

ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Mentha piperita* (Lamiaceae: Labiatae) – UMA REVISÃO

ANTIFUNGAL ACTIVITY OF THE ESSENTIAL OIL OF *Mentha piperita* (Lamiaceae: Labiatae) – A REVIEW

Antonio Rony da Silva Pereira Rodrigues¹

¹Universidade Estadual do Ceará (UECE), Ceará, Brasil.

Resumo

O uso descontrolado de fungicidas sintéticos, além de provocar danos ao meio ambiente, auxiliou no aumento da resistência fúngica. Uma alternativa para o controle dos fungos resistentes é o uso de fungicidas botânicos. Uma das espécies que podem ser utilizadas é a *Mentha piperita* L. (hortelã-pimenta), essa espécie de hortelã possui compostos químicos como o metanol e metanona, que são descritos como agentes antifúngicos. Buscando avaliar a atividade antifúngica do óleo essencial de *Mentha piperita*, optou-se por realizar uma revisão de literatura nas bases de dados Scopus, Embase, Web of Science e ScienceDirect. 12 artigos foram selecionados para compor a revisão e revelaram que o óleo essencial de hortelã-pimenta apresenta atividade fungicida frente a diversas espécies fúngicas, como *Cladosporium cladosporioides*, *Verticillium dahlia*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinérea* e *Aspergillus flavus*, apresentando alta eficiência, como relatado através da taxa de 72,4% para *Fusarium solani*. O óleo essencial de *Mentha piperita* pode ser utilizado na formulação de fungicidas botânicos.

Palavras chave: Ação antifúngica, hortelã-pimenta, fungicidas botânicos.

Abstract

The uncontrolled use of synthetic fungicides in addition to causing damage to the environment, helped in increasing fungal resistance, an alternative for the control of resistant fungi is the use of botanical fungicides. One of the species that can be used is *Mentha piperita* L. (peppermint), this species of mint has chemical compounds such as methanol and methanone, which are described as antifungal agents. To evaluate the antifungal activity of *Mentha piperita* essential oil, we chose to perform a literature review

in the databases Scopus, Embase, Web of Science and ScienceDirect. 12 articles were selected to compose the review and revealed that peppermint essential oil has fungicidal activity against several fungal species, such as *Cladosporium cladosporioides*, *Verticillium dahlia*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea* and *Aspergillus flavus*, presenting high efficiency, as reported at the rate of 72.4% for *Fusarium solani*. *Mentha piperita* essential oil can be used in the formulation of botanical fungicides.

Keywords: Antifungal action, peppermint, botanical fungicides.

Recebido em: 20-07-2023

Publicado em: 31-07-2024

Autor correspondente

Antonio Rony da Silva Pereira Rodrigues

Endereço: Universidade Estadual do Ceará - UECE

Av. Dr. Silas Munguba n° 1700, Serrinha, Fortaleza, CE, Brasil.

Email: ronny346silva@gmail.com

1. Introdução

Nas últimas duas décadas, o surgimento de resistência a vários medicamentos antifúngicos acelerou dramaticamente, provocando uma necessidade de novos estudos acerca do uso alternativo de novos meios para superar a resistência aos antifúngicos podendo ser o uso de produtos naturais e fitoquímicos^{1,2}.

As plantas medicinais possuem uma diversidade de compostos químicos que podem atuar como fontes de agentes antimicrobianos, e servir para obtenção de compostos bioativos com fenóis, flavonoides, alcaloides, diterpenos, triterpenos, naftoquinonas e lactonas³.

Comumente o uso de fungicidas químicos sintéticos era necessário para combater as espécies fúngicas, entretanto, o uso generalizado, o risco à saúde humana, e ao meio ambiente, provocou um movimento para repensar o uso desses fungicidas. Devido à ampla diversidade fitoquímica

de compostos, o óleo essencial de hortelã-pimenta tem sido avaliado como agente antifúngico viável^{4,5}.

