



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

# REMOÇÃO DA TURBIDEZ DE ÁGUA RESIDUÁRIA ORIUNDA DO PROCESSAMENTO DA CASTANHA DE CAJU COM EXTRATO DA SEMENTE DE MORINGA

Simone Keily Costa Silva<sup>1</sup>, Rafael Oliveira Batista<sup>2</sup>, Adriana de Fátima Mendes Oliveira<sup>3</sup>,  
Ana Kaline da Costa<sup>4</sup>

## RESUMO

A extração e o processamento de castanha de caju constituem atividades com grande potencial de geração de emprego no semiárido. No entanto, estas atividades geram resíduos líquidos que demandam tecnologias limpas para o tratamento e disposição no ambiente. O presente trabalho objetivou definir a dosagem do extrato de semente de moringa e o tempo de sedimentação mais adequados no tratamento de água residuária gerada no processamento da castanha de caju, em Mossoró-RN. Amostras da água residuária foram coletadas e encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta da UFERSA. Nos ensaios foram analisados sete tempos de sedimentação (0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 h) em três repetições. Enquanto, na definição da dosagem de extrato de moringa mais eficiente foram utilizadas seis concentrações (0, 250, 500, 750, 1000 e 1250 mg L<sup>-1</sup>). O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado com sete (tempos de sedimentação) e seis tratamentos (dosagens do extrato da moringa) e três repetições. Os resultados indicaram que a dosagem de 500 mg L<sup>-1</sup> de moringa e o tempo de sedimentação de 2 h foram os mais eficazes na remoção de turbidez; e a substituição do sulfato de alumínio por extrato da semente de moringa no processo de tratamento de efluentes, pode representar redução nos custos com o tratamento e permitir geração de lodo com menor concentração de alumínio.

**Palavras chaves:** *Moringa Oleifera Lam.* Água residuária. Coagulação/floculação.

## ABSTRACT

### TURBIDITY REMOVAL OF CASHEW NUT WASTEWATER WITH MORINGA SEED EXTRACT

The extraction and processing of cashew nuts are activities with high potential for employment generation in semi-arid. However, these activities generate liquid wastes that require clean technologies for the treatment and disposal in the environment. This study aimed to establish the dosage of moringa seed extract and sedimentation time most suitable to treat wastewater generated in the processing of cashew nuts in Mossoró-RN. Samples of wastewater were collected and sent to the Laboratory Analysis of Soil, Water and Plant UFERSA. In trials were analyzed sedimentation times seven (0, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 h) in three replicates. While, in defining the dose of extract of moringa more efficient six concentrations were used (0, 250, 500, 750, 1000 and 1250 mg L<sup>-1</sup>). The experiment was set up in completely randomized design with seven (sedimentation times) and six treatments (doses of the moringa seed extract) and three repetitions. The results indicated that the dosage of 500 mg L<sup>-1</sup> moringa and settling time of 2 h were most effective in removing turbidity, and the substitution of aluminum sulfate by moringa seed extract in the treatment process effluent can represent a reduction in treatment costs and allow generation of sludge with a lower concentration of aluminum.

**Keywords:** *Moringa Oleifera Lam.* Cleaning water. Coagulation/ flocculation.

Trabalho recebido em 30/01/2012 e aceito para publicação em 10/05/2013.

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia Agrícola e Ambiental. Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas. Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA. Caixa Postal 137. Mossoró-RN. CEP 59625-900. E-mail: simone\_ky@hotmail.com

<sup>2</sup> Prof. Adjunto. Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas. Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA. Caixa Postal 137. Mossoró-RN. CEP 59625-900. E-mail: rafaelbatista@ufersa.edu.br

<sup>3</sup> Graduanda em Agronomia. Departamento de Ciências Vegetais. Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA. Mossoró-RN. Caixa Postal 137. Mossoró-RN. CEP 59625-900. E-mail: oliveira.adrianamendes@gmail.com

<sup>4</sup> Graduada em química. Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas. Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA. Caixa Postal 137. Mossoró-RN. CEP 59625-900. E-mail: klnferreira@ufersa.edu.br

## 1. INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma cultura perene, nativa do Brasil. Da árvore pode ser obtido um conjunto de produtos, dentre os quais o principal é a castanha de caju. Desta se extrai a amêndoa da castanha de caju, utilizada como alimento humano. O pedúnculo ou pseudofruto, ainda pouco aproveitado, pode ser consumido in natura ou ser utilizado para a fabricação de doces e também para a extração de polpas para sucos e outras bebidas, com o bagaço resultante pode ser utilizado para ração animal, mediante processamento adequado. Da casca da castanha do caju, por sua vez, é extraído o líquido da casca da castanha de caju (LCC), com aplicações nobres em indústrias químicas como, por exemplo, na fabricação de tintas, lubrificantes e cosméticos (USAID/BRASIL, 2006).

