



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS

ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA

CURSO DE FARMÁCIA

PROSPECÇÃO *IN SILICO* DE MOLÉCULAS MUCOPROTETORAS OBTIDAS DA
ESPÉCIE *Ocimum basilicum*

MATHEUS CAMPOS SEGATO

OTÁVIO AUGUSTO CAMARGO MARRA

GOIÂNIA – GOIÁS

2025

MATHEUS CAMPOS SEGATO
OTÁVIO AUGUSTO CAMARGO MARRA

PROSPECÇÃO *IN SILICO* DE MOLÉCULAS MUCOPROTETORAS OBTIDAS
DA ESPÉCIE *Ocimum basilicum*

Trabalho de Conclusão de Curso pela Escola de
Ciências Médicas e da Vida, como requisito para
conclusão do Curso de Farmácia, chancelado pela
Pontifícia Universidade Católica de Goiás.
Orientador: Prof. Dr. Leonardo Luiz Borges

GOIÂNIA – GOIÁS
2025

Resumo: *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae), popularmente conhecido como “manjeriço”, é uma espécie vegetal de reconhecido valor medicinal, atribuída à presença de compostos bioativos com propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, antioxidantes e cicatrizantes. Estudos sugerem sua atuação protetora sobre a mucosa gastrointestinal, associada à modulação de mediadores inflamatórios e oxidativos. O presente trabalho teve como objetivo investigar, por meio de estratégias *in silico*, o potencial mucoprotetor dos principais constituintes do *O. basilicum*. Por meio das ferramentas de predição *in silico*, foram selecionadas as moléculas acetato de linalila, 3,7-octadieno-2,6-diol, 2,6-dimetil, linalol, geraniol e acetato de nerila, previamente descritas como componentes majoritários do óleo essencial da espécie. As estruturas foram submetidas à plataforma PASS Online para predição de atividades biológicas. Os resultados demonstraram amplo espectro de bioatividade, com destaque para propriedade protetora de mucosa, corroborando dados experimentais que indicam efeito antiulcerogênico e gastroprotetor da espécie. Conclui-se que as moléculas investigadas apresentam potencial terapêutico e reforçam a importância do *O. basilicum* como fonte promissora de candidatos a fitofármacos mucoprotetores, contribuindo para futuras pesquisas no desenvolvimento de alternativas naturais no tratamento e prevenção de lesões gastroduodenais.

Palavras-Chave: Lamiaceae; anti-inflamatório; compostos bioativos; métodos alternativos; farmacologia computacional.

Abstract: *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae), commonly known as “manjeriçao,” is a plant species of recognized medicinal value, attributed to the presence of bioactive compounds with antimicrobial, anti-inflammatory, antioxidant, and wound-healing properties. Studies suggest its protective action on the gastrointestinal mucosa, associated with the modulation of inflammatory and oxidative mediators. The present study aimed to investigate, through *in silico* strategies, the mucoprotective potential of the main constituents of *O. basilicum*. Using *in silico* prediction tools, the molecules linalyl acetate, 3,7-octadiene-2,6-diol, 2,6-dimethyl, linalool, geraniol, and neryl acetate—previously described as major components of the species’ essential oil—were selected. The structures were modeled in two- and three-dimensional representations and submitted to the PASS Online platform for prediction of biological activities. The results demonstrated a consistent bioactivity profile, highlighting mucosa-protective activity, corroborating experimental data that indicate the antiulcerogenic and gastroprotective effects of the species. It is concluded that the investigated molecules have therapeutic potential and reinforce the importance of *O. basilicum* as a promising source of mucoprotective phytochemical candidates, contributing to future research in the development of natural alternatives for the treatment and prevention of gastroduodenal lesions.

Keywords: Lamiaceae; anti-inflammatory; bioactive compounds; *in silico* screening; computational pharmacology.

Comentado [LB1]: Fiz algumas modificações no resumo, façam as adequações aqui no Abstract.

Comentado [LB2]: Não traduzir o nome popular.

Sumário

Resumo	Erro! Indicador não definido.
Abstract	Erro! Indicador não definido.
Introdução	6
Material e Métodos	7
Resultados	8
Discussão	10
Conclusão	11
Referências	12

Introdução

As plantas medicinais representam uma fonte importante de moléculas bioativas com potencial farmacológico, sendo amplamente estudadas para o desenvolvimento de novos fármacos. Estima-se que cerca de 25% dos medicamentos modernos tenham origem direta em produtos naturais, o que evidencia a relevância do estudo fitoquímico e farmacológico dessas espécies na química medicinal contemporânea (VIEGAS JR.; BOLZANI; BARREIRO, 2006).

