

Eixo Temático ET-03-019 - Meio Ambiente e Recursos Naturais

ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DO EXTRATO DE SEMENTES DE LÍRIO BRANCO (*Moringa oleifera*) E SEU USO NO TRATAMENTO DE ÁGUA

Krystyna Gorchach-Lira¹, Tânia Maria de Andrade²

¹Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Departamento de Biologia Molecular, Laboratório de Biologia de Microrganismos, Cidade Universitária, 58051-900 João Pessoa-PB. E-mail: kglira@yahoo.com.

²Instituto Federal de Educação (IFPB). Departamento de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão, Ciência e Tecnologia. Campus João Pessoa. 58015-435 João Pessoa-PB. E-mail: tania.andrade@ifpb.edu.br.

RESUMO

O pó de sementes do Lírio branco (*Moringa oleifera*) atua como coagulante natural promovendo a diminuição da turbidez da água pela coagulação e sedimentação das partículas em suspensão, eliminando também os microrganismos por sedimentação. O extrato aquoso da *M. oleifera* apresentou capacidade inibitória do crescimento de *Staphylococcus aureus*, enquanto o extrato hidroalcoólico inibiu *S. aureus*, *Salmonella typhimurium* e *Vibrio cholerae*, utilizando o teste de difusão no meio sólido. As cepas padrões de *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* e *Enterococcus faecalis* foram resistentes aos extratos. O tratamento da água através do extrato aquoso de sementes do *M. oleifera* nas concentrações 0,02% e 0,01% foi avaliado nas amostras de água coletadas no rio Sinibu, Paraíba, utilizando o jar test. As amostras de água analisadas neste trabalho se caracterizaram pela baixa turbidez (2,8 - 3,0 UT), e pH e alcalinidade entre 5,8 - 7,3, e 10 - 30 mg de CaCO₃/L, respectivamente. Após o tratamento da água com o extrato aquoso da *M. oleifera*, foi observado que o pH, a turbidez e a alcalinidade não sofreram variações relevantes. As amostras de água bruta analisadas apresentaram contagens de bactérias totais heterotróficas entre 1,9 x 10⁵ UFC/100mL e 1,1 x 10⁶ UFC/100mL, enquanto o número de coliformes fecais foi entre 2,3 x 10² NMP/100mL e 2,4 x 10³ NMP/100mL. As contagens de bactérias totais e coliformes fecais nas amostras de água tratadas com o extrato aquoso de Lírio branco em ambas as concentrações testadas (0,02% e 0,01%) durante o período de 1,5 horas não diferiam significativamente dos valores observados na água não tratada. Os resultados obtidos neste trabalho, bem como os descritos na literatura, indicam que baixa turbidez de água influenciou a eficácia do extrato de *M. oleifera* na remoção de bactérias na água tratada, uma vez que o nível da coagulação depende da turbidez da água.

Palavras-chave: *Moringa oleifera*; Atividade antibacteriana; Bactérias; Coliformes fecais.

INTRODUÇÃO

Coagulação e floculação seguida pela sedimentação, filtração e desinfecção à base de cloro são usadas como etapas de um tratamento convencional antes da distribuição da água tratada para os consumidores (EDZWALD et al., 1989; AWWA, 1998). Os sais de alumínio e sais de ferro são coagulantes mais amplamente usados em todo o mundo. O custo e os efeitos adversos ambientais desses compostos aumentaram o interesse de uso de coagulantes ou floculantes orgânicos originados do material vegetal, como sementes de *Moringa oleifera*, para tratamento de água (JAHN et al., 1986; OLSEN, 1987; AMAGLOH; BENANG, 2009; ARANTES et al., 2012).

