



REVISTA ELETRÔNICA
CIENTÍFICA DA UERGS

Extração e caracterização do óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*)

Claudiana Balestrin da Silva

Universidade La Salle, Brasil

E-mail: claudi.balestrin@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1108-8452>

Janice Botelho Souza Hamm

Universidade La Salle, Brasil

E-mail: hamm.jbs@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5653-1965>

Fernanda Siqueira Souza

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: fernanda.siqueira@ufrgs.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5262-2934>

ISSN 2448-0479. Submetido em: 14 mai. 2025. Aceito: 12 out. 2025.

DOI: <https://doi.org/10.21674/2448-0479.111.4-11>

Resumo

A extração de óleos essenciais e sua aplicação como agentes antimicrobianos representa uma alternativa econômica e eficaz, cujos benefícios vêm sendo cada vez mais explorados. Esses produtos naturais, obtidos a partir de diferentes espécies vegetais, apresentam composições químicas variadas, conferindo-lhes propriedades específicas. Este estudo teve como objetivo extrair o óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (cravo-da-índia) por meio do método de arraste a vapor, utilizando um aparelho Clevenger. Foram analisadas duas condições experimentais, com massas de 100 g e 200 g de cravo-da-índia e tempos de extração de 2 horas e 3 horas e 30 minutos. Os rendimentos do processo variaram entre 2% e 4% em massa, dependendo da massa utilizada e do tempo de extração, sendo o melhor resultado de 4,02% obtido com 100 g e 3h30 de extração. A caracterização química qualitativa, realizada pelo teste de Bayer, indicou a presença de compostos insaturados compatíveis com o eugenol, principal constituinte bioativo do óleo de cravo e é responsável por grande parte de suas propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e antioxidantes descritas na literatura. Esse ensaio qualitativo, de baixo custo e fácil execução, permitiu uma identificação preliminar do composto, destacando a relevância do estudo para contextos com recursos laboratoriais limitados e reforçando o potencial de aplicação do óleo essencial em produtos farmacêuticos, cosméticos e alimentícios.

Palavras-chave: produtos naturais; óleo essencial; cravo-da-índia; extração; arraste a vapor.

Abstract

Extraction and characterization of clove (*Syzygium aromaticum*) essential oil

The extraction of essential oils and their application as antimicrobial agents represent a cost-effective and efficient alternative, with benefits that are being increasingly explored. These natural products, obtained from different plant species, present varied chemical compositions, which confer specific properties. This study aimed to extract the essential oil of *Syzygium aromaticum* (clove) using the steam distillation method with a Clevenger apparatus. Two experimental conditions were evaluated, with clove mass of 100 g and 200 g and extraction times of 2 hours and 3 hours and 30 minutes. The process yields ranged from 2% to 4% by mass, depending on the amount of clove and the extraction time, with the highest yield of 4.02% being obtained with 100 g and extracted for 3h30min. The qualitative chemical characterization, performed using the Bayer test, indicated the presence of unsaturated compounds consistent with eugenol, the main bioactive constituent of clove oil, responsible for many of its antimicrobial, anti-inflammatory, and antioxidant properties reported in the literature. This low-cost and easy-to-perform qualitative assay enabled a preliminary identifi-



cation of the compound, highlighting the relevance of the study in contexts with limited laboratory resources and reinforcing the potential application of the essential oil in pharmaceutical, cosmetic, and food products.

Keywords: natural products; essential oil; clove; extraction; steam distillation.

