

A UTILIZAÇÃO DE *Myristica fragrans* COMO FONTE ALTERNATIVA NO CONTROLE BACTERIANO

Stefany C. Oliveira[1]; Keile M. S. Silva[2]; Deysiane L. Salvador[3]; Maurício F. Rosa[4]; Viviane S. Lobo[5]

[1]*Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR*
[2]*Centro Técnico Educacional Superior do Oeste Paranaense - CTESOP*
[3]*Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE*
[4]*Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE*
[5]*Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR*
Ste.oliver@outlook.com

Palavras-Chave: Noz moscada, microrganismos, compostos bioativos.

Introdução

A resistência bacteriana aos antibióticos representa um dos maiores desafios da saúde pública mundial, sendo considerada uma das principais ameaças à saúde no século XXI. O uso indiscriminado e inadequado desses medicamentos tem favorecido o surgimento e a disseminação de microrganismos resistentes, reduzindo a eficácia dos tratamentos convencionais e comprometendo a disponibilidade de antibióticos de última linha (Asenjo; Oteo-Iglesias; Alós, 2020). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2023), a resistência antimicrobiana afeta diretamente a saúde, a economia e a segurança global, reforçando a necessidade do desenvolvimento de novas estratégias terapêuticas.

Nesse contexto, compostos bioativos de origem natural têm despertado crescente interesse científico devido ao seu potencial farmacológico. O uso de plantas medicinais acompanha a humanidade desde as primeiras civilizações, fundamentado inicialmente em conhecimentos empíricos e, atualmente, respaldado por estudos científicos que evidenciam a presença de metabólitos com propriedades biológicas relevantes (Rocha *et al.*, 2015; Belwal *et al.*, 2018). A biodiversidade vegetal constitui uma importante fonte de moléculas bioativas, cuja aplicação tem contribuído significativamente para o desenvolvimento de medicamentos modernos, como exemplificado pela morfina, alcaloide isolado de *Papaver somniferum* (Chin *et al.*, 2006; Mello *et al.*, 2024).

O Brasil apresenta posição de destaque nesse cenário por concentrar aproximadamente 20% da flora mundial, distribuída em seis biomas distintos, o que favorece a prospecção de compostos naturais com potencial biotecnológico e farmacêutico (Rocha *et al.*, 2021). Além das plantas medicinais, diferentes organismos produzem metabólitos de interesse industrial e terapêutico, sendo empregados nas áreas alimentícia, cosmética e farmacêutica (Ekiert; Szopa, 2020; Rodrigues *et al.*, 2024).

Entre as espécies vegetais de interesse, destaca-se *Myristica fragrans* Houtt., conhecida popularmente como noz-moscada. Essa espécie apresenta composição química diversificada, composta por metabólitos primários e secundários responsáveis por importantes atividades biológicas, incluindo ação antibacteriana, antioxidante, antifúngica, antiparasitária e anti-

inflamatória (Narashimhan *et al.*, 2006; Sun *et al.*, 2023). Dessa forma, seus extratos têm sido investigados como potenciais alternativas aos antimicrobianos convencionais, contribuindo para a busca por substâncias mais acessíveis, sustentáveis e eficazes no combate às infecções bacterianas (Vaou *et al.*, 2021; Mello *et al.*, 2024).

Embora os produtos naturais apresentem elevado potencial terapêutico, ainda são necessários estudos que avaliem sua eficácia e segurança, especialmente por meio da caracterização de seus compostos bioativos e da investigação de sua atividade frente a microrganismos de importância clínica (Rodrigues *et al.*, 2024). Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a atividade antibacteriana de extratos de *Myristica fragrans*, obtidos com acetato de etila, acetona e hexano, frente a diferentes cepas bacterianas, visando contribuir para a prospecção de novas alternativas naturais no combate à resistência bacteriana.

