



Tratamento de água residuária de curtume com utilização de sementes de moringa (*Moringa oleifera* L.)¹

Treatment of residuary water from tannery utilizing moringa(Moringa oleifera L.) seeds

Thiago Emmanuel Fagan Rico², Lucas Moreira Santos³, Edson Marques dos Reis⁴,
Frederico Fonseca Silva⁵, Patrícia da Costa Zonetti⁶

Resumo - A partir da comprovação por vários estudos que as sementes de Moringa (*Moringa oleifera* L.) apresentam a capacidade de clarificar e purificar água potencialmente fora de especificações para consumo humano. Objetivou-se com o presente projeto avaliar se a semente de moringa tem capacidade de purificar água residuária de curtume. Foi utilizada água residuária bruta, coletada antes das estações de tratamento de dois curtumes no município de Maringá, Paraná. As sementes de moringa foram obtidas nos municípios de Umuarama e Floraí, Paraná. As sementes foram retiradas do fruto antes do processo de deiscência e trituradas em meio de água destilada. O sistema foi realizado em sistema descontínuo de tratamento, utilizando vasos de 25 litros, onde foram utilizados 15 litros de água residuárias de curtume. Foram feitos uma testemunha e três tratamentos com a mesma concentração 8,0g L⁻¹ variando a fração em função do tempo de 4, 8 e 12 horas. Foram avaliados os parâmetros: pH, nitrogênio amoniacal, turbidez, DBO e DQO. Os melhores resultados obtidos foram no parâmetro nitrogênio.

Palavras-chave - Biorremediação. Tratamento de resíduos. Purificação de água.

Abstract - The evidence from several studies have indicated that the seeds of Moringa (*Moringa oleifera* L.) have the ability to clarify and purify water potentially out of specification for human consumption. The objective of this project was to evaluate whether the seeds of moringa are capable of purifying wastewater from tannery. Untreated wastewater was used, collected before entering the treatment plants of two tanneries in the city of Maringá, Paraná, Brazil. The moringa seeds were collected in the municipalities of Umuarama and Floraí, Paraná, Brazil. Seeds were removed from the fruit before dehiscence and crushed within distilled water. The system was carried out in batch processing, using 25-liter pots, and 15 liters of wastewater from the tannery. One control and three treatments were used. All groups contained the same concentration 8.0 g L⁻¹ but were done in 4, 8 and 12 hours. The following parameters were evaluated: pH, ammonia nitrogen, turbidity, BOD and COD. The best results were obtained in the parameter nitrogen.

Key words - Bioremediation. Treatment of waste. Water purification.

¹Recebido em 12/06/2010 e aprovado em 29/12/2010

²CESUMAR - Centro Universitário de Maringá, Maringá - PR, thiago_ricoo@hotmail.com

³CESUMAR - Centro Universitário de Maringá, Maringá - PR, dsonmreis@hotmail.com

⁴Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá - PR, edsonmreis@hotmail.com

⁵Instituto Federal do Paraná, fredfonseca@rogers.com

⁶Universidade Federal do Paraná, Palotina - PR, zonettipat@hotmail.com

Introdução

O curtume é entendido como uma organização econômica que comercializa couro no mercado nacional e internacional, e sendo esta, uma atividade que cresce economicamente e possibilita o desenvolvimento de outros setores da economia (FIGUEIREDO; FIGUEIREDO, 2007), a mesma deve primar pela minimização dos custos e pela utilização racional da água e componentes utilizados no processo.

O tratamento de águas residuárias é o principal desafio lançado pela Associação Brasileira de Químicos e Técnicos da Indústria de Couro (ABTIC) a fim de tornar a atividade do curtume um processo ecologicamente viável (CASTRO, 2005). Para tanto, se torna necessário à investigação de processos simples e a custos baixos para o tratamento de suas águas residuárias, sendo imprescindíveis, práticas viáveis e de fácil aplicabilidade.