No Brasil, a castanha de caju compõe uma cadeia de negócios concentrada nos estados do Nordeste, com 195 mil produtores estabelecidos em uma área de 680 mil hectares, que corresponde a quatro vezes e meia a área do município de São Paulo, 22 mini-fábricas ativas e 11 grandes unidades de processamento compondo um parque industrial de 270 mil toneladas/ano de capacidade instalada. Todo esse complexo gera emprego para 36 mil pessoas no campo e 15 mil pessoas na

indústria, e beneficia aproximadamente 170 mil toneladas da castanha a cada ano, atraindo divisas da ordem de US\$ 145 milhões e posicionando a amêndoa da castanha de caju como o maior item na pauta de exportação de frutas frescas do país (USAID/BRASIL, 2006).

O processo de industrialização da castanha de caju passa por uma série de etapas, o que resulta nas águas residuárias dessas indústrias. Os efluentes líquidos do processamento da castanha de caju são gerados, principalmente, nos processos de lavagem e umidificação da castanha, lavagem dos gases e lavagem dos equipamentos utilizados no processo industrial. Entretanto, existem poucos dados sobre as características destes efluentes e, destacavam-se apenas seu grande potencial poluidor pela presença do LCC (Líquido da Castanha de Caju). As características física, química e biológica das águas residuárias geradas em indústrias de beneficiamento de castanha de caju são pouco conhecidas, fazendo necessária a caracterização desses efluentes, pois possibilitará a busca de tecnologias de tratamento adequadas que viabilizem seu lançamento em corpos hídricos receptores.

As características físicas do efluente gerados no processamento da castanha do caju, tais como, odor, temperatura, densidade, cor e turbidez, são tratadas por meio de tratamentos físicos

(caixas de areia, tanques de equalização, vertedores, separadores de óleo) que possibilitam apenas a remoção de partículas de sólidos, materiais flotantes e parte da carga orgânica. Já o tratamento químico, é comumente usado para desestabilizar, alterar o equilíbrio, ou até oxidar determinadas substâncias ou partículas, para aperfeiçoar o processo de tratamento. No biológico a utilização do metabolismo de microorganismos, faz com que o teor de orgânicos no efluente reduza até níveis aceitáveis (SOUZA, 2005).

Alguns processos físico-químicos podem ser utilizados para a remoção de compostos fenólicos presentes em águas residuárias, como: adsorção, sistemas eletroquímicos e processos oxidativos avançados, entre outros. Porém, apesar da boa eficiência dos processos físico-químicos, principalmente em relação ao reduzido tempo reacional, estes apresentam custo mais elevado, além de poderem gerar subprodutos tão tóxicos quanto o composto a ser removido (CHEDEVILLE et al., 2009).

Nos sistemas de tratamento que empregam o tratamento físico-químico emprega-se o sulfato de alumínio como agente coagulante/floculante, resultando a geração de lodo nos tanques sedimentadores. Tal lodo contém excesso de alumínio que pode causar problemas de toxicidade de plantas caso venha a ser

lançado no solo. No organismo humano, o excesso de alumínio pode agravar o mal de Alzheimer e causar raquitismo, anorexia, constipação intestinal e alterações neurológicas (CHEDEVILLE et al., 2009).

O tratamento biológico surge como uma alternativa, sendo relatado o uso de reatores anaeróbios (SCULLY et al., 2006). Porém, a concentração elevada de compostos aromáticos fenólicos presentes em efluentes pode inibir a atividade das arqueas metanogênicas, o que é contornado pela utilização de pré-tratamento, geralmente com o uso de sistema físico-químico (EL-GOHARY et al., 2009).