A espécie *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae), conhecido popularmente como “manjeriço”, destaca-se pela presença de diversos compostos bioativos, incluindo óleos essenciais, flavonoides e ácidos fenólicos, com atividades antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana e gastroprotetora. Estudos demonstram que metabólitos dessa espécie podem modular mediadores inflamatórios e oxidativos, contribuindo para a proteção da mucosa gastrointestinal e oferecendo suporte à fitoterapia tradicional (KIFER et al., 2023; SILVA et al., 2022).

A proteção da mucosa gástrica é um alvo terapêutico relevante, visto que lesões induzidas por medicamentos, estresse ou infecções comprometem a integridade do tecido e favorecem processos inflamatórios. Compostos com potencial mucoprotetor podem atuar na regulação de mediadores biológicos pró inflamatórios e oxidantes, indução da produção de muco e redução do estresse oxidativo, destacando-se como alternativas promissoras para o desenvolvimento de terapias complementares (AZIZI et al., 2018).

A prospecção *in silico* surge como um conjunto de ferramentas para triagem de moléculas bioativas, permitindo prever interações moleculares com alvos relevantes. Técnicas como *docking*, predição de atividade biológica e avaliação de propriedades farmacocinéticas possibilitam identificar compostos com perfil favorável e com adequado perfil de segurança, reduzindo custos e tempo de experimentação *in vitro* e *in vivo* (SLIWOSKI et al., 2014; ANJUM et al., 2023).

Dessa forma, o estudo justifica-se pela necessidade de identificar e caracterizar compostos bioativos do *Ocimum basilicum* com atividade mucoprotetora utilizando abordagens *in silico*. A pesquisa contribui para ampliar as evidências científicas sobre a espécie, subsidiar futuras análises experimentais e oferecer base para desenvolvimento de fitoterápicos seguros e eficazes, valorizando o potencial terapêutico de uma planta amplamente utilizada na medicina tradicional.

Material e Métodos

O levantamento bibliográfico foi conduzido nas bases ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com>), PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>) e SciELO (<https://scielo.org>), utilizando descritores como “*Ocimum basilicum*” AND “Chemical Compounds” AND “Mucoprotection”.

Após a identificação das estruturas, a codificação das moléculas para a realização das predições foi obtida no site PubChem5 (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>), servindo como base para as análises posteriores. Em seguida, procedeu-se à etapa de triagem de bioatividade dos marcadores químicos, a qual foi conduzida por meio dos programas SwissADME⁶ (<http://www.swissadme.ch>), ProToxIII⁷⁻⁹ (https://tox-new.charite.de/protox_III), PASS¹⁰⁻¹² (<http://www.way2drug.com/passonline>) e Molinspiration¹³ (<https://www.molinspiration.com>), possibilitando a avaliação de potenciais funções biológicas.

Essa análise concentrou-se, principalmente, na investigação da atividade mucoprotetora, incluindo efeitos antioxidante e anti-inflamatório, estabelecendo assim uma conexão entre a caracterização química inicial e a predição de propriedades farmacológicas.

A predição de atividade biológica foi realizada no servidor PASS prediction, utilizando os parâmetros Pa (probabilidade de ser ativo) e Pi (probabilidade de ser inativo). Para inclusão nas análises principais, adotaram-se moléculas com Pa > 0,70 para atividades-chave e valores de Pi < 0,05. Compostos com valores abaixo desse limiar foram considerados apenas para análise contextual quando havia suporte convergente na literatura.

As estruturas foram submetidas ao SwissTargetPrediction para inferência de alvos moleculares prováveis, priorizando proteínas associadas à proteção da mucosa gastrointestinal, como (Ciclooxigenase-2) COX-2, HIF1A e receptores muscarínicos. As propriedades físico-químicas, o perfil ADME e os índices de *drug-likeness* foram avaliados na plataforma SwissADME, incluindo regras de Lipinski. Das 109 moléculas inicialmente levantadas, 25 não apresentaram violações das regras de Lipinski e foram selecionadas como candidatas ideais para prospecção *in silico*.