Segundo Ndabigengesere e Narasiah (1996) e Gallão *et al.*, (2006), a *Moringa oleifera* L. vem sendo utilizada como agente clarificante no tratamento de água potável em substituição aos sais de alumínio. Uma característica deste coagulante natural é que, além de reduzir 80,0 a 99,5% da turbidez, possui a capacidade de remover as bactérias na ordem de 90 a 99 % (MUYBI; EVISION, 1994). Além do que, comparada com o alumínio, este método de coagulação não alteraram significativamente o pH e a alcalinidade da água após o tratamento e não causam problemas de corrosão.

De acordo com Kalogo *et al.*, (2001), extratos das sementes de *Moringa oleifera* L., diminuem os sólidos suspensos e as bactérias contidas em água não tratada, além de apresentar efeito higiênico por remover 90% de cercária (*Schistosoma mansoni*) da água utilizada por habitantes da região do Sudão (OLSEN, 1987). Segundo Rodrigues (2005), as sementes de moringa (*Moringa oleifera* L.), têm apresentado resultados significativos no tratamento de efluentes de viveiros de criação de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) variedade chitralada.

Resultados importantes foram relatados por Carvalho (2005), onde utilizando unicamente o extrato de semente de *Moringa oleifera* L., em concentrações maiores que 500 ppm obtiveram redução de turbidez na ordem de 99,0% na clarificação de água de cava de minério.

A moringa é uma espécie perene originária do nordeste indiano, amplamente distribuída na Índia, Egito, Filipinas, Ceilão, Tailândia, Malásia, Burma, Paquistão, Singapura, Jamaica e Nigéria (PIO CÔRREA, 1984; DUKE, 1987). É tolerante à seca, florescendo e produzindo frutos sob estas condições (DUKE, 1978). Adapta-se a uma ampla faixa de solos, porém se desenvolve melhor em terra preta bem drenada ou em terra preta argilosa,

preferindo um solo neutro a levemente ácido (DALLA ROSA, 1993).

No Brasil esta espécie é conhecida no Estado do Maranhão desde 1950 (AMAYA *et al.*, 1992). Atualmente, seu cultivo vem sendo difundido em todo o semi-árido nordestino, devido a sua utilização no tratamento de água para uso doméstico. O interesse pelo estudo de coagulantes naturais para clarificar água não é uma idéia nova. Segundo Mendes *et al.* (2005), tal fato pauta-se antes em descobertas, quanto à eficiência deste coagulante natural na purificação de água, a um custo de apenas uma fração do tratamento químico convencional.

Objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito do tempo de contato e da concentração do extrato aquoso da semente de *Moringa oleifera* L. na melhoria de características físico-químicas da água residuária bruta de curtume.

Material e métodos

O efluente foi coletado em dois curtumes localizados no município de Maringá, Paraná, no período de outubro a dezembro de 2008. Estes foram coletados antes das estações de tratamento de seus respectivos curtumes, não apresentando nenhum processo preliminar de purificação.

As sementes de moringa foram obtidas no sítio Estância Paraíso (localizado no município de Umuarama) e no município de Florai, Paraná. As sementes foram retiradas do fruto antes do processo de deiscência e trituradas em meio de água destilada, utilizando um liquidificador e peneiradas, sendo o extrato aquoso aplicado nos respectivos tratamentos.

Foi realizado um primeiro ensaio para determinar a melhor concentração de semente por litro de efluente, bem como, o melhor pH para desenvolver o processo de coagulação e floculação. A variação de pH foi realizada entre 5 e 10, fixando a mesma quantidade de semente. Após encontrar o valor de pH que apresentou os melhores resultados, foram realizados ensaios fixando o pH ideal e variando a concentração de sementes entre 5 a 10 g L⁻¹. Os testes foram avaliados comparando com o efluente *in natura*. A metodologia utilizada foi a descrita por Eckenfelder (1970). Os ensaios foram realizados com o efluente coletado no primeiro curtume.