Em relação ao uso de reatores biológicos aeróbios para o tratamento desses despejos, tem-se dado destaque ao emprego de reatores com inóculo fúngico, tendo sido reportado o uso de várias espécies, tais como *Aspergillus niger*, *Aspergillus awamori*, *Fusarium oxysporium* e *Phanerochate chrysosporium* (JAMAL et al., 2011; LOPES et al., 2011).

Assim o desenvolvimento de novas tecnologias é de grande valor a fim de que possam vir a serem mais atraentes economicamente. Normalmente o tratamento é obtido pela adição de coagulantes químicos, dentro de uma seqüência de tratamento controlado. Coagulantes químicos, tais como o sulfato de alumínio às vezes não estão disponíveis a um preço razoável para as populações

dos países em desenvolvimento. Uma alternativa é o uso do extrato da semente de moringa (*Moringa oleífera Lam.*) no processo de coagulação/floculação em substituição aos produtos químicos convencionais que proporcionam a geração de lodo com excesso de alumínio.

A moringa (*Moringa oleífera Lam.*) é uma espécie vegetal muito conhecida no Nordeste brasileiro, sobretudo na região do semiárido. Esta árvore, entretanto, que é pouco familiar aos habitantes de outros locais do país, pode ser considerada uma planta que possui “mil utilidades” entre os nordestinos (BERTONCINI, 2008).

A produção de sementes ocorre durante todo o ano e um hectare plantado gera 3.000 kg de sementes, capaz de tratar 30 milhões de litros de água ou efluentes com turbidez acima de 100 UNT (unidade nefelométrica de turbidez). Os taninos vegetais, constituídos por polifenóis, presentes na semente da planta são responsáveis pela coagulação e sedimentação dos contaminantes. Tais compostos são produzidos pelas plantas superiores e reconhecidos pela coloração escura das folhas quando esmagadas e por seu sabor adstringente (KUMARI *et al.*, 2006).

O presente trabalho objetivou definir a dosagem do extrato de semente de moringa e o tempo de sedimentação mais adequados no tratamento de água

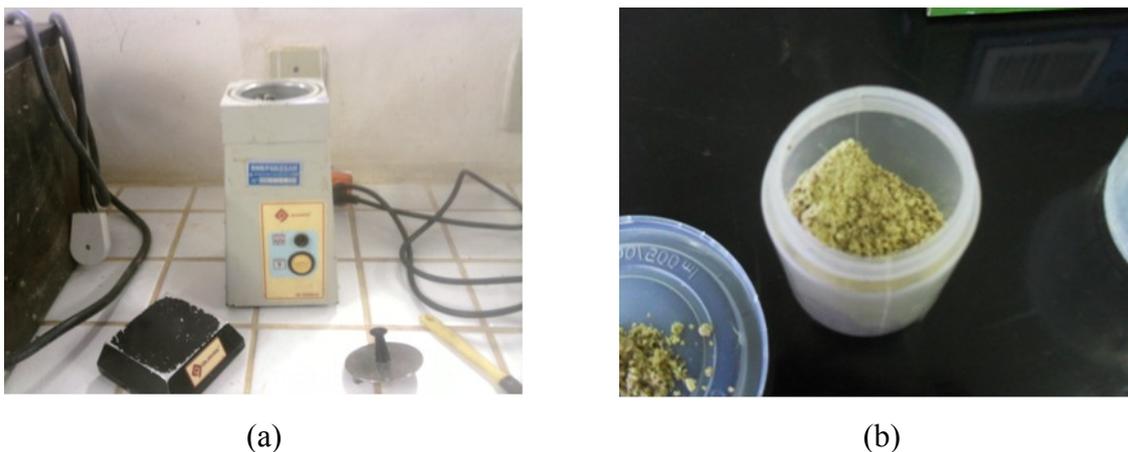
residuária gerada no processamento da castanha de caju, em Mossoró-RN.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios experimentais do presente trabalho foram realizados no período de 10 de setembro a 22 de outubro de 2011, com a finalidade de definir o melhor tempo de sedimentação e dosagem para remoção de turbidez de água residuária gerada no processamento da castanha de caju. Para tal, foram coletadas amostras de água residuária bruta oriunda do processamento da castanha de caju em uma empresa de Mossoró-RN.

As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta (LASAP) do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

As sementes da moringa foram coletadas de plantas existentes no Campus Leste da UFERSA, em Mossoró-RN. As sementes foram trituradas em moinho e posteriormente acondicionadas em recipiente plástico para preservação dos princípios ativos contido nas sementes, conforme apresentado na Figura 1. O extrato foi armazenado por no máximo três dias para potencializar a eficácia do agente coagulante/floculante.