A toxicidade predita foi avaliada no ProTox-III, considerando parâmetros como classe por (Dose letal 50) DL₅₀, hepatotoxicidade, imunotoxicidade, mutagenicidade e carcinogenicidade. A cardiotoxicidade foi analisada no Pred-hERG (<http://predherg.labmol.com.br>) (BRAGA et al., 2014; BRAGA et al., 2015; SANCHES et al., 2024), priorizando matriz multicritério integrando atividade mucoprotetora (Pa > Pi), relevância de alvos moleculares, conformidade *drug-likeness* sem violações, ausência de bloqueio (Canal de potássio) hERG, perfil toxicológico aceitável e consistência farmacofórica com compostos conhecidos na literatura.

Resultados

Dos artigos inicialmente identificados, foram extraídas 109 moléculas com estruturas reportadas e códigos canônicos SMILES disponíveis no banco de dados PubChem (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>). A espécie *Ocimum basilicum* apresentou diversos metabólitos secundários com potencial farmacológico, especialmente associados à proteção da mucosa. Das 109 moléculas analisadas, 25 atenderam integralmente aos critérios de *drug-likeness* estabelecidos pelo SwissADME, sem violações à regra de Lipinski, indicando compatibilidade estrutural com perfis típicos de fármacos (SANCHES; BRAGA; ALVES; ANDRADE, 2024).

Os metabólitos mais relevantes identificados foram acetato de linalila, 3,7-octadieno-2,6-diol-2,6-dimetil, linalol, geraniol e acetato de nerila (Figura 1), com massas moleculares entre 154,25 e 196,29 g/mol. Esses compostos apresentam atividade biológica associada à proteção da mucosa, sendo o linalol o mais promissor, com probabilidade de atividade (Pa) de 0,978 e índice de inatividade (Pi) de 0,002. Em contraste, o 3,7-octadieno-2,6-diol-2,6-dimetil apresentou menor Pa (0,914) e maior Pi (0,004), sugerindo menor confiabilidade na predição de atividade.

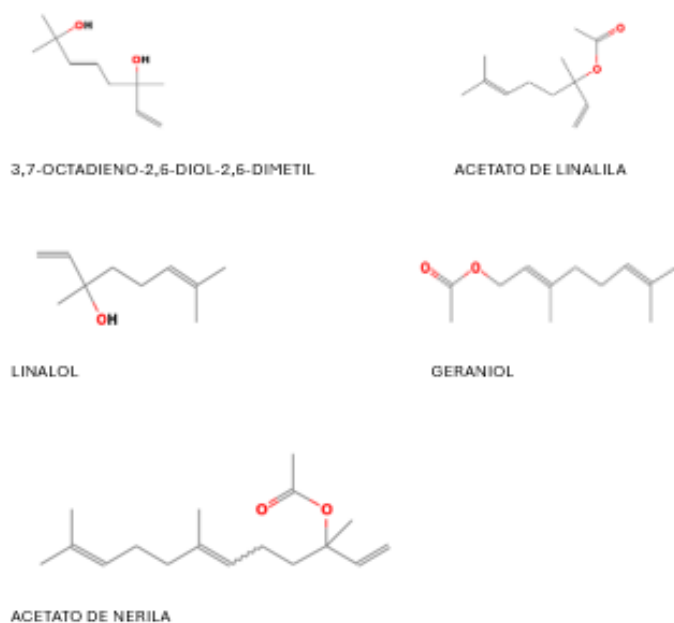


Figura 1. Estruturas presentes no *Ocimum basilicum*.

A análise toxicológica *in silico* revelou perfis distintos de segurança. Todos os compostos apresentaram alta permeabilidade à barreira hematoencefálica, indicando potencial interação com o sistema nervoso central. O acetato de linalila e o 3,7-octadieno-2,6-diol-2,6-dimetil mostraram atividade prevista nos receptores GABA e PXR, sugerindo efeitos neuromoduladores que podem influenciar sedação, convulsões e metabolismo hepático de xenobióticos. A toxicidade aguda, avaliada pelo DL50, variou de 2.100 mg/kg (geraniol) a 12.000 mg/kg (acetato de linalila), situando os compostos nas classes 5 e 6 de toxicidade, evidenciando toxicidade moderado a baixo.

Em termos de impacto ambiental, geraniol, linalole acetato de nerila apresentaram predição positiva para ecotoxicidade, indicando efeito potencial sobre organismos não alvo, como insetos e espécies aquáticas. Esses dados destacam a necessidade de estratégias de mitigação ambiental ao considerar o uso desses compostos em formulações farmacêuticas ou aromáticas.