Para avaliar o efeito do modo de aplicação e o tempo de tratamento montou-se um sistema descontínuo de tratamento, utilizando reatores com capacidade de 25 litros, onde foram utilizados 15 litros de água residuária de curtume. Utilizou-se pH 8,00 (± 0,02) e a concentração de semente de 8,0 g L⁻¹. Os tratamentos são descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Aplicação do extrato aquoso de semente de *Moringa oleifera* L., em seus respectivos intervalos de tempo, compondo os tratamentos

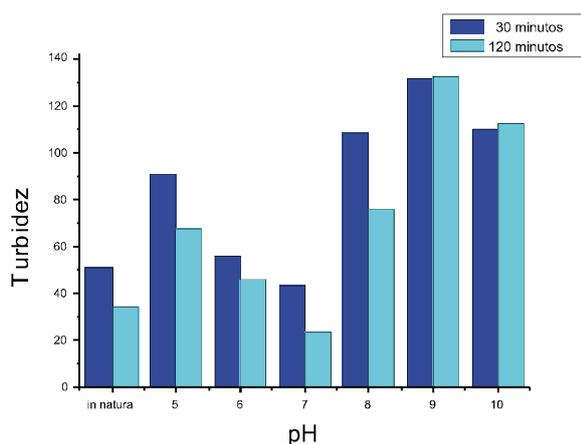
Ensaio	Extrato de semente em (g L ⁻¹) no tempo inicial	Extrato de semente em (g L ⁻¹) em 4 horas	Extrato de semente em (g L ⁻¹) em 8 horas
T0	0,00	0,00	0,00
T1	8,00	0,00	0,00
T2	4,00	4,00	0,00
T3	2,67	2,67	2,67

Em T₀, o pH foi acertado para 8,00 ($\pm 0,02$), porém não foi adicionada nenhuma concentração de semente sendo considerado testemunha.

Foram coletadas amostras em intervalos de 4 horas por um período de 16 horas, sendo nas mesmas realizadas as análises: Turbidez, pH, DQO (demanda química de oxigênio), DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e nitrogênio amoniacal, seguindo a metodologia descrita no Standard Methods for the examination of water and wastewater (APHA, 1998). As análises foram feitas em duplicata. As médias foram descritas em gráficos.

Resultados e discussão

Os resultados de turbidez mostraram que no pH 7,0 houve menor concentração de sólidos em suspensão, indicando que neste valor de pH as sementes depuram melhor a água residuária de curtume. Tal resultado pode ser observado tanto no período de 30 minutos após a aplicação de sementes como no período de 120 minutos conforme mostrado na Figura 1.

**Figura 1** - Valores de pH e turbidez de água residuária de curtume com tratamento de sementes de moringa

O pH 7,0 tem sido relatado como sendo o melhor para redução de turbidez com a utilização de sementes de moringa trituradas e diluídas em água destilada. Barbo (2008) observou que quando utilizou pH 7,0 em concentração de semente de 280 ppm reduziu 97,5% de turbidez e 96,4% da cor da água do rio Tamandaré.

No ensaio para determinar a concentração ideal de extrato de semente foi fixado o valor de pH em 7,00 ($\pm 0,02$) e a concentração de extrato aquoso de semente variando ente 5 e 10 g L⁻¹. A Figura 2 mostra que a concentração de 8,0 g de extrato de semente por litro de água residuária de curtume apresentou a melhor eficiência na floculação dos sólidos em suspensão, sendo que o tempo ideal foi de 6 horas.

Ainda com base na Figura 2 pode-se observar que após a adição do coagulante natural o efluente apresentou um ligeiro aumento na concentração de sólidos em suspensão, nas primeiras duas horas, que foi lentamente diminuindo nas 4 horas iniciais, isso se deve em razão do extrato de semente ser um coagulante natural com uma característica de grande quantidade de material em suspensão, fazendo que ocorra um aumento imediato na concentração de sólidos em suspensão.

Com seis horas de coleta, foram apresentados os melhores resultados de floculação. A partir de seis horas, não foram feitas as coletas com intervalos de duas horas, em virtude de que em um sistema de tratamento um alto tempo de floculação inviabiliza um processo de floculação e decantação.