Resumen

Extracción y caracterización del aceite esencial de clavo de olor (*Syzygium aromaticum*)

La extracción de aceites esenciales y su aplicación como agentes antimicrobianos representa una alternativa económica y eficaz, cuyos beneficios se han explotado cada vez más. Estos productos naturales, obtenidos a partir de diferentes especies vegetales, presentan composiciones químicas variadas que les confieren propiedades específicas. Este estudio tuvo como objetivo extraer el aceite esencial de *Syzygium aromaticum* (clavo de olor) mediante el método de destilación por arrastre de vapor, utilizando un aparato Clevenger. Se evaluaron dos condiciones experimentales, con 100 g y 200 g de clavo y tiempos de extracción de 2 horas y 3 horas y 30 minutos. Los rendimientos del proceso variaron entre el 2% y el 4% en masa, dependiendo de la massa utilizada y del tiempo de extracción, siendo el mayor rendimiento de 4,02% obtenido con 100 g y 3h30 de extracción. La caracterización química cualitativa, realizada mediante la prueba de Bayer, indicó la presencia de compuestos insaturados compatibles con el eugenol, principal constituyente bioactivo del aceite de clavo y responsable de gran parte de sus propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y antioxidantes descritas en la literatura. Este ensayo cualitativo, de bajo costo y fácil ejecución, permitió una identificación preliminar del compuesto, destacando la relevancia del estudio en contextos con recursos de laboratorio limitados y reforzando el potencial de aplicación del aceite esencial en productos farmacéuticos, cosméticos y alimentarios.

Palabras clave: productos naturales; aceite esencial; clavo de olor; extracción; arrastre por vapor.

Introdução

Os óleos essenciais são compostos voláteis extraídos de plantas que possuem propriedades terapêuticas e funcionais amplamente reconhecidas. Eles são utilizados em diversas indústrias, incluindo alimentos, cosméticos, saúde e meio ambiente, devido às suas propriedades bioativas como atividades antimicrobianas, anti-inflamatórias, antioxidantes e aromáticas. No entanto, a complexidade da composição dos óleos essenciais, composta por uma variedade de compostos químicos, pode representar desafios significativos para sua utilização eficaz e segura (Baser; Buchbauer, 2010; Lawless, 2013).

O mercado de óleos essenciais tem experimentado um crescimento, impulsionado por uma demanda crescente por produtos naturais e por mudanças nas preferências dos consumidores. Segundo análises da Fortune Business Insights (2025) e da Markets and Markets (2025), os principais *drivers* para esse mercado incluem a substituição de aditivos sintéticos por naturais na indústria de alimentos e bebidas, e o crescimento exponencial do setor de aromaterapia. Segundo estes estudos, o mercado global de óleos essenciais foi estimado em US\$ 12,47 bilhões em 2024. A projeção é de que o mercado cresça de US\$ 13,66 bilhões em 2025 para US\$ 27,82 bilhões até 2032. Essa tendência de crescimento também é observada no Brasil, onde houve um aumento no número de pequenos produtores de óleos essenciais voltados para o mercado de aromaterapia.

O Brasil, um dos maiores produtores de óleos essenciais, exportou cerca de 62,7 mil toneladas em 2024, gerando aproximadamente US\$ 672 milhões, de acordo com dados do Comex Stat, do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC, 2024). O mercado global de óleos essenciais foi avaliado em US\$ 18,6 bilhões em 2020, com previsões de crescimento anual de 7,5%, alcançando US\$ 33,3 bilhões até 2027. Após a pandemia de COVID-19, a demanda por óleos essenciais aumentou consideravelmente, devido às suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-infecciosas, que os tornam eficazes no tratamento de diversos problemas de saúde, como estresse, distúrbios imunológicos, distúrbios do sono e depressão (Bizzo; Rezende, 2022), tornando-os um campo promissor para inovação e desenvolvimento científico.

A extração dos óleos essenciais pode se dar de diversas formas e variam de acordo com a parte da planta que será utilizada. Dentre algumas das técnicas de extração, segundo Rabêlo (2010), a mais utilizada é arrastre por vapor d'água. Dentro desta técnica, observa-se duas formas diferentes de extração, levando-se em conta

o tipo de contato entre a água e a amostra: a hidrodestilação, na qual a amostra fica imersa em água e à medida que a água vai evaporando, o óleo é extraído e carregado junto ao vapor d'água; e a destilação pelo vapor d'água, onde a amostra é depositada acima da água, sem ter contato, e o vapor de água passa pela amostra, realizando a extração dos compostos.