**Figura 1** – Ilustração do sistema de trituração (a) e do acondicionamento do extrato (b) da semente de moringa utilizada nos ensaios experimentais.

Para a determinação da dosagem do extrato da semente de moringa foi utilizada uma balança analítica aferida. Enquanto, para quantificação do pH das amostras foi utilizado um medidor portátil.

No laboratório foi separada alíquota de 4,0 L da amostra de água residuária bruta, sendo 2,0 L destinados aos ensaios para definição do tempo de sedimentação e os outros 2,0 L para os ensaios para escolha da melhor dosagem de extrato da semente de moringa.

Quantificou-se o valor do pH e o mesmo foi alterado com uma solução de ácido sulfúrico a 1,0 molar, até obter o pH em torno de 4,0 para facilitar coagulação/floculação, conforme recomendado por Lo Monaco *et al.* (2010). Durante a adição da solução ácida na

amostra de água residuária foi utilizado um agitador magnético para homogeneização.

Em erlenmeyers de 125 mL foram adicionadas a dosagem de moringa e 100 mL da amostra de água residuária acidificada. Tais erlenmeyers foram agitados durante 10 minutos em mesa agitadora sob rotação de 210 rpm (Figura 2a). Após a aplicação dos tratamentos (dosagens de moringa e tempos de sedimentação). Retirou-se uma alíquota de 20 mL de cada tratamento e quantificou-se a turbidez com turbidímetro de bancada (Figura 2b). Todas as análises seguiram o que está preconizado no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005).



(a)



(b)

**Figura 2** – Ilustração da mesa agitadora (a) e do turbidímetro (b) utilizado nos ensaios experimentais com o extrato da semente de moringa.

Na definição do tempo de sedimentação mais adequado para coagulação/floculação de sólidos suspensos na água residuária oriunda do processamento da castanha de caju foi utilizada uma única dosagem do extrato da semente de moringa no valor de  $500 \text{ mg L}^{-1}$ . Nestes ensaios foram analisados sete tempos de sedimentação (0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 h) em três repetições. Enquanto, na definição da dosagem de extrato de moringa mais eficiente foram utilizadas seis concentrações (0, 250, 500, 750, 1000 e  $1250 \text{ mg L}^{-1}$ ) em três repetições com o tempo de sedimentação de 2 h.

O experimento foi montado n delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos (dosagens do extrato da moringa e tempos de sedimentação) e

três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando-se o teste F à 5% de probabilidade. Em seguida, as médias foram comparadas empregando-se o teste Tukey à 5% de probabilidade. Nas análises estatísticas foi utilizado o programa computacional SAEG 9.1.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 está apresentada a análise de variância da variável tempo de sedimentação com dosagem de moringa de  $500 \text{ mg L}^{-1}$  utilizado no tratamento da água residuária oriunda do processamento da castanha de caju.

**Tabela 1** - Análise de variância da variável tempo de sedimentação com dosagem de moringa de 500 mg L<sup>-1</sup> utilizado no tratamento da água residuária oriunda do processamento da castanha de caju.

Fontes de variação	Grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio
Tempos de sedimentação	5	93721,11	286,66**
Resíduo	12	784,67	
Coefficiente de variação (%)		4,81	

\*\* F significativo à 1% de probabilidade

Verifica-se na Tabela 1 que houve diferença estatística entre os tempos de sedimentação pelo teste F à 1% de probabilidade. O coeficiente de variação foi de 4,81%, indicando alta precisão dos dados obtidos durante o período experimental (PIMENTEL GOMES, 2000).

Está apresentado na Tabela 2 os valores médios de turbidez para cada tempo de sedimentação com dosagem de 500 mg L<sup>-1</sup> de moringa utilizado no tratamento da água residuária oriunda do processamento da castanha de caju. Houve diferença estatística entre o tempo de sedimentação de 0 h e os demais (1 a 5 h). Verifica-se, também que não houve diferença estatística entre os tempos de sedimentação de 1, 2 e 3 h. Enquanto, não houve diferença estatística entre os tempos de sedimentação de 0, 1 e 4 h.