Observou-se ainda que a coleta com 24 horas foi para confirmar que após um grande tempo de contato do efluente sobrenadante com o material decantado começa a ocorrer um processo inverso à decantação, ou seja, o material decantado volta a suspender.

No ensaio de batelada observou-se que os valores de pH praticamente não sofreram variações significativas com a adição do extrato de sementes, embora, foi possível que a adição de semente provocou uma leve diminuição dos valores de pH, conforme Figura 3.

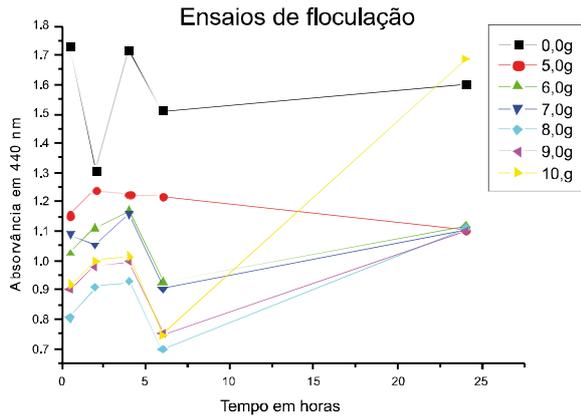


Figura 2 - Tempo para floculação e decantação para determinação da concentração de extrato de semente e do tempo ideal

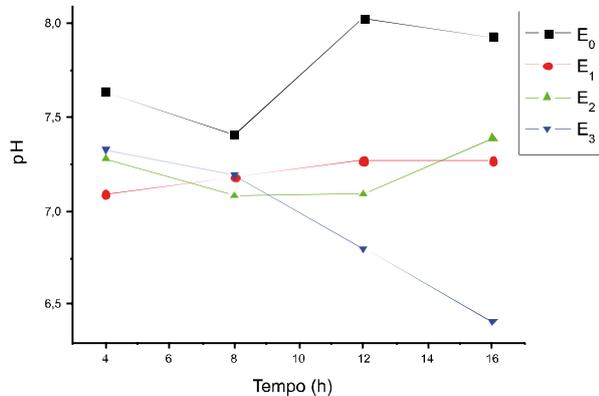


Figura 3 - Variação dos valores de pH ao longo do experimento

Em T₀, onde não houve adição de semente, o pH mostrou uma pequena oscilação que poderia ser justificada pela própria decomposição natural dos componentes sólidos orgânicos contidos no efluente, ao longo do tempo; em T₁, onde a aplicação foi em uma única dosagem, observou-se a maior variação de pH nas primeiras 4 horas, depois deste tempo estes valores praticamente permaneceram constantes; em T₂, onde a aplicação foi em duas etapas, a figura mostra uma diminuição no valor de pH em 4 e em 8 horas onde, a partir das 8 horas, o sistema apresentou um novo aumento de pH; e, em T₃, onde a aplicação do extrato de semente foi efetuada em 3 etapas, o sistema apresentou uma diminuição dos valores de pH ao longo das 16 horas de realização dos experimentos.

Isso confirma que ao adicionar extrato de semente da moringa o sistema apresenta flutuações nos valores de pH, embora, foram variações que não interferem nos valores de pH para parâmetros fora dos atribuídos para

o descarte dos efluentes, conforme legislação ambiental vigente.

Normalmente, em sistema de tratamento biológico, ocorre o processo de nitrificação, ou seja, a oxidação do nitrogênio amoniacal em nitrito e, posteriormente, a nitrato, pela ação das bactérias nitrificantes.

No tratamento onde não foi aplicado extrato de semente (T₀), Figura 4, observou-se a diminuição na concentração de nitrogênio a partir de 8 horas do experimento, provavelmente, decorrente da decomposição natural dos compostos orgânicos contidos no efluente.

Alguns resultados, como os tratamentos T₁ e T₂, principalmente nas leituras de 4 e 8 horas apresentaram grande variação nos resultados, tornando difícil a análises dos mesmos.

