

## ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE EFLUENTES TRATADA COM SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam.

Simone do Rego Nunes (1); Vanessa Cordeiro de Souza (1); Daniele Freire de Araújo (2); Maria do Socorro Rocha Melo Peixoto (3); Valeska Silva Lucena (4)

(Faculdade de Ciências Médicas/ Faculdade de Campina Grande e Faculdade Maurício de Nassau ,  
valeskasl@hotmail.com)

**Resumo:** A *Moringa oleifera* é uma árvore originária da Índia e amplamente distribuída pelas regiões tropicais, cujas sementes contêm substâncias solúveis em água que segundo o conhecimento empírico possui propriedades de coagulação para o tratamento de água. O presente trabalho avaliou a utilização da semente de *Moringa* como coagulante natural para remoção de impurezas presentes nas águas de dois efluentes: o açude de Bodocongó (efluente 1) e o açude Velho (efluente 2), ambos localizados na cidade de Campina Grande-PB. Foram avaliados 3 tratamentos e 5 repetições para cada efluente. Após análises físico-químicas um tratamento foi escolhido para avaliação bacteriológica. As análises físico-químicas revelaram redução da cor e turbidez, o pH se apresentou com poucas variações ficando na faixa 5.99 mais próximo dos padrões de potabilidade, o gás carbônico livre apresentou redução em ambos os efluentes com o melhor parâmetro de 12.38mg/L para o tratamento C, a alcalinidade total teve melhor resultado para o efluente 1 com o tratamento A 40.4 mg/L e não foi verificado transmissão de corrente elétrica nos dois efluentes analisados. A análise bacteriológica apontou uma redução significativa de bactérias coliformes termotolerantes e totais em ambos os efluentes, no entanto, com redução de 65% e 40% nos efluentes 1 e 2 respectivamente. Foi possível confirmar que a semente de *M. oleifera* pode ser utilizada como um coagulante natural. Porém, sugere-se outros trabalhos visando identificar a quantidade ideal visando tornar a água destes efluentes, altamente contaminados, dentro dos padrões de potabilidade para o consumo humano.

**Palavras-chave:** *Moringa oleifera* Lam, Coagulante natural, Biorremediação, Tratamento de água.

### Introdução

A qualidade da água é indispensável à saúde humana, contudo, para cada destino, existe um padrão de qualidade descrito pela legislação. Assim, a política normativa nacional, que consta na resolução do conselho nacional do meio ambiente – CONAMA nº 357 que estabelece parâmetros que definem limites aceitáveis de elementos estranhos, considerando para os fins a que se destine como balneabilidade, consumo humano, irrigação, transporte e manutenção da vida aquática (SOUZA et al., 2014). A água pode conter impurezas principalmente nas estações chuvosas, pois, este fluido carrega sedimentos, partículas em suspensão, dissolvidas ou coloidais, além de microrganismo e outros patógenos que pode se tornar passíveis de causar danos quando atribuídas ao consumo humano.

Especificamente no Nordeste brasileiro, por está inserido na região semiárida, normalmente apresenta baixos índices pluviométricos

e por isso, a água potável é sempre um fator limitado, sendo necessário conhecer novas estratégias que possam tornar a água contaminada própria para uso por animais, agricultura ou consumo humano. Para isto, as impurezas devem ser removidas através de procedimentos físicos e químicos que são conduzidos nas estações de tratamento de água (ETA) responsáveis por tornar a água insalubre potável (ARANTES et al., 2012).

A contaminação da água pode ocorrer devido à liberação de esgotos, chorume do lixo, agrotóxicos, fertilizantes dentre outros. Para evitar tais contaminações a água passa por diversas etapas de tratamento nas ETAS, como a pré-cloração, pré-alcalinização, coagulação, floculação, decantação, filtração, pós-alcalinização, desinfecção e fluoretação (FRANCO; SILVA; PATERNIANI 2012).

Na etapa de coagulação nas ETAS normalmente tem sido utilizado o sulfato de alumínio  $[Al_2(SO_4)_3]$  (TEIXEIRAS et al., 2006). Porém, seu uso pode causar danos ao organismo humano e ao meio ambiente decorrente da formação de lodos não biodegradáveis e do acúmulo de suas partículas radioativas que estão associadas a várias doenças respiratórias, circulatórias, fibroses e suspeita-se que tenha ligação com o mal de Alzheimer (MARTINS et al., 2014). Tornando-se necessário identificar novos agentes coagulantes que não causem danos à saúde e ao meio ambiente (VALVERDE et al., 2014).

