



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## COMPARAÇÃO ENTRE O USO DA *Moringa oleifera* LAM E DE POLÍMEROS INDUSTRIAIS NO TRATAMENTO FÍSICOQUÍMICO DO EFLUENTE DE INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

José Leandro Blefari Lenhari<sup>1</sup>; Gilberto José Hussar<sup>2</sup>

---

### RESUMO

O presente trabalho mostra que polímeros naturais podem ser utilizados como alternativa com a finalidade de reduzir custos e que o uso da semente de *Moringa oleifera* Lam tem se mostrado bastante atraente para o barateamento do tratamento. Com base em ensaios de bancada mediu-se o teor da Demanda Química de Oxigênio (DQO) de efluentes após o uso tanto de polímeros industriais quanto o uso de polímeros naturais comparando-se a eficiência de redução da carga orgânica com cada um deles. Desta forma foi possível medir a eficiência e traçar um paralelo entre o benefício da substituição de polímeros sintéticos por equivalente de origem natural elencando além dos ganhos econômicos os benefícios sócio-ambientais. Os testes mostraram que o polímero natural é tão eficiente quanto o seu equivalente industrial e obteve-se uma redução da carga orgânica tão boa quanto com o uso do polímero sintético.

**Palavras-chaves:** *Moringa oleifera* Lam; polímeros; coagulantes naturais; efluente.

### THE USE COMPARATION BETWEEN *Moringa oleifera* LAM AND INDUSTRIAL POLYMERS IN FISICOCHEMICAL WASTEWATER TREATMENT AT FOOD INDUSTRIES

### ABSTRACT

Natural polymers have been used like an alternative to reduce costs and the *Moringa oleifera* Lam seeds has been considerate attractive fall in prices of the wastewater treatment. Therefore it have been done workbench tests and the COD it have been determined to compare the two product's efficiency. By this way, it have been possible to evaluated the efficiency and make a comparison between the costs and the usefulness of the change and list the environmental and social benefits. The result of tests showed that the natural polymer is so efficient that the industrial one. It gained a reduction of organic load equivalent to the synthetic product.

**Keywords:** *Moringa oleifera* Lam; polymers; natural coagulant; effluent.

---

Trabalho recebido em 09/04/2010 e aceito para publicação em 27/10/2010.

---

<sup>1</sup> Graduado em Engenharia Ambiental, Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal – Unipinhal.

<sup>2</sup> Professor Mestre do Curso de Engenharia Ambiental do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal – Unipinhal. e-mail: gjhussar@unipinhal.edu.br

## 1. INTRODUÇÃO

A industrialização tem crescido significativamente a ponto de demandar novas tecnologias para o tratamento dos resíduos industriais gerados nos processos. Cada vez mais, a necessidade de tratamentos de efluentes mais eficientes se faz necessário para atender a legislação ambiental vigente. Esta busca culmina na implantação de tratamentos físico-químicos a fim de melhorar o desempenho da parte biológica dos sistemas de tratamentos de efluentes líquidos industriais.

Empresas que possuem uma alta carga orgânica em seu efluente líquido utilizam-se de flotação com a adição de polímero como forma de redução primária da carga orgânica. Este material coagula e flocula a matéria orgânica solúvel ou emulsificada do efluente, reduzindo seus teores de forma a enquadrar o efluente dentro das especificações do projeto. Esta necessidade gera um custo relativamente alto, por metro cúbico tratado, e a busca de materiais alternativos ganhou notoriedade no meio científico.

No Brasil, os efluentes líquidos são lançados em corpos d'água muitas vezes ocasionando impactos ambientais significativos. Visto a necessidade do controle da poluição hídrica, a legislação

paulista impõe através do decreto 8.468 de 8 de setembro de 1976, que regulamenta a Lei Estadual 997 de 31 de maio de 1976 a seguinte obrigação (SÃO PAULO, 1976; s.p.):

“Art. 17 - Os efluentes de qualquer natureza somente poderão ser lançados nas águas interiores ou costeiras, superficiais ou subterrâneas, situadas no território do Estado, desde que não sejam considerados poluentes, na forma estabelecida no artigo 3º deste Regulamento.”