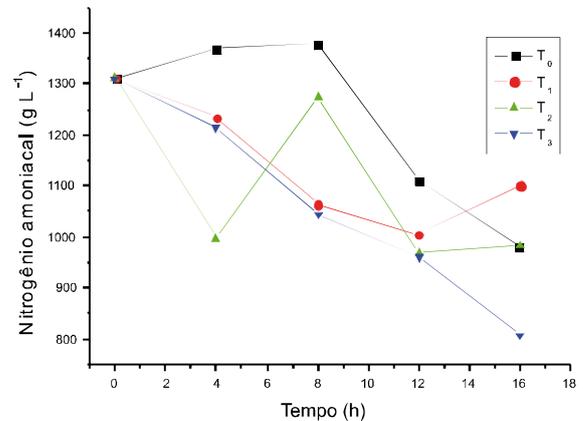


Figura 4 - Variação da concentração de nitrogênio amoniacal em função do tempo nos diferentes tratamentos

Por outro lado, os resultados do tratamento T₃, pode-se observar que houve uma diminuição significativa nas concentrações do nitrogênio amoniacal, resultado do processo de decantação. Nesse tratamento (T₃), os resultados de redução de concentração desse parâmetro foram maiores, com redução progressiva variando em até 39% em relação ao tempo inicial, para o intervalo de 16 horas.

Muito embora a concentração do N amoniacal após as 16 horas de reação com o extrato de semente de moringa continue fora dos padrões de descarte estabelecido pela Resolução 357/05 do CONAMA, verificou-se uma redução significativa das suas concentrações, indicando a possibilidade do uso dessa metodologia como agente auxiliar no tratamento da água residuária bruta de curtume, minimizando não apenas o custo financeiro quando utilizado o tratamento convencional, como também, e principalmente, a minimização quanto aos impactos ambientais.

Nas análises da concentração de matéria orgânica medida pelos métodos de DBO e DQO, mostrados nas Figuras 5 e 6, respectivamente, os resultados foram pouco conclusivos, em função da grande variação no decorrer dos experimentos.

Entretanto é possível ressaltar que a adição do extrato de semente de moringa provoca um aumento na carga orgânica no meio, acarretando, também, um aumento na DBO e DQO, muito embora, após 16 horas, independentemente dos tratamentos utilizados, os valores estabilizam-se, para a DBO (Figura 5).

Resultados semelhantes foram observados por Santos (2007), quando utilizou as sementes de moringa para o tratamento de efluente têxtil notou que conforme aumentava a concentração de sementes a DQO também aumentava significativamente.

Este aumento nas concentrações de DBO e DQO pode ter ocorrido pelo fato que a semente de

moringa é composta de material orgânico formado por polissacarídeos. Sadhan *et al.* (2007), após isolar a porção solúvel em água do extrato de semente de *Moringa oleifera*, determinaram através de análises de NMR a estrutura de um polissacarídeo formado por: D-galactose, 6-O-Me-D-galactose, ácido D-galacturônico, ácidos L-ramnose e L-arabinose.

As análises de turbidez não apresentaram resultados conclusivos. Entretanto, a Figura 7, mostra que o extrato de semente de moringa ocasionou um aumento na turbidez.

No ensaio onde não teve qualquer adição de coagulante natural, ocorreu uma diminuição na turbidez verificado na primeira coleta de amostra, sendo que a partir desse tempo, praticamente se manteve constante. Nos ensaios onde foi adicionado o extrato, ocorreu um aumento na turbidez, sendo que o acréscimo foi maior na primeira coleta de amostra em T_1 , onde o extrato foi adicionado em uma única dosagem.