Especificamente, o cravo da Índia (*Syzygium aromaticum*) é a flor de uma árvore nativa de alguns países, como a Indonésia, Zanzibar e Madagascar (Rodella, 2015), também sendo cultivada no Brasil, em sua maioria, no estado da Bahia (Rabêlo, 2010). É muito conhecido na culinária como uma especiaria e utilizado como tempero. A planta pode medir aproximadamente de 12 a 15 m de altura e é explorada principalmente para a extração de óleo essencial, que pode ser obtido das flores, folhas e outras partes da árvore. Já foi associado como tratamento para doenças respiratórias e transtornos alimentares, além de ser utilizado como enxaguan-te bucal devido às propriedades antissépticas e antibióticas (Rodella, 2015).

O óleo essencial do cravo possui em sua composição o eugenol, composto fenólico que já foi utilizado como base de outros estudos e validado como agente antibacteriano, apresentando resultados satisfatórios, como meio de combate às pragas na agricultura (Lima, 2019), atuando contra larvas do mosquito da dengue (Mendes, Barros e Aguiar, 2021) e como anestésico na odontologia (Santos et al., 2007). No entanto, além do eugenol, esse óleo contém outros componentes bioativos em diferentes proporções, como acetato de eugenila, β -cariofileno e α -humuleno, que também podem contribuir para sua atividade biológica (Batiha et al., 2020; Gengatharan e Rahim, 2023). Esses constituintes podem atuar de forma sinérgica, potencializando os efeitos antimicrobianos, antifúngicos e antioxidantes observados em diferentes aplicações. Na literatura, os resultados obtidos com relação ao potencial antibacteriano ou antifúngico podem variar de acordo com o tipo de microrganismo analisado e a sua resistência frente ao composto e à concentração do óleo essencial. Segundo Affonso et al. (2012), os óleos essenciais que possuem fenóis em sua composição podem possuir atividade antimicrobiana, pois são capazes de penetrar rapidamente na membrana celular causando seu rompimento e morte da bactéria por extravasamento do conteúdo celular. No entanto, a eficácia do óleo essencial depende de fatores como a concentração, o método de extração e a sensibilidade do microrganismo-alvo, tornando essencial o desenvolvimento de protocolos padronizados de extração e caracterização.

Ademais, estudos reforçam que o eugenol isolado é o principal responsável pela atividade biológica do óleo essencial de cravo (Bai et al., 2023; Batiha et al., 2020). Esses resultados confirmam que a atividade do óleo de cravo pode ser atribuída, em grande parte, ao eugenol, justificando a sua identificação como marcador químico. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo extrair o óleo essencial de cravo-da-Índia por meio da técnica de arraste por vapor, avaliando a influência de diferentes condições experimentais na eficiência do processo e confirmando a presença do eugenol como principal composto ativo. Ressalta-se que a confirmação experimental da presença do eugenol é necessária, pois o método empregado neste estudo é de caráter qualitativo, configurando-se como uma alternativa de baixo custo e mais acessível em comparação a técnicas cromatográficas, permitindo identificar o composto ativo sem a necessidade de análises instrumentais complexas.

Materiais e métodos

A metodologia deste estudo foi conduzida em duas etapas principais: a extração do óleo essencial de cravo-da-Índia e a identificação do composto eugenol em sua composição. A seguir, serão apresentados os materiais utilizados e os detalhes metodológicos adotados neste trabalho.

Extração do óleo de cravo

Os botões florais de cravo-da-Índia, utilizados no estudo, foram adquiridos na Banca 12, localizada no Mercado Público Municipal de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, no mês de setembro de 2022. Para a obtenção do óleo essencial, foi empregada a técnica de arraste a vapor, utilizando um aparelho do tipo Clevenger (Figura 1).

Figura 1 - Aparelho do tipo Clevenger utilizado para extração.