Os resultados indicam que os metabólitos de *Ocimum basilicum* combinam elevado potencial terapêutico com perfis toxicológicos variados. Compostos como linalol e acetato de linalila se apresentaram como candidatos prioritários para futuras investigações experimentais, enquanto a avaliação ambiental de geraniol, linalol e acetato de nerila deve ser realizada com cautela. A integração entre atividade farmacológica, compatibilidade estrutural, características físico-químicas (**Tabela 1**) e toxicidade forneceram base sólida para o desenvolvimento de novas terapias com ação mucoprotetora.

Tabela 1. Propriedades físico-químicas de cada metabólito ativo do *Ocimum basilicum* (obtida no programa e Swiss ADME); classificação druglikeness segundo a Regra dos Cinco de Lipinski, e seus números de violações (obtidos no software SwissADME); permeabilidade na BHE, DL50 e classe de toxicidade de cada composto (obtidos nos softwares SwissADME e ProToxIII).

Composto	Druglikeness	Violações	TGI	BHE	DL50	Classe de toxicidade GHS
Acetato de linalila	Sim	0	Alta	Sim	12000mg/kg	6
3,7-Octadieno-2,6-diol, 2,6-dimetil	Sim	0	Alta	Sim	5000mg/kg	5
Linalol	Sim	0	Alta	Sim	2200mg/kg	5
Geraniol	Sim	0	Alta	Sim	2100mg/kg	5
Acetato de nerila	Sim	0	Alta	Sim	5000mg/kg	5

Legenda: **TGI** – Trato Gastrointestinal, **BHE** – Barreira Hematoencefálica,

DL50 – Dose Letal 50%, **Classe de toxicidade GHS** (Classe 1: Extremamente tóxico, Classe 2: Altamente tóxico, Classe 3: Moderadamente tóxico, Classe 4: Pouco tóxico, Classe 5: Improvável de causar dano, Classe 6: Não classificado).

Discussão

A prospecção *in silico* de metabólitos derivados do *Ocimum basilicum* identifica compostos com potencial atividade mucoprotetora, direcionada à preservação da integridade da mucosa epitelial. A análise integrada de propriedades físico-químicas, perfil de *druglikeness*, predição de toxicidade e potenciais alvos moleculares destaca o acetato de linalila como o metabólito mais promissor. Essa molécula apresenta melhor equilíbrio nos parâmetros de absorção e distribuição, além de sugerir interações favoráveis com receptores relacionados à manutenção da barreira mucosa, indicando papel relevante na prevenção de lesões epiteliais e na modulação de secreções protetoras.

Essas características demonstram compatibilidade com boa absorção e permeabilidade intestinal, estando em conformidade com a Regra dos Cinco (massa molecular ≤ 500 Da $\log P \leq 5$, ≤ 5 doadores de H, ≤ 10 aceptores de H, < 10 ligações rotacionais). Entre os metabólitos estudados, além do acetato de linalila, destacam-se outros compostos com propriedades semelhantes (LIPINSKI, 2004; DAVIS; PERKINS, 2019). Destacaram-se o linalol e o geraniol, os quais, mesmo em menor grau, exibem propriedades que os qualificam como candidatos para a mucoproteção, seja pela ação antioxidante, anti-inflamatória ou moduladora da homeostase epitelial (KIM et al., 2019; PEANA et al., 2002; CARVALHO et al., 2013).

Os resultados computacionais sugerem que o acetato de linalila pode exercer efeito mucoprotetor por múltiplos mecanismos, como a redução da inflamação local, a modulação de vias antioxidantes e a estabilização da barreira epitelial, favorecendo a manutenção da produção e viscosidade do muco (PEANA et al., 2002; KIM et al., 2019). O linalol, por sua vez, apresenta perfil associado ao controle do estresse oxidativo e à inibição de mediadores inflamatórios, o que contribui para a preservação do epitélio (PEANA et al., 2002; CARVALHO et al., 2013). Já o geraniol demonstrou potencial em processos inflamatórios crônicos, sugerindo contribuição adicional para a proteção da mucosa em diferentes contextos fisiopatológicos (RABELO et al., 2016; BHATTA et al., 2020).

Esses achados corroboram com estudos prévios que descrevem o *Ocimum basilicum* como fonte de compostos bioativos com propriedades antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias e moduladoras da secreção mucosa (KAMELNIA et al., 2023; SILVA et al., 2025; PEREIRA et al., 2022). Essa multifuncionalidade pode explicar, em parte, a eficácia observada no uso tradicional da espécie em distúrbios que afetam mucosas, reforçando a hipótese de um efeito sinérgico entre os metabólitos identificados.