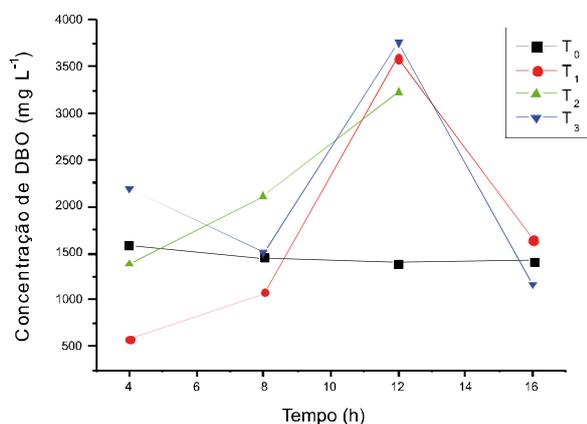


Figura 5 - Concentração de DBO em função do tempo nos diferentes tratamentos

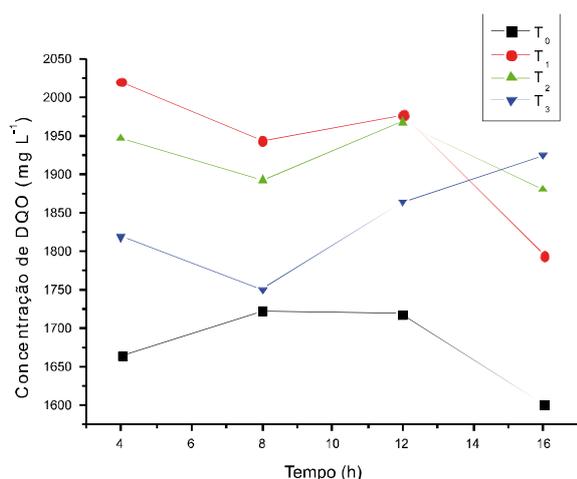


Figura 6 - Concentração de DQO em função do tempo nos diferentes tratamentos

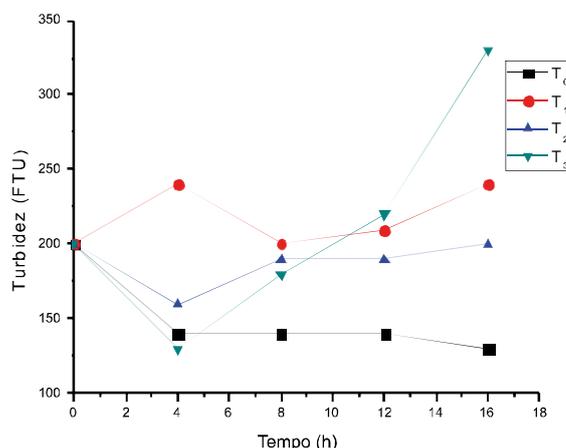


Figura 7 - Turbidez em função do tempo nos diferentes tratamentos

Em T_2 , onde a adição do extrato foi dividida em duas dosagens, o aumento de turbidez foi levemente maior, porém continuou a aumentar na segunda coleta de amostra, para então se manter constante. Em T_3 , onde a adição de extrato foi dividida em três dosagens, ocorreu uma leve diminuição na turbidez na primeira coleta de amostra, porém, ocorreu um aumento na turbidez nas demais coletas.

Conclusões

No que se refere à turbidez, as sementes de *Moringa oleifera* L. depuram melhor a água residuária de curtume em pH 7,0.

A concentração de 8,0 g de extrato de semente por litro de água residuária de curtume apresentou a melhor eficiência na floculação dos sólidos em suspensão, sendo que o tempo ideal foi de 6 horas.

Aplicando-se sementes em doses fragmentadas em intervalos de tempo houve diminuição do Nitrogênio amoniacal.

Observou-se aumento de DBO e DQO nos tratamentos propostos.