Moringa é uma árvore de múltiplos usos, que serve como planta alimentícia (folhas, vagens verdes, flores e sementes torradas), forrageira (folhas, vagens e sementes), melífera (flores), medicinal (todas as partes da planta), e combustível (madeira e óleo) (JAHN et al., 1986; FOLKARD et al., 1995; GOPALAKRISHNAN et al., 2016; KEATINGE et al., 2015;

MOYO et al., 2011; TAHER et al., 2017). Os coagulantes da *M. oleifera* foram recomendados para tratamento de água nos países da África e Ásia na perspectiva de oferecer uma água de melhor qualidade e, garantir consequentemente mais saúde à população (AMAGLOH; BENANG, 2009; KASOLO et al., 2010; OKUDA et al., 2001). O pó da semente da *Moringa* como coagulante natural promove a diminuição da turbidez da água pela coagulação e sedimentação das partículas em suspensão, como também atua na eliminação de microrganismos patogênicos por sedimentação, pois grande parte dos micróbios está ligada às partículas em suspensão. As sementes da *Moringa oleifera* contêm quantidades significativas de proteínas solúveis com carga positiva. Quando o pó das sementes é adicionado à água turva, as proteínas liberam cargas positivas atraindo as partículas carregadas negativamente, como barro, argila, bactérias, e outras partículas tóxicas presentes na água formando flocos e agregando as partículas presentes na água (FERREIRA et al. 2009; SANTOS et al., 2009).

Vários autores relatam a atividade antibacteriana dos extratos aquosos e etanólicos dos sementes de *M. oleifera* (GERDES, 1996; RANGSAMMY et al. 2007; VIEIRA et al., 2010; SOUZA et al., 2014; MOURA et al., 2015). Em relação à remoção de bactérias, reduções na ordem de 90-99% têm sido relatadas na literatura (GERDES, 1996). RANGASAMY et al. (2007) observaram que o extrato metanólico inibiu o crescimento de *Salmonella enteritidis*, *Enterobacter cloacae* e *Bacillus subtilis*.

A presença de bactérias patogênicas em água para consumo humano implica necessariamente em desclassificação desse alimento e comprometimento com a saúde humana. Para melhorar as condições de água destinada para o consumo humano bem como usada em manejo para lavagem e desinfecção de frutas, torna-se necessário usar os tratamentos alternativos na perspectiva de minimizar ou eliminar os impactos que as bactérias patogênicas de veiculação hídrica trazem para as comunidades, particularmente nas áreas que não dispõem do tratamento convencional próprio das estações de tratamento de água.

As sementes de *M. oleifera* utilizada na clarificação de água são indicadas para uso nas comunidades de baixa renda no interior do Brasil, onde é cultivada para esta aplicação. Na comunidade indígena, município da Baía da Traição, o lírio branco (*Moringa oleifera*) foi introduzido na comunidade de Lagoa do Mato em 1998 através de um projeto de parceria entre o Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba (CEFET - PB) e a Fundação Nacional do Índio - Administração Regional da Paraíba (FUNAI - AR/PB) (ANDRADE, 2003). A inserção da *Moringa oleifera* nas comunidades foi realizada por instituições através de projetos de parceria, na perspectiva, inicialmente, de oferecer a essas comunidades, uma alternativa de tratamento doméstico da água.

OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a ação do extrato aquoso e hidroalcoólico de sementes de *M. oleifera* sobre as bactérias patogênicas humanas, bem como seu efeito sobre alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos em água do Rio Sinibu (Paraíba) utilizada para o consumo humano nas comunidades rurais.

METODOLOGIA

Análise da atividade antibacteriana do extrato de sementes de *M. oleifera*

Para o preparo dos extratos aquoso e hidroalcoólico foram utilizadas as sementes escurificadas da árvore *M. oleifera*. A Figura 1 mostra os aspectos da planta utilizada neste estudo.

O extrato aquoso de *M. oleifera* (2%) foi preparado de acordo com Gerdes (1996), utilizando 2g de sementes e homogeneizadas em 100 ml de água destilada estéril utilizando um blender laboratorial estéril. O extrato obtido foi coado em pano de algodão esterilizado e utilizado para os ensaios até 24 horas.

O extrato hidroalcoólico (50%) foi preparado homogeneizando 100g de sementes escurificadas em 200 ml de álcool a 70%. O homogeneizado obtido foi estocado em um béquer

por oito dias em ambiente escuro, mexendo-o diariamente com o bastão de vidro. Depois desse período o extrato foi coado e guardado em um frasco escuro.