Fonte: Autor (2022)

O primeiro balão, contendo 500 mL de água destilada, foi aquecido sobre uma manta de aquecimento, gerando vapor que atravessou o segundo balão, onde estavam acondicionados os botões secos de cravo-da-índia parcialmente triturados em liquidificador, conforme descrito por Santos (2014), com o objetivo de aumentar a área de contato e favorecer a liberação dos compostos voláteis. O vapor, ao passar pelo material vegetal, arrastou os óleos essenciais voláteis em direção ao condensador, onde ocorreram a condensação e separação do óleo essencial e do hidrolato, coletados em um frasco apropriado. Foram preparadas amostras com massas de 100 g e 200 g de cravo, e o experimento foi conduzido em quatro condições distintas, combinando as duas massas com tempos de extração de 2 horas e 3 horas e 30 minutos, respectivamente.

Após o período de extração, o condensado coletado foi transferido para um funil de separação de 500 mL, onde ocorreu a separação do óleo essencial da fase aquosa. O óleo isolado foi cuidadosamente coletado e armazenado em frascos âmbar para posterior análise, garantindo sua proteção contra degradação por exposição à luz. A análise de pH foi realizada através de pHmetro de bancada marca BEL modelo PHS3BW.

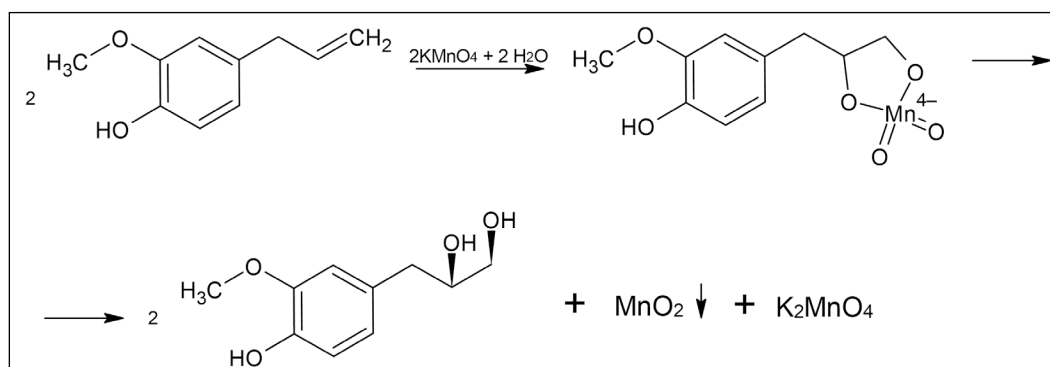
Identificação do eugenol

Para a análise da composição química do óleo essencial extraído, foi realizado o teste de Bayer, conforme descrito por Santos (2014). Esse teste é usado para detectar ligações duplas (insaturações) em compostos orgânicos e baseia-se na reação do permanganato de potássio com compostos insaturados, permitindo a detecção qualitativa da presença de eugenol, reconhecidamente o constituinte majoritário do óleo de cravo. Ressalta-se, entretanto, que esse método não é específico para o eugenol, podendo indicar genericamente a presença de outras moléculas insaturadas. Ainda assim, optou-se por sua utilização neste estudo por se tratar de uma técnica simples, de baixo custo e facilmente reproduzível em ambiente de ensino, configurando-se como uma alternativa viável para fins didáticos. Em contextos de investigação mais aprofundada, recomenda-se a aplicação de técnicas instrumentais, como cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM), capazes de fornecer identificação e quantificação dos constituintes do óleo essencial.

O procedimento consistiu na adição de algumas gotas de uma solução de permanganato de potássio (0,05 mol/L) em um tubo de ensaio contendo uma pequena quantidade do óleo essencial. Em presença de eugenol, ocorre a redução do permanganato, resultando na formação de MnO_2 , um sólido marrom-escuro, enquanto a

solução adquire uma coloração marrom amarelada. Essa mudança de coloração e a formação do precipitado confirmam a presença do composto no óleo analisado. O mecanismo de reação envolvido nesse processo é apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Reação de oxidação ocorrida no Teste de Bayer.