Assim, a prospecção *in silico* realizada neste estudo contribui para a seleção de moléculas mucoprotetoras de origem natural, com destaque para o acetato de linalila como metabólito marcador do *O. basilicum*. Apesar do potencial farmacológico sugerido pelas análises, a validação da atividade mucoprotetora exige a realização de estudos complementares *in vitro* e *in vivo*, capazes de confirmar os mecanismos propostos e fornecer bases para o desenvolvimento de futuros fitofármacos destinados à mucoproteção.

Conclusão

As moléculas investigadas de *Ocimum basilicum* apresentam potencial mucoprotetor e atividades biológicas complementares, como efeito antioxidante e anti-inflamatório, o que reforça o valor terapêutico atribuído à planta. Esses achados sugerem que o *O. basilicum* pode ser considerado uma fonte promissora de moléculas bioativas, passíveis de serem testadas em modelos *in vivo* e *in vitro*. Além disso, os achados das análises *in silico* oferece suporte para explicar os efeitos biológicos da espécie avaliada.

Referências

1. ANJUM, N. et al. *In silico* and *in vitro* analysis of bioactive compounds extracted from *Ocimum basilicum* against vancomycin-resistant enterococci. ResearchGate, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/377916398_In_silico_and_in_vitro_analysis_of_bioactive_compounds_extracted_from_Ocimum_basilicum_against_vancomycinresistant_enterococci. Acesso em: 19 ago. 2025.
2. AZIZI, S. et al. Gastroprotective effect of *Ocimum basilicum* hexane extract on aspirin-induced gastric ulcer in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 222, p. 209–216, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30073231/>. Acesso em: 19 ago. 2025.
3. KIFER, D. et al. *Ocimum basilicum*: composition, health effects, safety, and applications. *Food Reviews International*, 2023.
4. SALEM, H. A. et al. Integrated *in vivo* and *in silico* evaluation of basil oil as a protective agent against cisplatin-induced neurotoxicity in mice. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, v. 12, n. 16, 2023. Disponível em: <https://bjbas.springeropen.com/articles/10.1186/s43088-023-00401-9>. Acesso em: 19 ago. 2025.
5. Kim S, Chen J, Cheng T, Gindulyte A, He J, He S, et al. PubChem 2019 update: improved access to chemical data. *Nucleic Acids Research*. 2019;47(D1):D1102–9. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>
6. Daina A, Michielin O, Zoete V. SwissADME: a free web tool to evaluate pharmacokinetics, drug-likeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules. *Scientific Reports*. 2017;7:42717.
7. Banerjee P, Eckert AO, Schrey AK, Preissner R. ProTox-II: a webserver for the prediction of toxicity of chemicals. *Nucleic Acids Research*. 2018;46(W1):W257–W263.
8. Banerjee P, Dehnbostel FO, Preissner R. ProTox-II: a webserver for the prediction of toxicity of chemicals. *Frontiers in Chemistry*. 2018;6:362.
9. Drwal MN, Banerjee P, Dunkel M, Wettig MR, Preissner R. ProTox: a web server for the *in silico* prediction of rodent oral toxicity. *Nucleic Acids Research*. 2014;42(W1):53–8.
10. Poroikov VV, Filimonov DA. How to acquire new biological activities in old compounds by computer prediction. *Journal of Computer-Aided Molecular Design*. 2002;16(11):819–24.
11. Poroikov VV, Filimonov DA, Borodina YV, Lagunin AA, Kos A. Robustness of biological activity spectra predicting by computer program PASS for noncongeneric sets of chemical compounds. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*. 2000;40(6):1349–55.
12. adym A, Lagunin A, Filimonov D, Poroikov V. Prediction of biological activity spectra via the internet. *SAR and QSAR in Environmental Research*. 2003;14(5–6):339–47.
13. Jarrahpour A, Fathi J, Mimouni M, Hadda T, Sheikh J, Chohan Z, et al. Petra, Osiris and Molinspiration (POM) together as a successful support in drug design: antibacterial activity and biopharmaceutical characterization of some azo Schiff bases. *Medicinal Chemistry Research*. 2012;21(8):1984–90.
14. SILVA, F. et al. Atividades biológicas do manjericão: antioxidante, anti-inflamatória e gastroprotetora. *Fitoterapia Brasileira*, 2022.