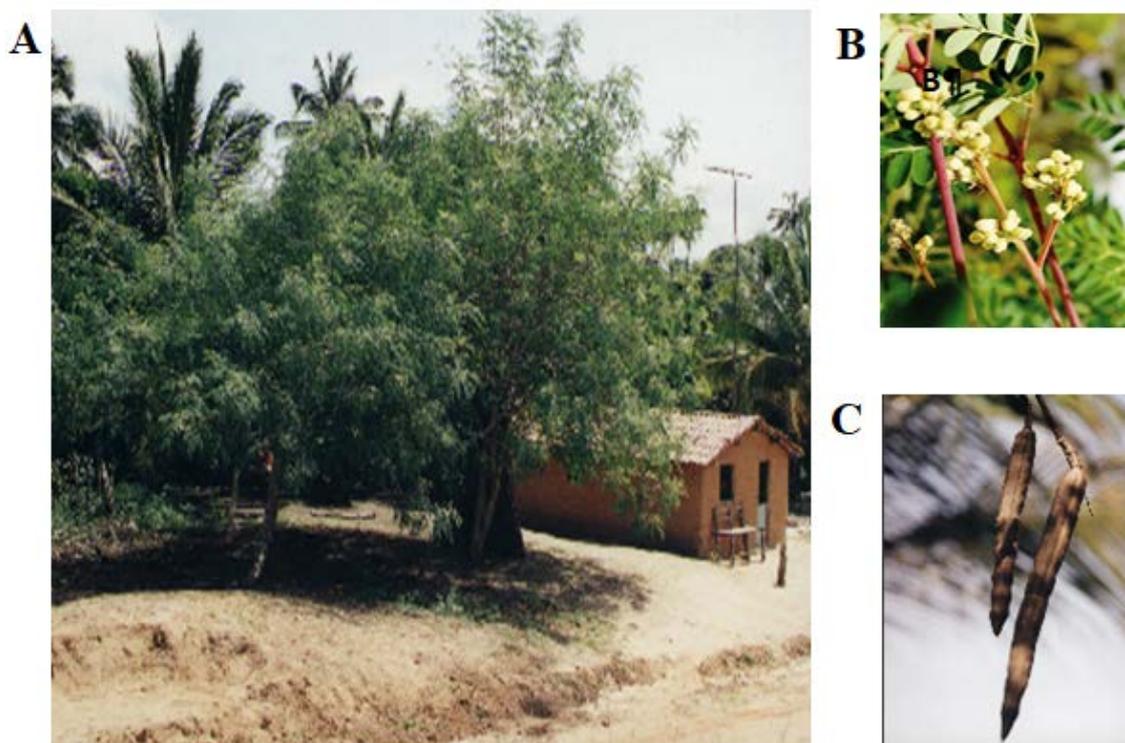


Figura 1. *Moringa oleifera* cultivada na comunidade indígena da Baía da Traição/ PB (A), as flores (B) e as vagens (C). Fonte: Tânia Maria de Andrade, 2003.

Atividade antibacteriana do extrato aquoso e hidroalcoólico de *M. oleifera* foi testado utilizando o método de difusão no meio sólido e as seguintes cepas padrões de bactérias: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* e *Pseudomonas aeruginosa*. As linhagens foram obtidas da coleção de culturas do Instituto Adolfo Lutz em São Paulo-SP.

As cepas padrões foram inoculadas em 5 mL do meio Brain Heart Infusion (Oxoid) e incubadas a 37 °C por 24 h. As culturas bacterianas foram diluídas até obter a densidade ótica 0,5 na escala de Mc Farland e em seguida, as alíquotas de 1ml foram espalhadas no meio Mueller Hinton Agar. Nas placas inoculadas foram feitos poços nos quais foram colocados 50 µL das seguintes concentrações do extrato aquoso, 2,0, 1,0, 0,5, 0,25, 0,125, 0,015, 0,06 e 0,03 e 0,015%. As placas foram incubadas a 37 °C por 48 h. Após a incubação, os halos de inibição de culturas bacterianas foram medidos e expressos em mm.

