.; Mota, F. S. B. e Santos, G. P. Descolorização de efluentes de indústria têxtil utilizando coagulantes naturais. In: **21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**. João Pessoa – PB, Setembro de 2001.
3. GERDES, G. **Como limpar e tratar água suja com sementes de Moringa**. Esplar – Centro de Pesquisa e Assessoria. Fortaleza. 1997.
4. HART, T. L. **Natural coagulants: an investigation of *Moringa Oleifera* and tamarind seeds**. Master's Thesis. Department of Environmental and Water Resources Engineering. The University of Texas. Austin. 2000.
5. JAHN S. A. A. Using Moringa seeds as coagulants in developing countries. **Journal of the American Water Works Association** **80 (6)**, pp. 43-50. 1988.
6. OKUDA, T.; BACS, A.; NISHIJIMA, W. e OKADA, M. Isolation and characterization of coagulant extracted by salt isolation. **Water Research** **35 (2)**, pp. 405 – 410. 2001.