Material e Métodos

Os grãos de *Myristica fragrans* Houtt. Foram adquiridos na indústria Kital Alimentos, localizada no município de Toledo, Paraná. Para a obtenção dos extratos, 10 g de noz-moscada ralada foram submetidos à maceração exaustiva em 100 mL de diferentes solventes (acetato de etila, acetona e hexano), sendo realizados três extrações independentes para cada solvente, totalizando nove extratos. As amostras permaneceram armazenadas em frascos de vidro, protegidas da luz, por 72 h, à temperatura ambiente. Após esse período, os extratos foram filtrados, submetidos à evaporação dos solventes e armazenados em frascos de vidro protegidos da luz até sua utilização.

As cepas bacterianas *Staphylococcus aureus* (CEFAR SO10) e *Pseudomonas aeruginosa* (CEFAR P004) foram fornecidas pela Universidade Paranaense (UNIPAR), campus Toledo. As bactérias foram cultivadas em ágar Mueller-Hinton (MH) e incubadas a 35 °C por 24 h, conforme recomendações do Comitê Brasileiro de Testes de Sensibilidade aos Antimicrobianos (BrCAST).

Os extratos foram preparados para os ensaios microbiológicos pela dissolução de 0,0210 g de cada amostra em 1,5 mL de dimetilsulfóxido (DMSO), obtendo-se solução com concentração aproximada de 14 mg/mL. A atividade antibacteriana foi determinada pelo método de microdiluição em caldo para determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM), seguindo protocolos adaptados do Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2021), BrCAST (2024) e Kowalska-Krochmal (2021).

O inóculo bacteriano foi preparado a partir de culturas recentes em ágar MH, ajustado ao padrão 0,5 da escala de McFarland e posteriormente diluído em caldo Mueller-Hinton para concentração final de aproximadamente $1,5 \times 10^6$ UFC/mL. Os ensaios foram realizados em placas estéreis de 96 poços, utilizando concentrações dos extratos de 7,0; 3,5; 1,75 e 0,875 mg/mL, obtidas por diluições seriadas. Também foram realizados controles de crescimento bacteriano, esterilidade do meio e dos extratos, solvente (DMSO) e do corante 2,3,5-trifeniltetrazólio (TTC) e controle positivo com antimicrobiano de referência, utilizando-se as concentrações recomendadas para as cepas avaliadas.

As placas foram incubadas a 35 °C por 24 h e, posteriormente, receberam 20 µL de TTC, sendo reincubadas por 1 h para revelação da atividade metabólica bacteriana. A CIM foi definida como a menor concentração capaz de inibir o crescimento bacteriano, evidenciado pela ausência de coloração rosa.



Resultados e Discussão

A atividade antibacteriana dos extratos de *Myristica fragrans* obtidos com acetato de etila, acetona e hexano foi avaliada frente às cepas *Staphylococcus aureus* (CEFAR SO10) e *Pseudomonas aeruginosa* (CEFAR P004), utilizando o método de microdiluição em caldo nas concentrações de 7,0; 3,5; 1,75 e 0,875 mg/mL. Todos os ensaios foram realizados em triplicata e os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Os extratos obtidos com acetato de etila apresentaram atividade antibacteriana mais expressiva contra *S. aureus*, promovendo inibição em todas as concentrações nas duas primeiras triplicatas e até 1,75 mg/mL na terceira. Dessa forma, considerando a CIM como a menor concentração capaz de inibir o crescimento bacteriano, o extrato de acetato de etila apresentou CIM de 0,875 mg/mL em duas das três repetições e de 1,75 mg/mL em uma repetição. Para *P. aeruginosa*, a inibição foi observada nas concentrações de 7,0; 3,5 e 1,75 mg/mL em todas as repetições, resultando em CIM de 1,75 mg/mL.

O extrato obtido com acetona apresentou os melhores resultados frente à bactéria Gram-positiva, inibindo *S. aureus* em todas as concentrações testadas e em todas as triplicatas. Entretanto, para *P. aeruginosa*, a atividade permaneceu restrita às três maiores concentrações. Já os extratos obtidos com hexano demonstraram atividade antibacteriana para ambas as bactérias apenas nas concentrações de 7,0; 3,5 e 1,75 mg/mL (Tabela 1).