Tratamento de água com extrato aquoso de sementes de *M. oleifera*

O efeito do extrato aquoso de *M. oleifera* sobre alguns parâmetros físico-químicos e bacteriológicos de água foi analisado utilizando as amostras de água que foram coletadas no rio Sinibu, principal rio dos Potiguara da Paraíba, na aldeia Traíçoira, município da Baía da Traição, Paraíba (Figura 1). Nas comunidades indígenas do município da Baía da Traição, o Lírio Branco (*Moringa oleifera*) (Figura 2) foi introduzido em 1998 através de um projeto de parceria entre o Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba (CEFET-PB) e a Fundação Nacional do Índio - Administração Regional da Paraíba (FUNAI.-AR/PB) (ANDRADE, 2003).



Figura 2. Nascente do Rio Sinibu - Aldeia Tracoeira/Baia da Traição/PB. Fonte: Tânia Maria de Andrade, 2003.

Para a realização dos testes físicos e químicos a água foi coletada em um botijão com uma capacidade de 10 litros e as amostras de água para avaliação microbiológica foram coletadas em frascos estéreis e transportadas em caixas isotérmicas, contendo gelo, até o processamento, que sempre se realizou até 24 horas após a coleta.

O processo de tratamento da água com extrato aquoso de *M. oleifera* foi realizado utilizando jar test (KAWAMURA, 1991) como segue: a 1000ml de água foi adicionado o extrato em volumes de 10 ml (concentração final - 0,02%) e 5 mL (concentração final - 0,01%). O jarro sem adição do extrato serviu como o controle. Agitou-se a água dos jarros por um minuto a 130rpm e em seguida por 5 min a 20 rpm. Os jarros foram cobertos e deixados em descanso para a retirada das amostras nos tempos 0 (controle) e 90 min para análise de contagem de bactérias na coluna de água e no precipitado. Nas amostras da água bruta e tratada com extrato de *M. oleifera* por 1,5 h nas concentrações 0,02% e 0,01% foram determinados os seguintes parâmetros: pH, turbidez, cor e alcalinidade total. Determinação dos valores de pH e turbidez foi realizada de acordo com a metodologia do Manual Técnico de Análise de Água para Consumo Humano (1999). Alcalinidade total foi determinada pelo método titulométrico utilizando metilorange e H₂SO₄ 0,02N (APHA,1998).

Análises bacteriológicas de água bruta e tratada com extrato de *M. oleifera* por 1,5 hora nas concentrações 0,02% e 0,01% consistiram de quantificação de bactérias totais mesófilas e de coliformes fecais. A contagem de bactérias totais mesófilas foi realizada no meio Plate Count Agar (OXOID). Foram realizadas diluições decimais de amostras em solução salina a 0,85%, as quais foram plaqueadas e incubadas a 30°C por 48 horas. As contagens foram expressas em UFC/100mL de água. A quantificação de coliformes fecais em água foi feita através da técnica de Tubos Múltiplos com série de cinco tubos com 95% (SPECK, 1984).

Para analisar os dados da densidade de bactérias totais e coliformes fecais foi utilizada análise de variância (ANOVA one-way) e o teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nordeste brasileiro, em especial o semi-árido, vive a escassez de água aliada a contaminação microbiana proveniente da má utilização do solo e dos recursos hídricos. Ofertar uma alternativa econômica e exequível para o tratamento da água potável nas áreas rurais necessitadas tem levado a recomendação de uso das sementes de *M. oleifera*. Devido a

eficiência na redução da turbidez de água barrenta e a facilidade de cultivo da *M. oleifera* em regiões de baixa precipitação, o uso de sementes dessa planta tem sido estimulado por organizações governamentais e não governamentais nas áreas rurais do Nordeste brasileiro.

Com relação a análise de atividade antibacteriana do extrato aquoso de sementes de *M. oleifera* foi observado neste trabalho que entre as bactérias patogênicas testadas apenas *Staphylococcus aureus* foi inibido por extrato aquoso de sementes de *M. oleifera*, apresentando a concentração mínima inibitória de 0,25% do extrato (Tabela 1). O extrato hidroalcoólico foi mais eficaz inibindo o crescimento de três espécies de bactérias das seis analisadas. *S. aureus*, *S. typhimurium* e *V. cholerae* foram sensíveis ao esse extrato (Tabela 2). As cepas de *P. aeruginosa*, *E. coli* e *E. faecalis* foram resistentes ao extrato aquoso e hidroalcoólico.