Porém, em locais onde não há políticas públicas definidas quanto ao tratamento de água como em pequenas comunidades, o que é bastante comum no Nordeste Brasileiro, devido à limitada disponibilidade e ao custo relativo alto, especialmente em regiões precárias, a água normalmente é armazenada em cisternas sem nenhum tratamento ficando a população sujeita a veiculação de diversas doenças (LO MONACO et al., 2013). Portanto, a busca por novos tratamentos que sejam de baixo custo e fáceis de serem implantados torna-se uma ação de primeira necessidade para esta população.

O uso da semente *Moringa oleifera* L. se apresenta como uma promissora alternativa ecológica uma vez que não oferece danos aos seres humanos e ao meio ambiente, tornando-se uma possibilidade viável de baixo custo em relação ao tratamento químico convencional (LIMA et al., 2016).

De acordo com Moreti et al (2013), a semente de *M. oleifera* se destaca entre os coagulantes naturais mais estudados no tratamento de água potável, despertando interesse significativo, por possuir propriedades de coagulação adsorção de íons metálicos e ação bactericidas (BERTONCINI, 2008).

Quando o pó das sementes é adicionado a água turva peptídeos catiônicos atraem partículas carregadas negativamente, ocorrendo a sedimentação do barro, argila, bactérias gram positivas e gram negativas respectivamente *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, sendo, portanto, importantes para reduzir a carga patogênica (VIEIRA; VIEIRA, 2010; MATOS et al., 2014; FERMINO et al., 2015).

Porém, além de comprovar sua eficiência na coagulação de impurezas das águas impróprias para o consumo humano é necessário comprovar sua ação através de estudos microbiológicos e físico-químicos visando identificar prováveis alternativas de fácil utilização e baixo custo para limpeza de águas especialmente de efluentes contaminados, visando seu possível uso especialmente para irrigação e na agropecuária.

Este estudo objetivou avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água bruta de diferentes efluentes antes e após o tratamento com diferentes extratos da semente de *Moringa oleifera*.

## **Metodologia**

As sementes de *Moringa* foram coletadas no período de Março e Abril de 2017, no Campus de Cajazeiras-UFCG no estado da Paraíba. Foram obtidos três tratamentos (A: sementes com casca trituradas, B: pó da semente e C, leite da semente). Estes tratamentos foram analisados em dois efluentes coletados no açude de Bodocongó (1) e açude Velho (2), ambos localizados na cidade de Campina Grande-PB.

As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório de química da Faculdade Maurício de Nassau da mesma cidade. Foram avaliados a cor e turbidez, através da análise visual de cada efluente, comparando-se com o controle negativo, o pH e a condutividade elétrica foram avaliadas através do potenciômetro, o conteúdo de gás carbônico livre através de titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH). A alcalinidade total foi verificada através do uso de solução indicadora contendo verde de bromocresol/vermelho de metila e fenoftaleína e titulação com solução de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) a 0.02 N.

As análises microbiológicas foram conduzidas no laboratório de engenharia química da Universidade Federal de Campina Grande, PB. Foram analisados a quantidade de coliformes fecais totais e os coliformes termotolerantes.

Segundo a Portaria de nº 1469 de 29 de dezembro 2000, do M.S. (BRASIL, 2001), Art. 11, o Padrão de Potabilidade da água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico conforme a Tabela 1, a seguir.

**Tabela 1 - Padrão de Potabilidade da Água de Acordo com a Portaria nº 1469/ 2000**

Parâmetro	V.M.P*
<b>Água para consumo humano</b>	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
<b>Água na saída do Tratamento</b>	
Coliformes totais	Ausência em 100 mL
<b>Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)</b>	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100 mL
Coliformes totais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês;</li> <li>• Ausência em 100 ml em 95% das amostras examinadas no mês;</li> <li>• Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 ml.</li> </ul>

\*V.M.P = Valor máximo permitido.

