



ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DO OLÉO ESSENCIAL DE *Myristica fragrans* COM POTENCIAL APLICAÇÃO NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

Stefany C. Oliveira¹; Keile M. S. Silva²; Deysiane L. Salvador³; Maurício F. Rosa⁴; Viviane S. Lobo⁵

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

²Centro Técnico Educacional Superior do Oeste Paranaense - CTESOP

³Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE

⁴Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE

⁵Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Ste.oliver@outlook.com

Palavras-Chave: Noz moscada, qualidade microbiológica, compostos bioativos.

Introdução

A indústria alimentícia desempenha um importante papel no abastecimento da população e na garantia da segurança dos alimentos, utilizando conservantes para aumentar a vida útil dos produtos e preservar sua qualidade (Silva *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2021). Entretanto, os processos oxidativos constituem uma das principais causas de deterioração dos alimentos, comprometendo suas características sensoriais e nutricionais (Cavalcante; Borges; Souza, 2024). Esses processos são desencadeados pela formação de espécies reativas de oxigênio (ERO), que, quando produzidas em excesso, promovem estresse oxidativo e danos a biomoléculas essenciais, como lipídios, proteínas e ácido desoxirribonucleico (DNA) (Pisoschi *et al.*, 2016; Mendes; Pereira; Pereira, 2020).

Para minimizar esses efeitos, antioxidantes sintéticos, como butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxi-tolueno (BHT) e terc-butil-hidroquinona (TBHQ), são amplamente empregados pela indústria alimentícia (Cavalcante; Borges; Souza, 2024). Contudo, o uso desses compostos tem sido questionado devido à sua possível associação com alergias e ao desenvolvimento de câncer, impulsionando a busca por alternativas naturais (Souza *et al.*, 2021). Nesse contexto, compostos bioativos provenientes de plantas têm despertado interesse por apresentarem propriedades antioxidantes e antimicrobianas, tornando-se candidatos promissores para substituir conservantes sintéticos (Silva *et al.*, 2019; Barbosa *et al.*, 2019; Oliveira *et al.*, 2024).

O uso de plantas com finalidades medicinais é uma prática milenar, transmitida entre gerações e amplamente difundida em diferentes culturas, inclusive no Brasil (Braga, 2011; Razzok *et al.*, 2025). Entre essas plantas destaca-se *Myristica fragrans* Houtt., conhecida como noz-moscada, uma espécie pertencente à família Myristicaceae, utilizada como especiaria devido ao seu aroma e sabor característicos e também empregada na medicina tradicional (Jaiswal *et al.*, 2009; Morsy, 2016; Okiki *et al.*, 2023). Seu interesse biotecnológico está relacionado à presença de compostos como sabineno, α -pineno, β -pineno, miristicina, elemicina e safrol, responsáveis por diversas atividades biológicas, embora sua composição possa variar conforme a origem geográfica, a parte vegetal utilizada e o método de extração (Jaiswal *et al.*, 2009; Cardoso; Oliveira; Cardoso, 2019; Morsy, 2016; Trifan *et al.*, 2023).



Estudos demonstram que o óleo essencial de *Myristica fragrans* apresenta atividade antimicrobiana frente a microrganismos de importância alimentar, como *Bacillus subtilis* e *Escherichia coli*, evidenciando seu potencial para aplicação como conservante natural (Jaiswal *et al.*, 2009). Além disso, estratégias como sua incorporação em revestimentos comestíveis têm sido investigadas para promover a liberação controlada de compostos bioativos e aumentar a conservação dos alimentos (Shafi *et al.*, 2025). Apesar dos resultados promissores, ainda são necessários novos estudos para ampliar o conhecimento sobre sua eficácia e potencial de aplicação na indústria alimentícia (Oliveira *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a atividade antibacteriana do óleo essencial de *Myristica fragrans*, visando contribuir para o desenvolvimento de alternativas naturais aos conservantes sintéticos e ampliar o conhecimento sobre seu potencial de aplicação na conservação de alimentos.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido a partir de pesquisa bibliográfica para fundamentação teórica e definição dos procedimentos experimentais. As análises foram realizadas nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Toledo, e do Centro Técnico Educacional Superior do Oeste Paranaense (CTESOP), em Assis Chateaubriand, Paraná.

As sementes de *Myristica fragrans* foram adquiridas de uma indústria alimentícia localizada em Toledo-PR, armazenadas em local seco e protegido da luz até o início dos experimentos. Para cada extração, foram utilizados 50 g de noz-moscada previamente ralada, visando aumentar a superfície de contato e favorecer a extração dos compostos bioativos. O teor de umidade foi determinado em analisador de umidade (I-Thermo G163L), sendo os resultados utilizados para correção da massa seca empregada no cálculo do rendimento.