Sousa et al. (2014) analisando atividade antimicrobiana do extrato bruto aquoso sobre *E. coli*, *S. aureus* e *P. aeruginosa* observaram que apenas *S. aureus* mostrou sensibilidade ao extrato, corroborando com os dados obtidos neste trabalho. Vieira et al. (2010) também observaram inibição de *S. aureus* por extrato aquoso e etanólico de sementes de Moringa.

Rockwood et al. (2013) observaram que extrato de sementes de *M. oleifera* foi mais efetivo contra as bactérias Gram positivas que Gram negativas. Os autores descreveram que quatro espécies das 14 analisadas foram sensíveis ao extrato (*B. sphaericus*, *M. smegmatis*, *S. aureus* e *A. faecalis*).

Ferreira et al. (2009) descreveram lectinas solúveis em água nas sementes de *M. oleifera* as quais apresentaram atividade coagulante em águas turvas e reduziram o crescimento de *S. aureus* e *E. coli*. Moura et al. (2015), analisando as frações proteicas obtidas do pó de folhas de *M. oleifera*, observaram atividade antibacteriana contra *S. aureus*, *E. coli*, *E. faecalis* e *S. enteritidis*.

Tabela 1. Halos de inibição (mm) das bactérias patogênicas utilizando extrato aquoso da *Moringa oleifera*.

Linhagem	Concentração do extrato (%)							
	2,0	1,0	0,5	0,25	0,125	0,063	0,03	0,015
<i>S. aureus</i>	20	16	15	14	0	0	0	0
<i>S. typhimurium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>V. cholerae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>P. aeruginosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. coli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. faecalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 2. Halos de inibição (mm) das bactérias patogênicas utilizando extrato hidroalcoólico da *Moringa oleifera*.

Linhagem	/							
	50	25	12,5	6,25	3,125	1,56	0,78	0,39
<i>S. aureus</i>	30	20	15	12	12	12	10	10
<i>S. typhimurium</i>	20	15	15	15	20	0	0	0
<i>V. cholerae</i>	25	20	20	20	16	14	12	14
<i>P. aeruginosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. coli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. faecalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

Neste trabalho, apresentamos resultados referentes a alguns parâmetros físicos, químicos e microbiológicos avaliados na água do rio Sinibu – Baía da Traição (Paraíba), submetida ao tratamento com o extrato aquoso da *M. oleifera*.

As amostras de água analisadas se caracterizam pela baixa turbidez que apresentou variações entre 1,8 UT e 3UT nas diferentes coletas (Tabela 2). Os valores de pH variaram de 5,8 a 7,4 e alcalinidade entre 10 a 30 mg de CaCO₃/L (Tabela 3).

Após o tratamento da água com o extrato aquoso da *M. oleífera*, observamos que o pH, a turbidez e a alcalinidade não sofreram variações relevantes (Tabela 3). A turbidez não foi alterada nas amostras A e C após o tratamento com extrato, entretanto amostra B apresentou um aumento da turbidez. Água bruta da amostra B foi a menos turva das amostras analisadas apresentando turbidez de 1,8 UT, enquanto as demais amostras apresentaram turbidez de 2,8 – 3,0 UT.

Os valores de pH se mantiveram constantes na amostra B (5,8) e com pouca alteração nas amostras A (7,3 - 7,4) e C (6,2 - 6,4). Com relação a alcalinidade houve um leve aumento deste parâmetro na amostra A em relação à água bruta (Tabela 3).

Pozzobon; Kempka (2015) observaram um leve aumento da alcalinidade e pH na água tratada com extrato de *M. oleífera*, enquanto Silva et al. (2007) não registraram variação significativa da alcalinidade no tratamento de esgoto doméstico. Ndabigengesere et al. (1995) observou que a alcalinidade e pH das águas tratadas com *Moringa* como coagulante se mantiveram estáveis.

Ndabigengesere; Narasiah (1997) analisando água tratada com a *M. oleífera* mostraram também que o extrato de suas sementes não afeta significativamente o pH, a condutividade, a alcalinidade e a concentração de cátions e ânions, exceto quando são acrescentados ortofosfatos e nitratos.