A mesma lei, em seu artigo 18 item V, determina os parâmetros para lançamento (SÃO PAULO, 1976; s.p.):

“Art. 18, ítem V - DBO 5 dias, 20°C no máximo de 60 mg/L (sessenta miligrama por litro). Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluentes de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento);”

Isto faz com que as empresas tenham de tratar seu efluentes a fim de atender a referida lei. Os efluentes de empresas do gênero alimentício possuem alta concentração de matéria orgânica. Os dimensionamentos dos reatores aeróbios para estas concentrações se tornam demasiadamente elevados e economicamente inviáveis, pois além dos custos de construções requerem grandes áreas para sua implantação. Isto força as empresas a lançarem mão de etapas

*Lenhari, José L. B. & Hussar, Gilberto J./ Comparação do uso da Moringa oleifera LAM e de polímeros industriais...*

preliminares para reduzirem a carga orgânica inicial a fim de entrarem nos reatores, já dimensionados para tal, dentro de uma viabilidade técnica e econômica de implantação.

No dimensionamento das etapas primárias de tratamento são considerados ainda, a dinâmica de geração, uma vez que o sistema tem que tratar os efluentes gerados em curtos espaços de tempo.

Etapas como gradeamento com peneiras rotativas e processos de flotação por ar difuso atendem esta necessidade dinâmica de tratamento sendo de fácil operacinalidade. O uso de flotor tem se mostrado eficiente na remoção de cargas orgânicas quer seja na forma de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) solúvel, dispersa ou mesmo emulsificada. Para tanto se usam polímeros sintéticos que tem a propriedade de coagular e flocular a matéria orgânica, possibilitando sua eliminação por flotação. Isto gera, porém, um custo operacional significativo na estação, uma vez que estes produtos são geralmente fabricados a partir de matérias-primas importadas.

O alto custo do uso de polímeros industriais no tratamento primário de efluentes líquidos requer pesquisas no campo da aplicabilidade de produtos alternativos para o barateamento dos custos envolvidos. A substituição destes produtos

por outros alternativos tem se tornado um grande desafio, uma vez que poucos trabalhos de pesquisa têm sido desenvolvidos neste âmbito. Um produto alternativo e natural é o uso da *Moringa oleifera* Lam, uma planta nativa de origem Indiana que produz vagens com sementes que possuem em sua composição polímeros naturais capazes de coagular e flocular a matéria orgânica presentes na água.

Além do benefício direto da redução dos custos de tratamento primário também gera benefícios indiretos como a redução da exploração destas matérias-primas, que geralmente derivam do petróleo, redução do consumo de energia diretamente empregado na produção destes materiais, geração de renda com plantio da cultura dentre outros.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a viabilidade técnica do uso da moringa em substituição a polímeros industriais no tratamento físico-químico de efluentes líquidos industriais de empresa alimentícia.

## **2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 - Coagulação e Floculação**

As impurezas apresentam cargas negativas, impedindo a aproximação entre elas. Por esse fato, torna-se necessário alterar a força iônica do meio líquido. No

*Lenhari, José L. B. & Hussar, Gilberto J./ Comparação do uso da Moringa oleífera LAM e de polímeros industriais...*

tratamento de água, isso é feito principalmente com a adição de sais de alumínio, de ferro e polímeros naturais ou sintéticos (polieletrólitos) nas águas a serem tratadas, em quantidades adequadas (dosagem ideal), caracterizando o fenômeno da coagulação/floculação (BORBA, 2001).

O conceito do Potencial Zeta está associado à aplicação da diferença de potencial elétrico em uma amostra de água contendo colóides negativos, de tal forma, que uma certa porção do meio, em torno de uma partícula coloidal caminhe junto com ela para o eletrodo positivo, caracterizando o rompimento do plano de cisalhamento (BORBA; 2001).