Fonte: Adaptado de Santos (2014)

Resultados e discussão

De acordo com a literatura, o botão floral de cravo contém cerca de 17% de óleo essencial, sendo que o talo do botão contribui com aproximadamente 4,5% a 6% dessa quantidade (Ascensão; Mouchrek Filho, 2013). Os resultados de rendimento da extração realizada no presente estudo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Percentual de rendimento obtido nos testes realizados.

Massa de cravo (g)	Tempo de extração (horas)	Massa de óleo essencial obtida (g)	Percentual de rendimento (%)
100	2h	3,5891	3,56
100	3h30min	4,0459	4,02
200	2h	4,4213	2,20
200	3h30min	6,2508	3,12

Fonte: Autor (2022)

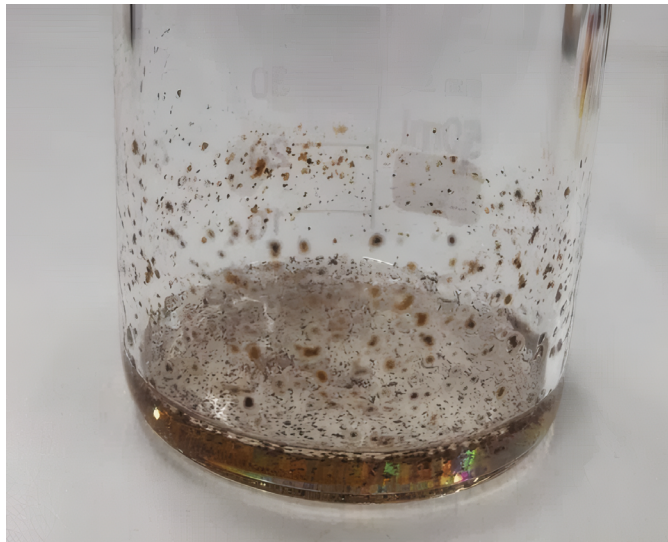
Observa-se que a extração de 100g de cravo, realizada por 3 horas e 30 minutos, apresentou o maior percentual de rendimento, superando a amostra de 100g extraída por 2 horas. Em comparação, as amostras de 200g apresentaram rendimento inferior, o que, apesar de inesperado, pode ser explicado pela compactação da massa de cravo durante a extração. Essa compactação provavelmente formou caminhos preferenciais por onde o vapor de água passava, reduzindo a eficiência da extração. Estudos futuros, com maior número de repetições e tratamento estatístico adequado, são necessários para confirmar essa tendência e estabelecer conclusões quanto à influência do tempo de extração no rendimento obtido. Comparando com a literatura, Rodella (2015) obteve um rendimento de 3,64% na extração de 200g por 2 horas, utilizando a mesma quantidade de água, o que resultou em um rendimento similar ao da amostra de 100g com o mesmo tempo de extração.

Em relação ao pH, o óleo essencial apresentou valor de 5,66, o que é compatível com os valores encontrados na literatura, como o de 5,0 reportado por Mendes, Barros e Aguiar (2021). A variação observada pode estar relacionada à concentração de eugenol, à presença de outros compostos minoritários ou às condições de extração.

Com relação ao eugenol, a presença deste composto no óleo essencial foi confirmada pelo teste de Bayer, no qual, após a adição de algumas gotas de solução de permanganato de potássio, observou-se a formação de um precipitado marrom, conforme Figura 3. Esse precipitado, composto por MnO_2 , indicou a redução do permanganato de potássio, o que confirma a presença do composto insaturado no óleo essencial. Esse mesmo procedimento foi descrito no estudo de Santos (2014), que também observou a quebra da ligação dupla fora do anel aromático do eugenol, levando à formação do dióxido de manganês e à coloração marrom do

precipitado, devido à oxidação do MnO_2 . É importante mencionar que, este ensaio qualitativo é um método simples e de baixo custo para a identificação preliminar de compostos fenólicos insaturados, podendo ser útil em contextos com recursos laboratoriais limitados. Para análises confirmatórias e caracterização mais detalhada da composição química dos óleos essenciais, recomenda-se a utilização de técnicas cromatográficas, como cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM).