Tabela 3. Parâmetros físico-químicos e quantificação de bactérias totais e coliformes fecais em água bruta e água com adição do extrato aquoso de sementes da *M. oleífera* nas concentrações 0,01% e 0,02% após 1,5 hora de tratamento.

Amostra	Água não tratada	Concentração do extrato (%)	
		0,01	0,02
Turbidez (UT)			
A	3,0	3,2	3,2
B	1,8	3,1	5,0
C	2,8	2,8	2,8
pH			
A	7,4	7,3	7,3
B	5,8	5,8	5,8
C	6,2	6,4	6,4
Alcalinidade (mg de CaCO₃/L)			
A	30	32	31
B	11	11	11
C	10	13	14
Bactérias totais (UFC/100mL)			
A	1,1 x 10 ⁶	7,1 x 10 ⁶	7,1 x 10 ⁶
B	1,8 x 10 ⁵	9,1 x 10 ⁶	1,7 x 10 ⁶
C	1,9 x 10 ⁵	3,1 x 10 ⁶	2,5 x 10 ⁶
Coliformes fecais (NMP/100mL)			
A	2,3 x 10 ²	2,3 x 10 ²	2,1 x 10 ³
B	2,4 x 10 ³	1,5 x 10 ³	4,6 x 10 ³
C	2,3 x 10 ²	4,0 x 10 ²	4,0 x 10 ²

As contagens de bactérias totais mesófilas nas amostras de água bruta variaram de 1,1 x 10⁶ a 1,9 x 10⁶ UFC/100 mL e dos coliformes fecais de 2,3 x 10² - 2,4 x 10³ NMP/100 mL (Tabela 3). As contagens de bactérias nas amostras tratadas com o extrato por 1,5 horas não diferiam significativamente dos valores observados na água não tratada (Tabela 3).

A avaliação do número de bactérias mesófilas serve para refletir as condições favoráveis nas quais tais microrganismos podem se multiplicar, lembrando que as bactérias patogênicas que podem estar contaminando os alimentos, incluindo a água, são em geral mesófilas. O tempo de tratamento recomendado para o consumo de água é de 1,5 horas, entretanto não houve a diminuição significativa do número de bactérias por ação do extrato após este período.

Em relação ao número de coliformes fecais após 1,5 horas de tratamento foram observados os valores semelhantes na água controle e água tratada com 0,01% e 0,02% de extratos.

Segundo Olsen (1987), usando uma dosagem adequada de sementes, pode-se reduzir em 98 a 100% o número de coliformes fecais nas águas turvas. Pinto & Hermes (2006) observaram que quanto maior a turbidez da água bruta, mais rápida é a eficiência das sementes da *Moringa oleifera* no processo de coagulação/floculação e quanto mais turva a água, maior é a quantidade de sementes necessárias. Entre os sistemas de tratamento de água com uso de sementes de *M. oleifera* testados por estes autores os melhores resultados na redução de coliformes totais e fecais foi o sistema utilizando sementes da *M. oleifera* seguido do filtro lento de areia, entretanto na maioria dos testes os coliformes não foram 100% reduzidos.

Nas águas não turvas tratadas com extrato aquoso de sementes de *Moringa oleifera* analisadas neste trabalho não ocorreu redução significativa de bactérias. A eficácia do extrato de *Moringa oleifera* na remoção de bactérias na água analisada neste trabalho pode estar associada a baixa turbidez de água. Segundo Schwarz (2000), o tempo necessário para a coagulação depende do nível de turbidez da água. A maioria dos autores citados analisou água muito turva (120-298 UT), enquanto água analisada na presente pesquisa apresentou turbidez em torno de 1,8-3,0 UT.