Segundo Borba (2001), o Potencial Zeta é a medida do potencial elétrico entre a superfície externa da camada compacta que se desenvolve ao redor da partícula e o meio líquido em que ela está inserida.

Azevedo Netto *et al.* (1987), coloca que o Potencial Zeta dos colóides é o responsável pela repulsão entre eles dificultando a aproximação e a aglomeração em partículas maiores.

O mesmo autor supra citado define coagulação e floculação como o processo de agregamento das partículas coloidais em partículas maiores, denominada flocos, através da neutralização do Potencial Zeta, capazes de serem removidas por processo

de decantação ou flutuação (AZEVEDO NETTO *et al.*, 1987)

## 2.2 - Polieletrólitos

Os polieletrólitos são compostos orgânicos ou inorgânicos naturais ou sintéticos, caracterizados como compostos químicos polimerizados que apresentam grandes cadeias carbônicas, constituídas de unidades que se repetem, formando macromoléculas, com pesos moleculares que variam entre 5.000 a 10.000.000 de unidades, cujas cadeias carbônicas apresentam alguns pontos (sítios) com deficiência ou excesso de cargas elétricas, ou seja, com pontos positivos ou negativos (BORBA, 2001).

Segundo DREW PRODUTOS QUÍMICOS LTDA (1979) os polieletrólitos são classificados em baixo peso molecular com até 7.000 UN e alto peso molecular com peso acima de 7.000 UN;

Os polieletrólitos sintéticos podem ser classificados com base no tipo de carga elétrica apresentada. Denominam-se, aniônicos quando a carga é negativa, catiônicos, quando positiva e quando desprovidos de carga elétrica, não-iônicos (AZEVEDO NETTO *et al.*, 1987).

Segundo Wiley (1979), as cargas positivas dos polieletrólitos catiônicos neutralizam as cargas negativas dos

*Lenhari, José L. B. & Hussar, Gilberto J./ Comparação do uso da Moringa oleifera LAM e de polímeros industriais...*  
coloides presente na água, cancelando seu potencial Zeta.

Os polieletrólitos são dosados por via úmida em soluções pouco concentradas, a fim de reduzir a sua viscosidade (AZEVEDO NETTO et al., 1987).

Polieletrólitos apresentam, segundo Wiley (1979), resultados como uma floculação diferenciada pela formação de pontes entre as partículas coloidais seguida de uma ação de coagulação no caso de polímeros catiônicos apresentando redução na resistência específica do lodo gerado e diminuindo a influência nas partículas hidrófilas, mantendo estável sua compressibilidade.

### **2.3 - *Moringa oleifera Lam***

*Moringa oleifera Lam.* é uma espécie arbórea originária do noroeste indiano, cultivada graças ao seu valor alimentar, medicinal, industrial e no tratamento de água (BEZERRA; MOMENTÉ; MEDEIROS FILHO, 2004).

*Moringa oleifera Lam.* é uma árvore pequena, de crescimento rápido, de troca anual de folhas com altura entre 5 e 12 metros e copa aberta em forma de sombrinha, tronco estreito de 10 a 30 centímetros de diâmetro e casca de cortiça esbranquiçada (SCHWARTZ, 2000).

A *Moringa* cresce rapidamente de sementes e mudas igualmente em solos

marginais, demandando pouco ou nenhum cuidado e possui uma resistência que permite viver por prolongados tempos de estiagem (SUTHERLAND et al, 1994).

Conforme Borba (2001), uma planta pode gerar até quatro quilos de sementes precisando de uma área média de 25 m<sup>2</sup> para seu desenvolvimento. Isto pode ser associado a recuperações de áreas degradadas que além da recomposição da vegetação pode ser explorada economicamente.

Segundo Schwartz (2000), a semente de moringa contém uma grande quantidade de proteína solúvel em água que contém carga iônica positiva. Quando adicionados à água atua como magneto atraindo a matéria orgânica de carga negativa.

O pó de semente triturado, quando misturado à água, libera proteínas solúveis que adquirem cargas positivas. A solução atua como um polieletrólito catiônico natural durante o tratamento (SUTHERLAND et al, 1994).