Figura 3 - Resultado do teste de Bayer no referido experimento.



Fonte: Autor (2022)

A validação da presença de eugenol fortalece o potencial de aplicação do óleo essencial de cravo em áreas como saúde, agricultura e conservação de alimentos, dada sua comprovada atividade antimicrobiana, antifúngica e antioxidante (Affonso *et al.*, 2012; Lima, 2019). Além disso, sua eficácia já foi demonstrada em contextos diversos, como controle de pragas na agricultura, ação larvicida contra o mosquito *Aedes aegypti* (Mendes, Barros e Aguiar, 2021) e uso odontológico como anestésico e antisséptico (Santos *et al.*, 2007).

Embora a literatura científica apresente uma ampla gama de estudos sobre a extração do óleo essencial de *Syzygium aromaticum*, observa-se uma predominância de abordagens centradas em técnicas laboratoriais de alto custo e infraestrutura especializada, como cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS). No entanto, tais métodos, embora altamente precisos, não são acessíveis à maioria das instituições de ensino técnico, centros de pesquisa de pequeno porte e produtores locais, o que limita a replicabilidade e a difusão tecnológica dos conhecimentos gerados. Nesse sentido, o presente estudo buscou enfatizar a etapa de extração e a avaliação dos rendimentos obtidos em diferentes condições operacionais, apresentando os resultados de forma descritiva. Ressalta-se que a caracterização química detalhada do óleo essencial exige o emprego de técnicas cromatográficas apropriadas, de modo que análises qualitativas simples, como o teste de Bayer, foram utilizadas no presente trabalho com caráter didático, sem a pretensão de substituir métodos instrumentais ou confirmar de forma conclusiva a presença de eugenol.

Considerações finais

O presente artigo demonstrou que foi possível extrair o óleo essencial de cravo utilizando a técnica de arraste a vapor, sendo que o melhor rendimento obtido foi com a massa de 100g, após um tempo de extração de 3 horas e 30 minutos, resultando em 4,02%. A identificação química foi realizada por meio do teste de Bayer, que permitiu identificar qualitativamente a presença de compostos insaturados compatíveis com o eugenol, servindo como indicativo preliminar.

Ressalta-se que, além dos valores de rendimento obtidos, o estudo se destaca por adotar uma abordagem baseada em técnicas simples, de baixo custo e fácil implementação. A utilização de um aparelho Clevenger para extração por arraste de vapor, aliada à identificação qualitativa do eugenol representa uma estratégia metodológica interessante, permitindo que o processo de extração e caracterização inicial seja realizado em contextos com infraestrutura laboratorial limitada.

Portanto, o presente estudo contribui para a compreensão do potencial antimicrobiano do óleo de cravo, sugerindo a necessidade de novas investigações com concentrações mais altas para aprofundar os resultados obtidos na literatura. Adicionalmente, métodos de caracterização mais avançados, como a espectrometria de massas, podem ser empregados para identificar uma gama mais ampla de compostos presentes na amostra. A realização de análises microbiológicas, em ambiente controlado e adequado, também é essencial para evitar contaminações e fornecer resultados precisos sobre as propriedades antimicrobianas do óleo de cravo.