A obtenção do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação em aparelho de Clevenger, utilizando água como solvente, conforme metodologia descrita por Franco *et al.* (2005). As extrações foram conduzidas em triplicata. O rendimento foi calculado pela razão entre a massa de óleo obtida e a massa seca da matéria-prima, sendo expresso em porcentagem (Farias *et al.*, 2025). Posteriormente, foram determinados a densidade, por meio da relação entre massa e volume de uma alíquota de 100 μL do óleo, e o índice de refração, utilizando refratômetro de bancada previamente calibrado, conforme recomendações da Anvisa (2019).

A atividade antibacteriana do óleo essencial foi avaliada pela determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) utilizando a técnica de microdiluição em caldo, de acordo com protocolos adaptados do Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2021), do Comitê Brasileiro de Testes de Sensibilidade aos Antimicrobianos (BRCAST, 2024) e de Kowalska-Krochmal (2021). O ensaio foi realizado em placas de microtitulação de 96 poços contendo caldo Mueller-Hinton, diluições seriadas do óleo essencial e inóculo bacteriano padronizado a 5×10^5 UFC mL^{-1} . Após incubação a 35 °C por 24 h, foi adicionado 2,3,5-trifeniltetrazólio (TTC) para avaliação do crescimento bacteriano. A CIM foi definida como a menor concentração capaz de impedir o desenvolvimento da coloração rosa. Para determinação da Concentração Bactericida Mínima (CBM), alíquotas dos poços foram semeadas em ágar Mueller-Hinton e incubadas nas mesmas condições, sendo considerada CBM a menor concentração capaz de impedir completamente o crescimento bacteriano.

Resultados e Discussão



O óleo essencial de *Myristica fragrans* apresentou atividade antibacteriana frente às cepas de *Escherichia coli* (CEFAR P004) e *Staphylococcus aureus* (CEFAR SO10), determinada pelo método de microdiluição em caldo. De modo geral, a maioria das amostras foi capaz de inibir o crescimento bacteriano nas concentrações de 7,0, 3,5 e 1,75 mg mL⁻¹, enquanto a concentração de 0,875 mg mL⁻¹ não apresentou atividade na maior parte dos ensaios (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - MIC do óleo essencial de noz moscada frente a *Escherichia coli*.

Tempo de extração (h)	Triplicata	Concentração (mg/mL)	Inibição
1	1	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Sim
		0,875 mg/mL	Não
	2	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Sim
		0,875 mg/mL	Não
	3	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Sim
		0,875 mg/mL	Não
2	1	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Sim
		0,875 mg/mL	Não
	2	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Sim
		0,875 mg/mL	Não
	3	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Sim
		0,875 mg/mL	Não
4	1	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Sim
		0,875 mg/mL	Não
	2	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Sim
		0,875 mg/mL	Não
	3	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Não



0,875 mg/mL

Não

Tabela 1 - MIC do óleo essencial de noz moscada frente a *Staphylococcus aureus*.

Tempo de extração (h) Triplicata		Concentração (mg mL ⁻¹)	Inibição
1	1	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Sim
		0,875 mg/mL	Não
	2	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Sim
		0,875 mg/mL	Não
	3	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Sim
		0,875 mg/mL	Não
2	1	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Não
		0,875 mg/mL	Não
	2	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Não
		0,875 mg/mL	Não
	3	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Não
		0,875 mg/mL	Não
4	1	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Sim
		0,875 mg/mL	Sim
	2	7 mg/mL	Sim
		3,5 mg/mL	Sim
		1,75 mg/mL	Sim



	0,875 mg/mL	Não
	7 mg/mL	Sim
3	3,5 mg/mL	Sim
	1,75 mg/mL	Sim
	0,875 mg/mL	Não

Para *E. coli*, os óleos obtidos após 1 e 2 horas de extração apresentaram atividade consistente nas três maiores concentrações avaliadas em todas as triplicatas. Na extração de 4 horas, duas triplicatas mantiveram o mesmo perfil de inibição, enquanto uma apresentou atividade apenas nas concentrações de 7,0 e 3,5 mg mL⁻¹. Em relação a *S. aureus*, observou-se maior variação entre os tempos de extração. O óleo obtido após 1 hora foi ativo até 1,75 mg mL⁻¹ em todas as triplicatas; na extração de 2 horas, a atividade foi observada apenas nas concentrações de 7,0 e 3,5 mg mL⁻¹. Já na extração de 4 horas, uma das triplicatas foi capaz de inibir o crescimento bacteriano em todas as concentrações avaliadas, incluindo 0,875 mg mL⁻¹, indicando maior atividade antibacteriana.