Os tempos de sedimentação mais eficazes encontrassem no intervalo de tempo de 1 a 3 h, sendo que o tempo mais eficaz foi o de 1 h, que proporcionou

remoção média de turbidez de 58%, corroborando com o resultado obtido por Silva *et al.* (2007) que trabalharam com dosagem de 200 mgL<sup>-1</sup> de extrato de moringa e tempo de sedimentação de 1,5 h na remoção de turbidez de esgoto doméstico tratado em reator UASB. No trabalho realizado por Lo Monaco *et al.* (2010) com esgoto doméstico foram encontradas remoções médias de turbidez de 22,3 e 35,3% para os tempos de sedimentação de 2 e 24 h, respectivamente. Enquanto, no mesmo trabalho os referidos autores verificaram que nos ensaios com água residuária de suinocultura não foi observado efeito do extrato da semente de moringa na remoção de turbidez.

Neste trabalho observa-se que a redução do pH para 4,0 potencializou a remoção da turbidez, devido a predominância de sólidos inorgânicos em suspensão na água residuária do processamento da castanha de caju, corroborando assim com as afirmações de Lo Monaco *et al.* (2010). No entanto, Silva

*et al.* (2007) ao avaliarem a influência do pH na remoção de turbidez de esgoto bruto com a aplicação de extrato de sementes de moringa, observaram que o pH dessa água residuária não influenciou, de forma significativa, na eficiência de remoção da turbidez. Os referidos autores verificaram que o pH ótimo para floculação, quando é

utilizado o extrato de sementes de moringa no tratamento de esgoto doméstico bruto, está em torno de 7,0, valor bem acima do que foi utilizado neste trabalho. Na Figura 3, está ilustrado o efeito de distintos tempos de sedimentação no tratamento de água residuária oriunda do processamento da castanha de caju.

**Tabela 2** – Valores médios de turbidez para cada tempo de sedimentação com dosagem de 500 mg L<sup>-1</sup> de moringa utilizado no tratamento da água residuária do processamento da castanha de caju.

Tempos de sedimentação (h)	Média (UNT)
0	328,33a
1	149,67b
3	142,00bc
2	137,00bc
4	127,33c
5	124,33c



**Figura 3** – Ilustração do efeito de distintos tempos de sedimentação no tratamento de água residuária oriunda do processamento da castanha de caju.

Na Tabela 3 está apresentada a análise de variância da variável dosagens de moringa utilizadas no tratamento da água residuária oriunda do processamento da castanha de caju.

Observa-se na Tabela 3 que houve diferença estatística entre dosagens pelo teste F à 1% de probabilidade. O coeficiente de variação foi de 4,42%, indicando alta precisão dos dados obtidos durante o período experimental, conforme sugerido por Pimentel Gomes (2000).

**Tabela 3** – Análise de variância da variável; dosagens de moringa utilizadas no tratamento da água residuária da castanha de caju.

Fontes de variação	Grau de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio
Dosagens	6	93551,62	15591,94**
Resíduo	14	49,91	
Coefficiente de variação(%)		4,42	

\*\* F significativo à 1% de probabilidade.

Está apresentado na Tabela 4 os valores médios de turbidez para cada dosagem de moringa utilizada no tratamento da água residuária oriunda do processamento da castanha de caju. Houve

diferença estatística entre a dosagem de moringa de 0 mg L<sup>-1</sup> e as demais (250 a 1500 mg L<sup>-1</sup>).

**Tabela 4** – Valores médios de turbidez para cada dosagem de moringa utilizada no tratamento da água residuária da castanha de caju.

Dosagens (mg L <sup>-1</sup> )	Média (UNT)
0	320,33a
250	162,33b
500	132,67c
1500	127,00c
750	126,67c
1250	126,00c
1000	123,00c

Nota-se, também, que houve diferença estatística entre as dosagens de 0, 250 e 500 mg L<sup>-1</sup>. Enquanto, que não houve diferença estatística entre as dosagens de 500, 750, 1000, 1250 e 1500 mg L<sup>-1</sup>. A dosagem de moringa mais eficaz foi a de 500 mg L<sup>-1</sup>, representando remoção média de turbidez de 59%. A atividade coagulante do extrato da semente de moringa se destaca mais

expressivamente em águas residuárias com níveis de turbidez e concentração de sólidos mais elevadas (MUYIBI e EVISON, 1995). Segundo Ndabigengesere e Narasiah (1996), a semente de moringa é uma alternativa viável de agente coagulante em substituição aos sais de alumínio, que são utilizados no tratamento de água em todo o mundo. Tendo em vista preocupações com questões ambientais

bem como viabilizar novas alternativas para tratamento de águas residuárias e a busca por soluções simples, de baixo custo e mais compatíveis ambientalmente no tratamento de águas residuárias se faz necessária uma alternativa para o pós-tratamento de efluentes, utilizando assim,

da semente da moringa como coagulante natural. Na Figura 4, está ilustrado o efeito de distintas dosagens de moringa no tratamento de água residuária oriunda do processamento da castanha de caju.