15. SLIWOSKI, G. et al. Computational methods in drug discovery. *Pharmacological Reviews*, v. 66, n. 1, p. 334–395, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1124/pr.112.007336>. Acesso em: 19 ago. 2025.
16. VIEGAS JR., C.; BOLZANI, V. S.; BARREIRO, E. J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. *Química Nova*, v. 29, n. 2, p. 326–337, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/gQqYVTzykDtcSVtKvYDxWTP/>. Acesso em: 19 ago. 2025.
17. SCIENCEDIRECT, 2017; 2023; 2024a; 2024b; 2024c. Disponível em:
 - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S025462991731075X?via%3Dihub>
 - <https://www.sciencedirect.com/org/science/article/abs/pii/S1478641924003905>
 - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666845924001041>
 - <https://www.sciencedirect.com/org/science/article/pii/S1872313624000010>
 - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772753X23002502>.
 Acesso em: 19 ago. 2025.
18. NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY – NIST. Disponível em: <https://www.nist.gov/>. Acesso em: 19 ago. 2025
19. CARVALHO, Katharinne et al. *Geraniol - A flavoring agent with multifunctional effects in protecting the gastric and duodenal mucosa*. Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology, v. 387, n. 4, p. 415–423, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/259322211_Geraniol_-_A_flavoring_agent_with_multifunctional_effects_in_protecting_the_gastric_and_duodenal_mucosa. Acesso em: 22 set. 2025.
20. KIM, M. G. et al. *Anti-inflammatory effects of linalool on ovalbumin-induced pulmonary inflammation*. Journal of Pharmacological Sciences, v. 139, n. 2, p. 110–117, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31254955/>. Acesso em: 22 set. 2025.
21. PEANA, A. T. et al. *Anti-inflammatory activity of linalool and linalyl acetate, constituents of essential oils*. Phytomedicine, v. 9, n. 8, p. 721–726, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/8218018_Anti-inflammatory_activity_of_linalool_and_linalyl_acetate_constituents_of_essential_oils. Acesso em: 22 set. 2025.
22. LIPINSKI, Christopher A. *Lead- and drug-like compounds: the rule-of-five revolution*. Drug Discovery Today: Technologies, v. 1, n. 4, p. 337–341, 2004.
23. SANCHES, I. H.; BRAGA, R. C.; ALVES, V. M.; ANDRADE, C. H. *Enhancing hERG Risk Assessment with Interpretable Classificatory and Regression Models*. Chemical Research in Toxicology, v. 37, n. 6, p. 910–922, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dctec.2004.11.007>. Acesso em: 22 set. 2025.
24. KAMELNIA, E. et al. *Anti-inflammatory, immunomodulatory and antioxidant properties of Ocimum basilicum*. Phytochemistry Reviews, 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10237160/>. Acesso em: 22 set. 2025.
25. SILVA, R. et al. *Bioactive compounds from Ocimum basilicum and their effects on intestinal inflammation: a systematic review*. ScienceDirect, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502225004524>. Acesso em: 22 set. 2025.
26. PEREIRA, L. et al. *Effects of Ocimum basilicum and its constituents on respiratory disorders: anti-inflammatory and mucoregulatory properties*.

- Frontiers in Pharmacology, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8762307/>. Acesso em: 22 set. 2025.
27. BHATTA, R. S. et al. Geraniol attenuates 2,4-dinitrochlorobenzene-induced atopic dermatitis-like skin lesions in BALB/c mice. *International Immunopharmacology*, v. 78, 2020.
28. CARVALHO, F. O. et al. Anti-inflammatory and antioxidant activity of linabol and its derivatives: A review. *Current Pharmaceutical Design*, v. 19, n. 21, p. 3895-3905, 2013.
29. KIM, M. G. et al. Linalyl acetate inhibits lipopolysaccharide-induced inflammation in BV2 microglia by blocking JNK-mediated NF- κ B signaling pathway. *Biomolecules & Therapeutics*, v. 27, n. 6, p. 556-563, 2019.
30. PEANA, A. T. et al. Anti-inflammatory activity of linalool and linalyl acetate constituents of essential oils. *Phytomedicine*, v. 9, n. 8, p. 721-726, 2002.
31. RABELO, T. K. et al. Geraniol, a monoterpene alcohol, inhibits the inflammatory response in a murine model of asthma. *Chemico-Biological Interactions*, v. 252, p. 59-66, 2016.
32. (SANCHES; BRAGA; ALVES; ANDRADE, 2024).