Segundo Borba (2001), as propriedades de coagulação das sementes de *Moringa oleifera Lam.* deve-se a uma proteína isolada pelos pesquisadores Gassenschmidt U, Jany KD, Tanscher B, Niebergall H, na Alemanha, em 1995, que possui massa molecular da ordem de 150.000 unidades.

### 3 – METODOLOGIA

Para a execução da pesquisa foram preparadas duas soluções de polieletrólito catiônico de alto peso molecular sendo uma de sementes de *Moringa oleifera* Lam e outra de polímero industrial. As sementes foram adquiridas do Clube da Semente localizado em Brasília e os testes foram realizados na Empresa Masterfoods Brasil Alimentos Ltda na cidade de Mogi Mirim no período a Setembro a Outubro de 2006.

#### 3.1 - Preparo da solução de Polímero Natural

Foi preparado uma solução de semente de *Moringa oleifera* Lam a uma concentração de 0,1%. Triturou-se com o auxílio de um moinho, uma porção de aproximadamente 20 g (Vinte gramas) de sementes de *Moringa oleifera* Lam.

Após a trituração foi pesado em um becker de vidro de 2000 mL exatamente a quantidade de 2,00 g (dois gramas) e completado o peso para 2,00 Kg (dois kilos) com água destilada.

Em seguida, foi colocada sob agitação mecânica até completa dissolução e homogeneização.

Esta solução está a 0,1% onde cada mL de solução contém 1ppm do princípio polimérico ativo.

#### 3.2 - Preparo da solução de Polímero Sintético

Analogamente, foi utilizada uma solução de polímero catiônico de alto peso molecular, comercialmente encontrado.

Foi pesado em um becker de vidro de 2000 mL exatamente a quantidade de 2,00 g (dois gramas) e completado o peso para 2,00 Kg (dois kilos) com água destilada.

Em seguida, foi colocada sob agitação mecânica até completa dissolução e homogeneização.

Esta solução está a 0,1% onde cada mL de solução contém 1ppm do princípio polimérico ativo.

#### 3.3 – Teste de bancada

Foi coletado um litro de amostra de efluente industrial do tanque de equalização da estação de tratamento de efluentes industriais da Empresa Masterfoods Brasil Alimentos Ltda e colocado em um Becker de vidro de 1 L (um litro) adicionando-se lentamente, com o auxílio de uma pipeta graduada, 20 ml de solução de polímero industrial.

Em seguida, colocou-se sob agitação com auxílio de agitador magnético e barra magnética por 30 segundos em baixa rotação. Deixou-se em repouso por 30 min e então coletou-se amostra para análise de DQO.

O mesmo procedimento foi executado para as concentrações de 50 ppm, 100 ppm e 150 ppm tanto para o polímero industrial quanto para a solução de *Moringa oleífera* Lam.

### 3.4 – Análise da Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Após o ensaio de bancada foi analisado o teor da Demanda Química de Oxigênio (DQO) das amostras coletadas e do efluente industrial bruto, comparando-se a carga inicial com a carga após a adição dos materiais objetos do estudo.

Para a análise de DQO, foi pipetado com uma pipeta sorológica de 5 mL, 2 mL de amostra e transferida para a ampola de análise encontrada comercialmente. Estas ampolas dos Kits de análise de DQO são baseados no procedimento do Standart

Methods for the Examination of Water and Wastewater (1994).

Foi então colocado no bloco digestor por 120 min à 150 °C. Após o resfriamento das ampolas à temperatura ambiente, fez-se a leitura em fotômetro.

## 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as concentrações de 10 ppm, tanto para o polímero natural quanto para o polímero industrial não foi obtido um resultado visual satisfatório não havendo coagulação e tão pouco uma boa floculação. Então se escolheu as concentrações de 20 ppm, 50 ppm, 100 ppm e 150 ppm.