Tabela 1. Atividade antibacteriana dos extratos de *Myristica fragrans* frente às cepas bacterianas avaliadas.

Solvente	Bactéria	Triplicata	7,0 mg/mL	3,5 mg/mL	1,75 mg/mL	0,875 mg/mL
Acetato de etila	*S. aureus*	01	+	+	+	+
		02	+	+	+	+
		03	+	+	+	–*
	P. aeruginosa	01	+	+	+	–
		02	+	+	+	–
		03	+	+	+	–
Acetona	*S. aureus*	01	+	+	+	+
		02	+	+	+	+
		03	+	+	+	+
	P. aeruginosa	01	+	+	+	–
		02	+	+	+	–
		03	+	+	+	–
Hexano	*S. aureus*	01	+	+	+	–
		02	+	+	+	–
		03	+	+	+	–
	P. aeruginosa	01	+	+	+	–
		02	+	+	+	–
		03	+	+	+	–

Legenda: (+) apresentou inibição do crescimento bacteriano; (–) não houve inibição. *Na terceira triplicata do extrato em acetato de etila para *S. aureus*, não houve inibição em 0,875 mg/mL.

Os resultados demonstram que a eficiência dos extratos variou de acordo com o solvente utilizado e a espécie bacteriana, sugerindo que a polaridade do solvente influencia a extração dos metabólitos bioativos responsáveis pela atividade antimicrobiana. Araújo (2022) destaca

que diferenças na composição química dos extratos podem ocorrer em função do método de extração e do solvente empregado, refletindo diretamente na atividade biológica observada.

Os dados obtidos corroboram parcialmente os encontrados por Oo *et al*. (2024), que relataram atividade antibacteriana de extratos de acetona frente a *S. aureus*. Entretanto, diferem dos resultados descritos por Imoniye *et al*. (2025) e Abutaha *et al*. (2021), que não observaram atividade significativa para extratos obtidos com hexano contra *S. aureus* e *P. aeruginosa*. Essas divergências podem estar relacionadas à origem geográfica da matéria-prima, às condições de cultivo, aos métodos de extração, à composição química dos extratos e às cepas bacterianas avaliadas, fatores reconhecidos por influenciarem a atividade antimicrobiana de produtos naturais (Al-Rawi *et al.*, 2024).

Observou-se ainda maior sensibilidade de *S. aureus* em comparação com *P. aeruginosa.* Esse comportamento está de acordo com a literatura, uma vez que bactérias Gram-negativas apresentam membrana externa rica em lipopolissacarídeos, que atua como barreira à penetração de compostos antimicrobianos, reduzindo sua suscetibilidade quando comparadas às bactérias Gram-positivas (Zhang *et al.*, 2013; Nazzaro *et al.*, 2013).

Os controles contendo DMSO não apresentaram inibição do crescimento de *S. aureus* e *P. aeruginosa* nas condições avaliadas, indicando ausência de efeito antimicrobiano do solvente na concentração utilizada.

De modo geral, todos os extratos de *Myristica fragrans* apresentaram atividade antibacteriana em pelo menos uma das concentrações avaliadas. Destacando-se os extratos obtidos com acetato de etila e acetona frente à cepa de *S. aureus*. Esses resultados evidenciam o potencial da espécie como fonte de compostos bioativos para o desenvolvimento de novas alternativas antimicrobianas, especialmente diante do crescente desafio da resistência bacteriana.

Conclusões

Com base nos resultados obtidos, verificou-se que os extratos *de Myristica fragrans* apresentaram atividade antibacteriana expressiva frente às cepas de *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*, variando de acordo com o solvente utilizado e a concentração aplicada. Essas variações podem estar associadas às diferenças de polaridade entre os solventes e à composição fitoquímica dos extratos. Entretanto, como não foi realizada análise cromatográfica, não foi possível identificar quais compostos apresentaram maior contribuição para a atividade observada em cada extrato.

Os resultados indicam potencial dos extratos de *M. fragrans* como fonte de compostos com atividade antibacteriana, justificando estudos adicionais de caracterização química, avaliação de segurança e investigação de sua aplicabilidade.