Os resultados demonstram que o tempo de extração influenciou a atividade antibacteriana do óleo essencial. A redução da atividade observada após 2 horas, seguida do aumento após 4 horas, sugere alterações na composição química do óleo ao longo da hidrodestilação. Esse comportamento pode estar relacionado à volatilidade dos compostos presentes, uma vez que monoterpenos, como α -pineno, β -pineno e sabineno, são extraídos preferencialmente nas etapas iniciais, enquanto compostos menos voláteis, como miristicina, elemicina e safrol, tendem a ser obtidos em tempos mais prolongados de extração (Kiasi *et al.*, 2020; Marcolina, 2021; Araújo, 2022; Al-Rawi *et al.*, 2024; Spence, 2024). Além disso, diferentes condições de extração podem modificar significativamente a composição do óleo essencial (Sudradjat *et al.*, 2018).

Comparando as cepas avaliadas, o óleo essencial apresentou maior eficácia frente a *S. aureus*, principalmente após 4 horas de extração. Esse comportamento está de acordo com a literatura, que descreve maior sensibilidade de bactérias Gram-positivas aos óleos essenciais devido à ausência da membrana externa rica em lipopolissacarídeos presente nas bactérias Gram-negativas, a qual dificulta a difusão de compostos lipofílicos (Trombetta *et al.*, 2005; Indu *et al.*, 2006). A atividade antibacteriana da noz-moscada também é atribuída à presença de compostos como miristicina, ácido mirístico, trimiristina, licarina A e malabaricon C (Binatti *et al.*, 2016; El-Alfy *et al.*, 2019; Araújo, 2022).

Os valores de concentração inibitória mínima obtidos neste estudo foram inferiores aos descritos por Romeiro *et al.* (2022) e Kiasi *et al.* (2020), evidenciando elevada atividade antibacteriana do óleo essencial. As diferenças observadas entre os estudos podem ser atribuídas à origem da matéria-prima, às condições de cultivo, ao método de extração, à composição química do óleo e às cepas bacterianas utilizadas (Al-Rawi *et al.*, 2024). Dessa forma, os resultados confirmam o potencial do óleo essencial de *Myristica fragrans* como alternativa natural para aplicação na conservação de alimentos, corroborando estudos que demonstraram sua eficácia na preservação de produtos cárneos e em revestimentos comestíveis (Sojic *et al.*, 2015; Kiasi *et al.*, 2020; Padadochristopoulos *et al.*, 2021; Al-Rawi *et al.*, 2024).

Conclusões



Os resultados obtidos demonstraram que o óleo essencial de *Myristica fragrans* apresenta potencial para aplicação como conservante natural de alimentos. O tempo de extração influenciou as características físico-químicas do óleo, especialmente o rendimento, evidenciando a importância da padronização do processo de obtenção. Além disso, os ensaios de Concentração Inibitória Mínima (CIM) confirmaram a atividade antibacteriana do óleo essencial frente às cepas de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, destacando sua eficácia na inibição de bactérias de interesse alimentício.

Os resultados corroboram o potencial biotecnológico de *M. fragrans* como fonte de compostos bioativos com aplicação na conservação de alimentos, contribuindo para o desenvolvimento de alternativas naturais aos conservantes sintéticos e atendendo à crescente demanda por produtos mais seguros e sustentáveis.

Como perspectivas futuras, serão realizadas análises da atividade antioxidante pelos métodos DPPH e ABTS, caracterização química por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-MS), avaliação da atividade antifúngica e desenvolvimento de revestimentos comestíveis incorporados ao óleo essencial para aplicação em queijos. Essas etapas permitirão validar sua eficácia na conservação de produtos lácteos, ampliando seu potencial de aplicação na indústria de alimentos.

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

- ARAÚJO, C. A. M. **Extrato de *Myristica fragrans* por destilação a vapore partir de uma máquina de café expresso e identificação de miristicina**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2022.
- AL-RAWI, S. *et al.* Therapeutic, and pharmacological prospects of nutmeg seed: A comprehensive review for novel drug potential insights. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v. 32, p. 2-26, 2024.
- BRAGA, M. de C. **Histórico da utilização de plantas medicinais**. 2011. Monografia (Licenciatura em Biologia) – Universidade de Brasília/Universidade Estadual de Goiás, Brasília, 2011.
- BINATTI, T. T. *et al.* Ação antimicrobiana de especiarias sobre o desenvolvimento bacteriano. **Higiene Alimentar**, v. 30, n. 260/261, p. 105-108, 2016
- CARDOSO, A. N.; ROCHA, R. R. Ciências da Saúde. Cap. 8. In: BARBOSA, S. C. D. *et al.* Compostos bioativos de plantas: um potencial para antimicrobianos e antioxidants. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019.
- CAVALCANTE, A. de M.; BORGES, L. W; SOUZA, M. T. Compostos fenólicos a partir de vegetais: uma revisão sobre os métodos de quantificação e avaliação das propriedades antioxidantes e antimicrobiana. **Peer review**, v.6, n. 10, p. 66-89, 2024.
- CORDEIRO, M. A. C. Tecnologia de alimentos: Tópicos físicos, químicos e biológicos. Cap. 20. In: MENDES, A. P. A.; PEREIRA, C. R.; PEREIRA-ANGELIS, C. M. **Estresse oxidativo e sistemas antioxidantes**: conceitos fundamentais sob os aspectos da nutrição e da ciência dos alimentos. Guarujá: Editora Científica Digital, 2020.
- EL-ALFY, A. *et al.* Phenolic compounds from nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) inhibit the endocannabinoid-modulating enzyme fatty acid amide hydrolase. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 71, p. 1879–1889, 2019.