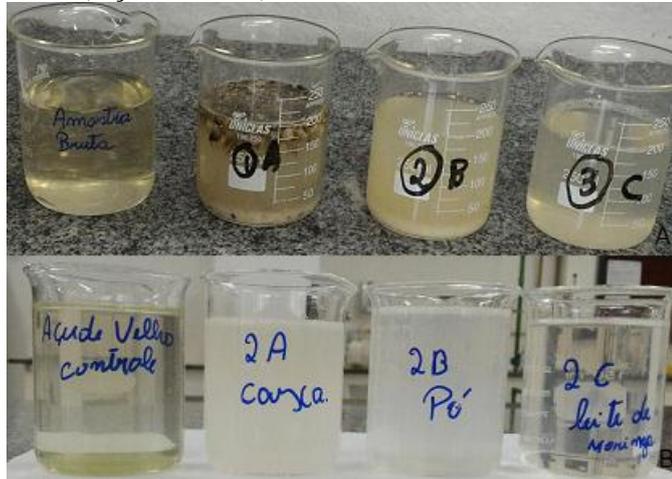
## Resultado e Discussão

Através das análises físico-químicas foi possível conhecer os parâmetros obtidos nas amostras de água dos dois efluentes analisados antes do tratamento (controle negativo) e após aplicação do anticoagulante natural (tratamentos A, B e C) a base de *Moringa oleifera*.

A coloração da água bruta foi administrado o valor 5 e utilizado como referência para comparação visual dos efluentes após a aplicação do tratamento A, B e C. O uso do leite de Moringa (tratamento C), com o efluente 2 foi o tratamento mais eficiente para tornar a água incolor e com mínima turbidez (Figura 1).

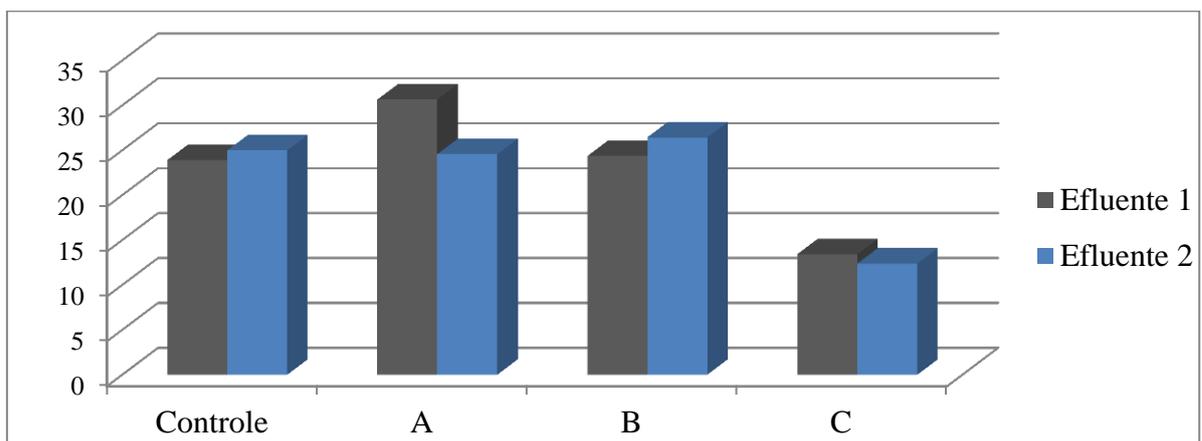
A turbidez é uma situação física comprovada pela presença de partículas em suspensão em estado coloidal, pode ser causada especialmente pela presença de argila, areia e microrganismo, prontamente podemos reparar que este aspecto tem uma ligação com a contaminação biológica da água, isto é quanto maior a turbidez, maior a possibilidade de encontramos microrganismo (CORDEIRO 2008).

Figura 1 – Análise comparativa da cor e turbidez entre os efluentes A-superior (Açude de Bodocongó) e B - inferior (Açude Velho)



Considerando-se o valor do pH dos controles 7.2 e 7.31 respectivamente nas amostras 1 e 2 o tratamento B foi o que mais se aproximou aos padrões de potabilidade de água exigidos pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) para consumo humano, com um valor de 5.99. O teor de CO<sub>2</sub> foi reduzido em todos os tratamentos (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Teor de CO<sub>2</sub> verificado em cada efluente, após tratamentos A, B e C com *Moringa oleifera*



A análise do o gás carbônico livre presente em águas tem sido importante principalmente após a publicação de trabalhos apontando a relação entre o aumento do CO<sub>2</sub> na água com danos no sistema nervoso de peixes, além disso, a interação deste CO<sub>2</sub> com a água do mar aumentaria a acidificação, comprometendo a vida de inúmeras espécies. Verificou-se que com o tratamento C em ambos efluentes ocorreu redução do CO<sub>2</sub> livre. A relação do

CO<sub>2</sub> livre no ambiente aquático quando encontrado em menores quantidades se associam aos bicarbonatos transformando-se em uma solução tampão mantendo o pH em valores medianos (CORADI, 2009) fator este que pode ter acontecido no presente trabalho, uma vez que obtidos após o tratamento dos efluentes ficou abaixo dos valores padrão recomendados