Literatura científica citada

- AMAYA, D. R. *et al.* Moringa: hortaliça arbórea rica em beta-caroteno. **Horticultura Brasileira**, v.10, n.2, p.126, 1992.
- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 ed. Washington: APHA, 1998, 937p.
- BORBA, L. R. Clarificação da água utilizando a *Moringa oleifera* Lam como coagulante. 31º CONGRESO INTERAMERICANO. **Anais...**, 2008. Santiago.
- CASTRO, F. de. COURO - **Curtimes aderem à onda ecológica**. Disponível em: <<http://www.quimicaderivados.com.br/revista/qd420/couro1.htm>> Acesso em: 23 jul.2005. In: Revista Química e Derivados N° 420 – OUT. DE 2003 - Editora QD
- CARVALHO, R. M.; Clarificação de **água pluviais ricas em óxidos de ferro acumuladas em cava de mineração através da utilização de um coagulante natural, a moringa oleifera**. Disponível em: http://www.tede.ufop.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=147 Acesso em: 03 jan. 2009.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente, 23p.
- DALLA ROSA, K. R. *Moringa oleifera*: a perfect tree for home gardens. Hawaii: NFTA, *Agroforestry Species Highlights*, 1993.
- DUKE, J. A. The quest of tolerant germoplasm. In: YOUNG, G. (Ed.) Crop tolerance to subtropical land conditions. **Society Agronomical Special Symposium**, v. 32, p. 1-16, 1978.
- DUKE, J. A. Moringaceae: **horseradish-tree, drumstick-tree, sohnja, moringa, murunga-kai, mulungay**. In: BENGE, M. D. (Ed.) Moringa a multipurpose tree that purifies water. Boston, Science and Technology for Environment and Natural Resources, 1987.
- ECKENFELDER, W. Water Quality Engineering for practicing engineers. New York: Barns & Noble, 1970.
- FIGUEIREDO, A. S.; FIGUEIREDO, R. S. **Gestão de negócio: agroindústria de curtume e efluentes**. Disponível em: <http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/IIseminario/sistemas/sistemas_08.pdf> Acesso em: 01 jun. 2007.
- GALLÃO, A. I.; DAMASCENO, L. F.; BRITO, E. S. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. **Revista Ciência Agrônômica**, Vol.37, nº 1, 2006.
- KALOGO, Y.; M'BASSINGUIÈ SÈKA, A.; VERSTRAETE, W. Enhancing the start-up of a UASB reactor treating domestic wastewater by adding a water extract of *Moringa oleifera* seeds. **Applied Microbiology Biotechnology**, v.55, p.644-651, 2001.
- MENDES, F. M. *et al.* Uso da moringa para melhoria da qualidade de águas: avaliação de parâmetros analíticos. In: 13º ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA ANALÍTICA. **ANAIS...**, 2005, Rio de Janeiro.
- MUYBI, S. A.; EVISON, L. M. **Moringa oleifera seeds for softening hardwater**. 46 Sistema Simplificado para Melhoria da Qualidade da Água Consumida nas Comunidades Rurais do Semi-Árido do Brasil Newcastle: University of Newcastle upon Tyne, 1994.
- NDABIGENGESERE A.; NARASIAH, S. K. Influence of operating parameters on turbidity removal by coagulation with *Moringa oleifera* seeds. **Environmental Technology**, v. 17, p.1103-1112, 1996.
- OLSEN, A. Low technology water purification by bentonite clay and *Moringa oleifera* seeds flocculation as performed in Sudanese villages: effect on *Schistosoma mansoni* cercarie. **Water Research**, v. 21, p.517-522, 1987.
- PIO CORRÉA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: IBDF, v.5, p.276-283, 1984.
- RODRIGUES, A. L. **Utilização de sementes de moringa (*Moringa oleifera*) no tratamento de efluentes de viveiros de criação de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) variedade chitralada**. Areia, 2005. 92 f. Tese (doutorado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.
- SADHAN, K. *et al.* **Carbohydrate Research**, v. 342, p. 2380-2389, 2007.
- SANTOS, R. O; RABELO, T. S; SCRHANK, S. G. **Uso de sementes de moringa oleifera para o tratamento de efluentes têxteis**. 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2007. Aracaju SG. Disponível em: <http://www.saneamento.poli.ufrj.br/documentos/24CBES/II-080.pdf>> Acesso em: 06 fev. 2009.