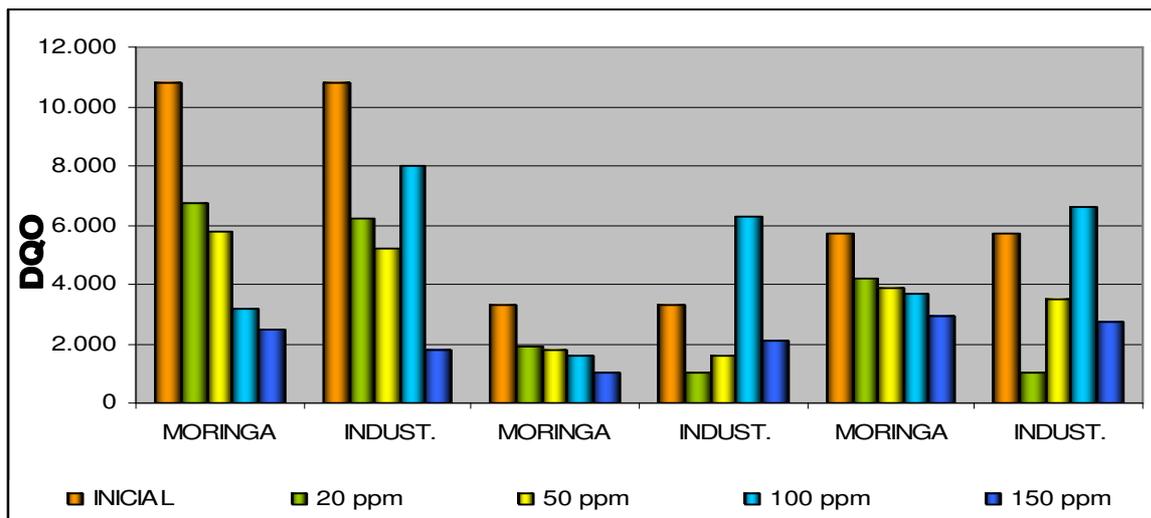
Após o ensaios de DQO, conforme mostrado na Tabela 01, obteve-se os seguintes resultados:

**Tabela 01** - Tabela comparativa de resultados das análises de DQO entre a *Moringa oleífera* LAN e polímero industrial.

DOSAGEM (ppm)	DQO (mg/L de O <sub>2</sub> )					
	MORINGA	INDUST.	MORINGA	INDUST.	MORINGA	INDUST.
INICIAL	10.800	10.800	3.300	3.300	5.700	5.700
20 ppm	6.700	6.200	1.900	1.000	4.200	1.000
50 ppm	5.800	5.200	1.800	1.600	3.900	3.500
100 ppm	3.200	8.000	1.600	6.300	3.700	6.600
150 ppm	2.500	1.800	1.000	2.100	2.900	2.700

Pode-se observar que houve redução da carga orgânica tanto com a utilização do polímero natural quanto com o polímero

industrial. A Figura 01 ilustra bem esta redução.



**Figura 01** - Gráfico mostrando a redução de carga orgânica em DQO entre a *Moringa oleifera* LAN e polímero industrial.

**Tabela 02** - Tabela de redução de DQO entre a *Moringa oleifera* LAN e polímero industrial.

DOSAGEM (ppm)	% DE REDUÇÃO EM DQO					
	MORINGA	INDUST.	MORINGA	INDUST.	MORINGA	INDUST.
20 ppm	38	43	42	70	26	82
50 ppm	46	52	45	52	32	39
100 ppm	70	26	52	-91	35	-16
150 ppm	77	83	70	36	49	53

Observa-se na tabela acima que a melhor redução de DQO obtida foi com a adição de 150 ppm de polímero natural enquanto obteve-se um excelente resultado com 20 ppm de polímero industrial. (Tabela 02)

Pode-se observar que a eficiência na redução da DQO diminui com o aumento da concentração de polímero industrial chegando até mesmo a aumentar a carga orgânica enquanto que com a adição de polímero natural a eficiência aumenta.

O uso da semente de *Moringa oleifera* Lam como coagulante em substituição a

polímeros industriais gera grande vantagem ambiental, pois, por ser natural, economizam-se recursos não renováveis como o petróleo do qual estes polímeros são sintetizados.