A análise da alcalinidade indica a presença de íons na água que podem neutralizar íons hidrogênio. Condição essa que neutraliza as variações de mudanças do pH mesmo com elevadas concentrações ácidas ou alcalinas. Normalmente as águas superficiais possuem alcalinidade natural em concentração suficiente para reagir com o sulfato de alumínio nos processos de tratamento. Quando a alcalinidade é muito baixa ou inexistente há a necessidade de se provocar uma alcalinidade artificial com aplicação de substâncias alcalinas tal como cal hidratada ou Barrilha (carbonato de sódio) para que o objetivo seja alcançado (FUNASA, 2006).

Nos efluentes 1 e 2 o tratamento C demonstrou redução em ambos, porém o efluente 1 obteve melhor resultado. As águas naturais em sua grande maioria apresentam faixas de alcalinidade em valores de 30 a 500 mg/l CaCO<sub>3</sub>. O tratamento A do efluente 1 foi mais eficiente na redução da condutividade elétrica (Tabela 1).

Tabela 1 – Condutividade elétrica da água tratada com sementes de Moringa.

Item	Condutividade Elétrica	Desvio padrão
Controle negativo	3.1	0.24
Efluente 1 x Tratamento A	2.44	0.23
Efluente 1 x Tratamento B	2.54	0.04
Efluente 1 x Tratamento C	2.4	0.08
Controle negativo	2.68	0.07
Efluente 2 x Tratamento A	2.26	0.08
Efluente 2 x Tratamento B	2.74	0.16
Efluente 2 x Tratamento C	2.4	0.08

A condutividade elétrica pode indicar a capacidade de conduzir corrente elétrica em função da presença de sólidos dissolvidos que se dissociam em cargas de ânions e cátions.

No efluente 1 o tratamento A demonstrou melhor proporção em relação aos demais tratamentos, e no efluente 2 o tratamento C se apresentou em melhor proporção. A presença de compostos orgânicos e inorgânicos na água

contribui ou interfere na condutividade, portanto, os valores obtidos da condutividade elétrica, são indicativos que estes efluentes não são capazes de transmitir corrente elétrica, apontando a capacidade de coagulação destes compostos dos tratamentos avaliados.

As análises físico-químicas contribuíram para selecionar o tratamento C dos efluentes para as análises microbiológicas. De acordo com o “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*”, o grupo coliforme é definido como sendo “todas as bactérias aeróbias ou anaeróbias facultativas, gram negativas, não esporuladas e na forma de bastonete”, onde estão inclusos neste grupo os organismos como *Escherichia coli*, *Aerobacter* e *Klebsiela* (ALVES et al., 2002).

As análises bacteriológicas realizadas mostraram que ambos efluentes analisados apresentam uma concentração elevada de *Escherichia coli* (coliformes totais), e que estão fora dos padrões de potabilidade, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Análises bacteriológicas para as amostras de água bruta coletada.

Análises	Presença de Coliformes (NMP*/100ml)		V.M.P*
Amostras	Escherichia coli ou coliformes termotolerantes	Coliformes totais	Ausência em 100 ml
1	> 2100	> 2100	Ausência em 100 ml
2	> 2700	> 2700	Ausência em 100 ml

\*NMP = Número Mais Provável.

\*V.M.P = Valor máximo permitido.

As análises bacteriológicas após o tratamento dos efluentes com o extrato (leite) da semente de *Moringa oleifera* (Tabela 3), revelou que os valores das bactérias foi reduzido em aproximadamente 65% para a efluente 1, enquanto que para o 2 o resultado foi abaixo de 40%. De acordo com os resultados apresentados, mesmo não atendendo aos padrões de potabilidades para o consumo humano nesses efluentes, açude de Bodocongó e açude Velho, os resultados demonstram que as poluições causadas nestes açudes diminuíram significativamente, no entanto, a demanda de esgoto presente permanece alta, devido ao lançamento de esgotos domésticos, hospitalar e

industriais, que o torna bastante poluído. Todavia a semente de *Moringa oleifera* necessita de estudos mais aprofundados evidenciando a sua eficácia, pois o seu uso é de uma alternativa promissora e de baixo custo para o tratamento da água.