**Figura 4** – Ilustração do efeito de distintas dosagens de moringa no tratamento de água residuária oriunda do processamento da castanha de caju.

#### 4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos concluiu-se que:

- A dosagem de moringa e tempo de sedimentação mais eficazes na remoção de turbidez foi de 500 mg L<sup>-1</sup> e 2 h, respectivamente; e

- A substituição do sulfato de alumínio por extrato da semente de moringa no processo de tratamento de efluentes, pode representar redução nos custos com o tratamento e permitir geração de lodo com menor concentração de alumínio.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. Ed. Washigton: APHA/AWWA/WEF. 2005. 1268p.
- BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v.1, n.1, p.152-159, 2008.
- CHEDEVILLE, O.; DEBACQ, M.; PORTE, C. Removal of phenolic compounds present in olive mill wastewaters by ozonization. **Desalination**, v. 249, n. 2, p. 865-869, 2009.

- EL-GOHARY, F. A.; BADAWY, M.I.; EL-KHATEEB, M.A.; EL-KALLINY, A.S. Integrated treatment of olive mill wastewater (OMW) by the combination of Fenton's reaction and anaerobic treatment. **Journal of Hazardous Materials**, v. 162, p. 1536-1541, 2009.
- JAMAL, P.; IDRIS, Z. M.; ALAM, M.Z. Effects of physicochemical parameters on the production of phenolic acids from palm oil mill effluent under liquid-state fermentation by *Aspergillus niger* IBS-103ZA. **Food Chemistry**, v. 124, p. 1595-1602, 2011.
- KUMARI, P.; SHARMA, P.; SRIVASTAVA, S.; SRIVASTAVA, M. M. Biosorption studies on shelled *Moringa oleifera* Lamarck seed powder: Removal and recovery of arsenic from aqueous system. **International Journal of Mineral Processing**, v.78, p.131-139, 2006.
- Lo MONACO, P. A. V.; MATOS, A. T.; RIBEIRO, I. C. A.; NASCIMENTO, F. S.; SARMENTO, A. P. Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias. **Revista Ambiente e Água**, v. 5, p.222-231, 2010.
- LOPES, M. S. S.; OLIVEIRA, P. C. C.; ANDRADE, M. V. F.; ARAÚJO, R. S.; MARINHO, G.; RODRIGUES, K. Remoção de macronutrientes de efluente da indústria de castanha de caju por uso de reator aeróbio em batelada com inóculo fúngico. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.16, n.1, 2011, p.17-26.
- MUYIBI, S. A.; EVISON, L. M. Optimizing physical parameters affecting coagulation of turbid water with moringa oleifera seeds. **Water Research**, v. 29, p. 2689-2695, 1995.
- 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.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. Ed. Piracicaba: Degaspari, 2000, 477p.
- SCULLY, C.; COLLINS, G.; O'FLAHERTY, V. Anaerobic biological treatment of phenol at 9.5–15 °C in an expanded granular sludge bed (EGSB)-based bioreactor. **Water Research**, v. 40, p. 3737-3744, 2006.
- SILVA, M. E. R.; AQUINO, M. D.; SANTOS, A. B. Pós-tratamento de efluentes provenientes de reatores anaeróbios tratando esgotos sanitários por coagulantes naturais e não-naturais. **Revista Tecnologia**, v. 28, p.178-190, 2007.
- SOUZA, K. R. **Degradação foto-fenton de carbono orgânico total em efluentes da indústria de beneficiamento de castanha de caju**. Natal: 2005. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.
- USAID/BRASIL. **Análise da indústria da castanha do caju**. Brasília: SEBRAE, 2006. (Inserção de micro e pequenas empresas no mercado internacional, v. 1