Deve-se investir e incentivar este tipo de produção que está em harmonia com o desenvolvimento sustentável e a preservação dos recursos naturais.

Como uma planta pode gerar até quatro quilogramas de sementes, precisando de uma área média de 25 m<sup>2</sup>, para seu desenvolvimento seu plantio pode ser associado a recuperações de áreas degradadas que além da recomposição da vegetação permite a sua exploração econômica.

## 5 – CONCLUSÕES

- a) O uso da *Moringa oleifera* Lam como polímero em tratamento físico-químico de efluentes de indústria alimentícia foi satisfatório mostrando-se eficiente. Mais ensaios, porém, devem ser executados a fim de se determinar uma faixa de uso economicamente viável através de testes pilotos.
- b) O uso da *Moringa oleifera* Lam pode vir a substituir polímeros de origem industrial no tratamento físico-químico de efluentes.
- c) Esta substituição traz grandes benefícios não só de cunho econômico como de caráter sócio-ambiental.
- d) O uso da *Moringa oleifera* Lam para a produção de polímero natural gera renda podendo ser implantada em comunidades carentes. Por possuir uma excelente resistência a seca, pode vir a ser implantada principalmente em comunidades pobres do Nordeste do Brasil, onde além do beneficiamento da semente para uso como coagulante também poderá ser usada na alimentação.

## REFERÊNCIAS

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 19 ed. New York: American Public Health Association, 1994.

AZEVEDO NETTO, J. M. de; et al.

**Técnicas de Abastecimento de Água**. 3 ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1987.

BEZERRA, A.M.E.; MOMENTÉ, V.G.;

MEDEIROS FILHO, S.

Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de

*Moringa (Moringa oleifera* Lam.)

em função do peso da semente e do

tipo de substrato. **Horticultura**

**Brasileira**, Brasília, v.22, n.2,

p.295-299, abril-junho 2004.

Disponível em: <

<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/hemeroteca/hob/vol22n2/21034.pdf>.

Acesso em: 12 mar. 2006.

BORBA, Luis Ramos. Viabilidade do uso

da *Moringa oleifera* Lam no

tratamento simplificado de água

para pequenas comunidades. 2001.

92 f. **Dissertação** (Mestrado) -

Desenvolvimento e Meio

Ambiente, Universidade Federal da

Paraíba, João Pessoa, 2001.

Disponível em:

<[http://www1.capes.gov.br/estudos/dados/2003/24001015/010/2003\\_010\\_24001015040P0\\_Lin\\_Pesq.pdf](http://www1.capes.gov.br/estudos/dados/2003/24001015/010/2003_010_24001015040P0_Lin_Pesq.pdf)

>. Acesso em: 18 mar. 2006.

DREW PRODUTOS QUÍMICOS LTDA;

**Princípios de Tratamento de**

**Água Industrial**; São Paulo:

Câmara Brasileira do Livro, 1979.

*Lenhari, José L. B. & Hussar, Gilberto J./ Comparação do uso da Moringa oleifera LAM e de polímeros industriais...*

SÃO PAULO, **Lei Estadual 997**, 1976.

Disponível em: Disponível em:

<<http://www.cetesb.sp.gov.br>>.

Acesso em: 15.03.05

SCHWARTZ, Dishna. **Water Clarification using Moringa**

*oleifera*. 2000. Disponível em:

<[http://www5.gtz.de/gate/techinfo/techbriefs/w1e\\_2000.pdf](http://www5.gtz.de/gate/techinfo/techbriefs/w1e_2000.pdf)>. Acesso

em: 12 mar. 2006.

SUTHERLAND, J. P. et al. **Moringa oleifera as a natural coagulant.**

1994. Disponível em:

<<http://www.lboro.ac.uk/wedc/papers/20/sessioni/sutherla.pdf>>. Acesso

em: 12 mar. 2006.

WILEY, J.; FILHOS. **Water Treatment**

**Handbook**. 5 ed. New York,

HALSTED PRESS BOOK, 1979.