CONCLUSÕES

O extrato aquoso da *Moringa oleifera* apresentou capacidade inibitória do crescimento de *S. aureus*, enquanto *S. typhimurium*, *V. cholerae*, *P. aeruginosa*, *E. coli* e *E. faecalis* foram resistentes ao extrato. O extrato hidroalcólico da *Moringa* inibiu o crescimento de três das seis espécies testadas: *S. aureus*, *S. typhimurium* e *V. cholerae*. O tratamento da água coletada no Rio Sinibu, Baía da Traição, Paraíba, com o extrato da *M. oleifera* (concentração de 0,01 a 0,02%) revelou que o pH, turbidez e alcalinidade não sofreram alterações relevantes em relação água não tratada. As contagens de bactérias totais mesófilas e coliformes fecais nas amostras de água tratadas com o extrato aquoso de sementes da *Moringa oleifera*, revelaram, que não houve alteração significativa do número de bactérias após 1,5 h do ensaio, provavelmente devido baixa turbidez (1,8 - 3,0 UT) das amostras de água analisadas.

REFERÊNCIAS

- AMAGLOH, F. K.; BENANG, A. Effectiveness of *Moringa oleifera* seed as coagulant for water purification. **African Journal of Agriculture Research**, v. 4, n. 1, p. 119-123, 2009.
- ANDRADE, T. M. **Avaliação bacteriológica do tratamento alternativo da água através do lírio branco (*Moringa oleifera lam.*) para as comunidades rurais**. 2003. 91 f. (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2003.
- APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington, D.C.: APA, 1998.
- ARANTES, C. C.; RIBEIRO, T. A.; PATERNIANI, J. E. S. Processamento de sementes de *Moringa oleifera* utilizando-se diferentes equipamentos para obtenção de solução coagulante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 6, p. 661-666, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000600011>
- EDZWALD, J. K.; DEMPSEY, B. A.; AMIRTHARAJAH, A.; DENTEL, S. K.; LAWLER, D. F.; LETTERMAN, R.D.; O'MELIA, C. R.; RANDTKE, S. J.; WIESNER, M. R. Coagulation as an integrated water treatment process. **Journal AWWA**, v. 81, p. 72-78, 1989.
- FERREIRA, R.S.; NAPOLEÃO, T.H.; SANTOS, A.F.; SÁ, R.A.; CARNEIRO-DA-CUNHA, M.G.; MORAIS, M.M.; SILVA-LUCCA, R.A.; OLIVA, M.L.; COELHO, L.C.; PAIVA, P.M. Coagulant and antibacterial activities of the water-soluble seed lectin from *Moringa oleifera*. **Lett. Appl. Microbiol.**, v. 53, n. 2, p. 186-192, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2011.03089.x>