### **Conclusões**

A semente de *Moringa* demonstrou eficácia para ambos os efluentes analisados; no efluente 1 ocorreu uma redução da cor e turbidez, para o efluente 2 apresentou remoção da cor e turbidez. O tratamento C foi mais eficiente na avaliação dos demais parâmetros, porém houve alteração dos valores de pH. As análises microbiológicas ainda revelaram grande quantidade de coliformes na água, considerando que as água destes efluentes são altamente contaminadas, pode-se verificar que os tratamentos não foram suficientes para reduzir a carga patogênica para atingir os padrões de potabilidade humano.

Por ter sido eficiente na coagulação torna-se uma alternativa promissora e de baixo custo que deve ser continuamente avaliada visando à determinação de uma padronização da técnica e a avaliação de outro efluentes sugerindo-se a análise da qualidade de água de cisternas em comunidades rurais e avaliações de toxicidade para ampliar o espectro de tratamento e uso dessa água.

### **Referências**

ALVES, N. C.; ODORIZZI, A. C.; GOULART, F. C. Análise microbiológica de águas minerais e de água potável de abastecimento, Marília, SP. **Revista Saúde Pública**. v. 36, n. 6, p. 749-751, 2002.

ARANTES, C. C. et al. Processamento de sementes de *Moringa oleifera* utilizando-se diferentes equipamentos para obtenção de solução coagulante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v. 16, p. 661-666, 2012.

BERTONCINI, R. I. Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**. Piracicaba, SP. p.152-169, 2008.

BRASIL, Portaria Nº 1469, de 29 de dezembro de 2000. **Ministério da Saúde**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao

controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. 2001.

CORADI, P. C.; KIO, R.; ROMIREZ, O. P. Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS Brasil. **Revista Ambiente e Água**. Taubaté, SP. v. 4, n. 2, p. 46-56, 2009.

CORDEIRO, Willians Salles. **Alternativas de tratamento de água para comunidades rurais**. Mestrado em Engenharia Ambiental – Modalidade Profissional. CEFET. Campos dos Goytacazes RJ, 2008.

FERMINO, L. S. de. et al. Tratamento de Águas com Coagulante Convencional e Coagulante Alternativo. **IX–Encontro Internacional de Produção Científica Unicesumar-Anais Eletrônico**. Maringá, PR. n. 9, p. 4-8, novembro 2015.

FRANCO, M.; SILVA, G. K.; PATERNIANI, J. E. S. Water treatment by multistage filtration system with natural coagulante from Moringa oleifera seeds. **Revista Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, SP. v. 32, n. 5, p. 989-997, 2012.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de Água**. 3º edição revisada, Brasília, 2006.

LIMA, N. M. et al. Application of Moringa oleifera Seed's Dust in Treatment of Water Turbidity. **Journal of Applied Science and Technology**. v. 6, n. 2, 2016.

LO MONACO, P. E. V. et al. Efeito da adição de diferentes substâncias químicas no extrato de sementes de Moringa utilizando como coagulante no tratamento de esgoto sanitário. **Revista Engenharia Agrícola**. Jaboticabal. v. 34, n. 5, p.1038-1048, 2013.

MARTINS, A. A.; OLIVEIRA, R. M. S. de.; GUARDA, A. E. Potencial de uso de compostos orgânicos como, coagulantes, floculantes e adsorventes no tratamento de água e efluentes. **X Fórum Ambiental da Alta Paulista-Periódico Eletrônico**. Saúde, Saneamento e Meio Ambiente (ANAP). v. 10, n. 12, p. 168-183, 2014.

MATOS, M. P. et al. Efeito da massa e da forma de processamento das sementes no poder coagulante da Moringa. **Reveng**. Viçosa, MG. v. 22, n. 4, p. 341-350, 2014.

MORETI, L. de. O. R. et al. Emprego das sementes de *Moringa oleifera* Lam, como coagulante alternativo ao policloreto de alumínio (PAC), para o tratamento de água para fins potáveis. **E-xacta**. Belo Horizonte, MG. v. 6, n. 1, p. 153-165, 2013.

SOUZA, J. R. et al. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodepa**. Fortaleza, CE. v. 8, n. 1, p.26-45, 2014.

TEIXEIRA, S. R. et al. Efeito da adição de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades de material cerâmico estrutural. **Cerâmica**. v. 52, p. 215- 220, 2006.

VALVERDE, K. C. et al. Avaliação do tempo de degradação do coagulante natural Moringa oleifera Lam em pó no tratamento de água superficial. **E-Xacta**. Belo Horizonte, MG. v. 7, n. 1, p. 75-82, 2014.