Agradecimentos

Agradeço a CAPES, CNPq, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Toledo, ao Biopark e o Centro Técnico Educacional Superior do Oeste Paranaense, pela disposição de seus espaços e recursos.

Referências

ABUTAHA, N. *et al*. Potency and selectivity indices of *Myristica fragrans* Houtt. Mace chloroform extract against non-clinical and clinical human pathogens. Open Chemistry, v. 19, n. 1, p. 1096-1107, 2021.



AL- RAWI, S. S. *et al*. Therapeutic and pharmacological prospects of nutmeg seed: a comprehensive review for novel drug potential insights. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v. 32, n. 6, p. 1-26, 2024.

ARAÚJO, M. A. C. de. **Extrato de *Myristica fragrans* por destilação a vapor a partir de uma máquina de café expresso e identificação de miristicina.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2022.

ASENJO, A.; OTEO-IGLESIAS, J.; ALÓS, J. What's new in mechanisms of antibiotic resistance in bacteria of clinical origin? **Enfermedades Infecciosas y Microbiologia Clinica**, v. 39, n. 6, p. 291-299, 2021.

BELWAL, T. *et al*. A critical analysis of extraction techniques used for botanicals: Trends, priorites, industrial uses and optimization strategies. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 100, p. 82-102, 2018.

CHIN, Y.W. *et al*. Drug discovery from natural sources. **The AAPS Journal,** v. 8, n. 2, p. 239-253, 2006.

EKIERT, H. M.; SZOPA, A. Biological actives of natural products. **Molecules,** v. 25, n. 23, p. 1-7, 2020.

IMONIYE, F. E.; IGELEKE, C. L.; ENERIJIOFI, K. E. Antimicrobial activities and phytochemical analyses of *Myristica fragrans* Seed extracts on Some Clinical Microbial Isolates. **Nig. J. Pure & Appl. Sci**, v. 38, n. 1, p. 5225-5235, 2025.

MELLO, A. B. *et al*. Fitoterápicos combinados a medicamentos de uso contínuo: Uma revisão da literatura. **Brazilian Journal of Implantology na Health Sciences**, v. 6, n. 10, p. 3603-3626, 2024.

NARASIMHAN, B.; DHAKE, A. S. Antibacterial Principles from *Myristica fragrans* Seeds. **Journal of Medicinal Food**, v. 9, n. 3, p. 395-399, 2006.

NAZZARO, F. *et al*. Effect of essential oils on pathogenic bacteria. **Pharmaceuticals**, v. 6, n. 12, p. 1451-1474, 2013

OO, T. *et al*. Effectiveness of co-cultured *Myristica fragrans* Houtt. seed extracts with commensal Staphylococcus epidermidis and its metabolites in antimicrobial activity and biofilm formation of skin pathogenic bacteria. **BMC Complementary Medicine and Therapies**, v. 24, n. 380, p. 1-13, 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Antimicrobial resistance.** 2023. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance. Acesso em: 26 jun. 2026.

ROCHA, F. A.G. *et al*. O uso terapêutico da flora na história mundial. **Holos,** v. 1, p. 49-61, 2015.

ROCHA, L. P. B. da S. *et al*. Uso de plantas medicinais: Histórico e relevância. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. 1-11, 2021.

RODRIGUES, G. S. *et al*. Visão geral sobre os produtos naturais e suas aplicações: uma revisão. **Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 16, n. 1, 2024.

SUN, J. *et al*. effect of simmering technology on components and activity of *Myristica fragrans* houtt. **Molecules,** v. 28, n. 22, p. 1-14, 2023

VAOU, N. *et al*. Towards advances in medicinal plant antimicrobial activity: a review study on challenges and future perspectives. **Microorganisms,** v. 9, n. 10, p. 1-28, 2021.

ZHANG, L. et al. Anti-fungal and anti-bacterial activities of ethanol extracts of selected traditional Chinese medicinal herbs. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 6, n. 8, p. 673-681, 2013.