- TRIFAN, A. *et al.* Essential Oils and Sustainability: In Vitro Bioactivity Screening of *Myristica fragrans* Houtt. Post-Distillation By-Products. **Plants**, v. 12, p. 2-16, 2023.
- TROMBETTA, D. *et al.* Mechanisms of Antibacterial Action of Three Monoterpenes. **Antimicrobial agents and chemotherapy**, v. 49, n. 6, p. 2474-2478, 2005.
- INDU, N. M. *et al.* Antimicrobial activity of some of the south-indian spices against serotypes of Escherichia coli, Salmonella, Listeria monocytogenes and Aeromonas drophila. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 37, p. 153-158, 2006.
- JAISWAL, P. *et al.* Biological Effects of *Myristica fragrans*. **Rev Biomed Sci**, n. 11, p. 21-29, 2009.
- KIARSI, Z. *et al.* In vitro antimicrobial effects of *Myristica fragrans* essential oil on foodborne pathogens and its influence on beef quality during refrigerated storage. **J. Food Saf**, p. 1-14, 2020.
- MARCOLINA, M. **Óleos essenciais: estudo de extração e atividade Antimicrobiana**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021.
- MORSY, S. F. N. A comparative study of nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) oleoresins obtained by conventional and green extraction techniques. **J Food Sci Technol** , v. 53, n. 10, p. 3770-3777, 2016.
- OLIVEIRA, de C. do S; *et al.* A versatilidade da noz-moscada nas indústrias. In: Encontro de Iniciação Científica do Campus Toledo. 10, 2024, Toledo. **Anais [...]**. Toledo: UTFPR, 2024, p. 1.
- OKIKI, A. P. *et al.* Assessment of nutritional and medicinal properties of nutmeg. **Scientific Afrincan**, v. 19, p. 2-10, 2023.
- PISOSCHI, A. M. *et al.* Antioxidant capacity determination in plants and plant-derived products: a review. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2016, p. 1-36, 2016.
- PAPADOCHRISTOPOULOS, A. *et al.* Natural Anti-Microbials for Enhanced Microbial Safety and Shelf-Life of Processed Packaged Meat. **Foods**, v. 10, 2021.
- RAZZOK, M. E. *et al.* Medicinal plants use by patients at a Moroccan University Hospital: A cross-sectional study. **Advances in Integrative Medicine**, v. 12, p. 1-8, 2025.
- ROMEIRO, R. F. P; SILVA, C. C. N. Estudo da ação antimicrobiana de óleos essenciais a partir de Açafrão e Noz moscada. In: XXX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA UNICAMP, 30., 2022, UNICAMP. **Anais [...]**. Campinas: UNICAMP, 2022, p. 1-4.
- SHAFI, Z. *et al.* Exploring the foodsafety and preservation landscape of *Myristica fragrans* (L.) against foodborne pathogen: A review of current knowledge. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 19, p. 1-13, 2025.
- SILVA, S. E. *et al.* Conservação de alimentos pelo uso de aditivos: uma revisão. **B.CEPPA**, v. 37, n. 2, p. 19-29, 2019.
- SOUZA, V. R. *et al.* Potencial antifúngico de constituintes de óleos essenciais. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. 1-15, 2021.
- SOJIC, B. *et al.* Effect of nutmeg (*Myristica fragrans*) essential oil on the oxidative and microbial stability of cooked sausage during refrigerated storage. **Food Control**, v. 54, p. 282-286, 2015
- SUDRADJAT, E. S. *et al.* The Isolation of Myristicin from Nutmeg Oil by Sequences Distillation. **Journal of Young Pharmacists**, v. 10, p. 20-23, 2018.
- SPENCE, C. Nutmeg and mace: The sweet and savoury spices. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 36, p. 2-11, 2024.