Referências

- AFFONSO, R. S.; RENNO, M. N.; SLANA, G. B. C. A.; FRANCA, T. C. C. **Aspectos químicos e biológicos do óleo essencial de cravo da Índia**. Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2012.
- ASCENÇÃO, V. L.; MOUCHREK FILHO, M. Extração, caracterização química e atividade antifúngica de óleo essencial *Syzygium aromaticum* (cravo da Índia). **Cadernos de Pesquisa**, v. 20, n. especial, 2013. Disponível em: <https://periodicos.eletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/1769/1409>. Acesso em 20 de março, 2022.
- BAI, J.; LI, J.; CHEN, Z.; BAI, X.; YANG, Z.; WANG, Z.; YANG, Y. Antibacterial activity and mechanism of clove essential oil against foodborne pathogens, **LWT**, v. 173, n. 1, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643822011847>. Acesso em 12 de março, 2025.
- BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. **Handbook of essential oils: science, technology, and applications**. Boca Raton: CRC Press, 2010.
- BATIHA, G.; ALKAZMI, L. M.; WASEF, L. G.; BESHBIHY, A. M.; NADWA, E. H.; RASHWAN, E. K. *Syzygium aromaticum* L. (Myrtaceae): Traditional Uses, Bioactive Chemical Constituents, Pharmacological and Toxicological Activities. **Biomolecules**, v. 10, n. 2, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32019140/>. Acesso em 20 de março, 2022.
- BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: perspectiva de produção e exportação. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 32, n. 4, p. 675-690, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/QwJBsdNzGmZSq4jKmhWVDnJ/?lang=pt>. Acesso em 20 de março, 2022.
- FORTUNE BUSINESS INSIGHTS. **Essential Oils Market Size, Share Analysis, By Type, By Application, By Distribution Channel, and Regional Forecast, 2025-2032**. Disponível em: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/essential-oilsmarket-101063>. Acesso em: 12 de março 2025.
- GENGATHARAN, A.; RAHIM, M. H. A. The application of clove extracts as a potential functional component in active food packaging materials and model food systems: A mini-review, **Applied Food Research**, 3, 1, 2023.
- LAWLESS, J. **The encyclopaedia of essential oils**. 2. ed. London: Harper Thorsons, 2013.
- LIMA, T. S. **Potencial do óleo essencial de cravo da Índia sobre fungos fitopatogênicos em sementes de milho**. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais), Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB, 2019.
- MARKETS AND MARKETS. **Mercado de óleos essenciais por tipo de produto, aplicação (alimentos e bebidas, cosméticos e artigos de higiene pessoal, aromaterapia, cuidados domésticos e cuidados com a saúde), fonte (frutas e vegetais, ervas e especiarias, flores), método de extração e região - Previsão global para 2027, 2025**. Disponível em: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/essential-oilmarket-119674487.html>. Acesso em: 15 abril, 2025.
- MDIC, Comex Stat. Disponível em <https://comexstat.mdic.gov.br/pt/comex-vis/4/551>. Acesso em: 06 de outubro 2025.
- MENDES, V. C.; BARROS, M. G. de; AGUIAR, V. S. **Botões florais do cravo-da Índia: extração e aplicação de seu óleo essencial como agente larvicida no combate à dengue**. Centro Universitário Facens, Sorocaba, 2021.

RABÊLO, W. F. **Caracterização química, toxicidade e avaliação da atividade antibacteriana do óleo essencial do cravo da índia (*Syzygium aromaticum*)**. Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, 2010.

RODELLA, F. M. **Extração e atividade antibacteriana do óleo essencial do cravo-da-índia**. Trabalho de conclusão de curso (Monografia em Química), Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Assis, SP, 2015.

SANTOS, L. G. M. dos et al. Avaliação do potencial fungitóxico do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perry (cravo-da-índia). **Revista Tecno-lógica**, v. 11, n. 1, 2007. Disponível em: <https://seer.unisc.br/index.php/tecnologica/article/view/154>. Acesso em 20 de março, 2023.

SANTOS, T. A. F. dos. **Extração, caracterização e aplicações do óleo essencial do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*)**. Trabalho de conclusão de curso (Monografia em Tecnologia em Processos Químicos), Faculdade de Pindamonhagaba, Pindamonhangaba, SP, 2014.