- FOLKARD, G. K.; SUTHERLAND, J.; AL-KHALILI. Natural coagulants - a sustainable approach. In: PICKFORD, J. et al. (Eds.). **Sustainability of Water and Sanitation Systems: Proceedings of the 21st WEDC Conference**, Kampala, Uganda, 4-8 September, WEDC Publications, p. 263-265, 1995.
- GERDES, G. **O uso das sementes da árvore Moringa para o tratamento de água turva**. Fortaleza: ESPLAR - Centro de Pesquisa e Assessoria. 1996.
- GOPALAKRISHNAN, L.; DORIYA, K.; KUMAR, D. S. *Moringa oleifera*: a review on nutritive importance and its medicinal application. **Food Science and Human Wellness**, v. 5, p. 49-56, 2016.
- JAHN, S. A. A.; MUSNAD, H. A. ; BURGSTALLER, H. The tree that purifies water: cultivating multipurpose Moringaceae in the Sudan. **Unasyilva**, v. 38, p. 23-28, 1986.
- KASOLO, J.N.; BIMENYA, G.S.; OJOK, L.; OCHIENG, J.; OGWAL-OKENG, J.W. Phytochemicals and uses of *Moringa oleifera* leaves in Ugandan rural communities. **J. Med. Plants Res.**, v. 4, p. 753-757, 2010.
- KAWAMURA, S. Effectiveness of natural polyelectrolytes in water treatment. **J. Am. Wat. Wks. Ass.**, v. 83, p. 88-91, 1991.
- KEATINGE, J. D. H.; EBERT, A. W.; HUGHES, J.D'A.; YANG, R.-Y.; CURABA, J. Seeking to attain the UN's Sustainable Development Goal 2 worldwide: the important role of *Moringa oleifera*. **Acta Hort.**, v. 1158, p. 1-10, 2015. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1158.1>
- MANUAL TÉCNICO DE ANÁLISE DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO. Brasília. DF: Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde, 1999. 216p.
- MOURA, C. M.; MENDONÇA, R. A.; PAIVA, P. M. G.; COELHO, L. C., B. B. Atividade antibacteriana de preparações de folhas de *Moringa oleifera* contendo inibidor de tripsina. **Arrudea**, v. 1, n. 1, p. 12-18, 2015.
- MOYO, B.; MASIKA, P.J.; HUGO, A.; MUCHENJE, V. Nutritional characterization of *Moringa (Moringa oleifera Lam.)* leaves. **Afr. J. Biotechnol.**, v. 10, p. 12925-12933, 2011.
- NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, K. S. **Quality of water treated by coagulation using Moringa oleifera seeds**. Canada: Department of Civil Engineering. University of She Brooke. Quebec, 1997.
- OKUDA, T.; BAES, U.B.; NISHIJIMA, W.; OKADA, M. Isolation and characterization of coagulant extracted from *Moringa oleifera* seed by salt solution. **Wat. Res.**, v. 35, p. 405-410, 2001.
- OLSEN, A. Low technology water purification by bentonite clay and *Moringa oleifera* seed flocculation as performed in Sudanese villages: effects on *Schistosoma mansoni cercariae*. **Water Research**, v. 21, p. 517-522, 1987.
- PINTO, N.O.; HERMES, L.C. Sistema simplificado para a melhoria da qualidade da água consumida por comunidades rurais do semi-árido do Brasil. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Petrolina-PE, 2005.
- RANGASAMY O.; RAOELISON, G.; RAKOTONIRIANA, F.E.; CHEUK, K.; URVERG-RATSIMAMANGA, S.; QUETIN-LECLERCQ, J.; GURIB-FAKIM, A.; SUBRATTY, A.H. Screening for anti-infective properties of several medicinal plants of the Mauritian flora. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 109, p. 331-337, 2007.
- ROCKWOOD, J.L.; ANDERSON, B.G.; CASAMATTA, D.A. Potential uses of *Moringa oleifera* and an examination of antibiotic efficacy conferred by *M. oleifera* seed and leaf extracts using crude extraction techniques available to underserved indigenous populations. **International Journal of Phototherapy Research**, v. 3, p. 61-71, 2013.
- SANTOS, A.F.S.; ARGOLO, A.C.C.; COELHO, L.C.B.B.; PAIVA, P.M.G. Detection of water soluble lectin and antioxidant component from *Moringa oleifera* seeds. **Water Res.**, v. 39, p. 975-980, 2005.
- SCHWARZ, D. **Water clarification using Moringa oleifera**. Technical Information W1e, Gate Information Service, Eschborn, Germany, 2000. <http://www.gtz.de/gate/gateid.afp> accessed on 31st October 2007.

SOUSA, J.P.G.; ROSA, C. E.; ASSUNÇÃO, D. E. S.. Atividade antimicrobiana do extrato bruto da *Moringa oleifera* Lam em função do binômio tempo/temperatura. XII Congresso Latino Americano de Microbiologia e Higiene de Alimentos, Blucher Food Science Proceedings, v. 1, p. 117-118, 2014.

SPECK, M. L. **Compendium of methods for the microbiological examination of food**. New York: American Public Health Association, 1984

TAHER, M.A.; NYEEM, M.A.B.; AHAMMED, M.M.; HOSSAIN, M.M.; ISLAM, M.N. *Moringa oleifera* (shajna): the wonderful indigenous medicinal plant. **Asian J. Med. Biol. Res.**, v. 3, p. 20-30, 2017.

VIEIRA, G.H.F.; MOURÃO, J.A.; ÂNGELO, Â.M.; COSTA, R.A.; VIEIRA, S.D.F. Efeito antibacteriano (*in vitro*) de *Moringa oleifera* (moringa) e *Annona muricata* (graviola) frente a bactérias Gram-negativas e Gram-positivas. **Rev. Inst. Med. Trop. S. Paulo**, v. 52, n. 3, p. 129-132, 2010.