A *Mentha piperita* se trata de um híbrido natural das espécies de *Mentha viridis* e *Mentha aquatica* originária da região do Mediterrâneo. A hortelã-pimenta (*Mentha piperita*) está entre as múltiplas espécies do gênero *Mentha* que estão sendo usadas para diferentes aplicações promissoras. Devido a sua diversidade fitoquímica, ser caracterizada pela presença de mentol, mentona, acetato de mentila, além de proporções de 1,8-cineol e mentofurano e seus isômeros^{6,7,8}.

O óleo essencial (OE) de *Mentha piperita* é utilizado na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética, por desempenhar atividade fungicida e outras mais atividades biológicas. O óleo essencial de *Mentha piperita* L. (hortelã-pimenta) é um dos óleos essenciais mais produzidos e consumidos em todo o mundo. O óleo essencial de hortelã-pimenta e seus compostos majoritários (mentol e

mentona), são descritos como agentes de ação microbiana, mas o mecanismo de ação desses compostos ainda são pouco difundidos^{5,9,10}.

Nesse sentido, torna-se necessário ampliar os conhecimentos acerca do uso de compostos bioativos como agentes antifúngicos. O presente estudo buscou avaliar na literatura os principais autores que relatam a atividade antifúngica *Mentha piperita* L. (hortelã-pimenta), frente a diferentes espécies fúngicas.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento do estudo, optou-se por realizar uma revisão integrativa da literatura (RI). Revisões integrativas de literatura são ferramentas importantes, que propiciam investigar a bibliografia acerca de determinado tema e auxiliam a orientar as práticas do conhecimento científico, esse tipo de metodologia garante obtenção, identificação, análise e síntese dos dados obtidos, que assegura o rigor metodológico da pesquisa. Revisões integrativas são abordagens metodológicas amplas, por sistematizar o processo metodológico, uma que exige padrões de clareza e rigor técnico de pesquisas básicas de evidência^{11,12}.

A busca por artigos nas bases de dados ocorreu entre abril e maio de 2023, e foram utilizadas as fontes primárias de pesquisa: Scopus, Web of Science, Embase e ScienceDirect, as bases de dados foram acessadas pelo Portal de Periódicos da CAPES. Para a busca nas bases de dados, foram empregados os termos: “*Antifungal activity*”, “*Mentha piperita*”, “*essential oil*”, “*Antifungal action*”, “*Peppermint*”, “*Essential oil compounds*”, junto aos operadores booleanos *AND* e *OR*. A busca foi realizada

com o conjunto de termos em língua portuguesa e inglesa, com objetivo de ampliar o espectro de achados na literatura.

Para a seleção dos estudos que integram a revisão, foram aplicados critérios de inclusão e exclusão, e incluídos trabalhos completos, disponíveis na íntegra, dentro do recorte temporal proposto de 5 anos (2019-2023), em qualquer idioma e que respondessem ao objetivo do estudo. Trabalhos incompletos, fora do recorte temporal, não disponíveis na íntegra, teses, dissertações, monografias, livros, capítulos de livros, resenhas, editoriais e trabalhos publicados em anais de eventos foram inelegíveis para compor a revisão, e foram excluídos.

Após a aplicação dos critérios para seleção dos estudos, os dados obtidos das bases tiveram a RIS (*Reference Manager*) exportadas e dispostas no software gratuito *Rayyan* (<https://www.ryyan.ai/>), foi realizada a exclusão de estudos duplicados, como indicado por Ouzzani et al. (2016)¹³, em caso de estudos duplicados se deu preferência de inclusão ao estudo encontrado primeiro, independentemente da base de dado em que esteja indexado.

Por meio do software *Rayyan*, os estudos foram selecionados mediante a leitura de títulos, resumos e palavras-chave, e, em seguida pela leitura na íntegra. Os dados relativos aos estudos foram sintetizados na forma de um quadro, contendo: autores, ano de publicação, local do estudo, periódico de publicação, fungo avaliado e resultados, com a finalidade de proporcionar uma análise comparativa.

Os aspectos éticos e legais foram respeitados, visto que foram utilizadas publicações de periódicos nacionais e internacionais, e os autores foram citados em todos os momentos em que os artigos

foram mencionados.

3. Resultados

Foram recuperados nas bases de dados 1.578 artigos: 321 na Scopus, 584 na ScienceDirect, 447 na Embase e 226 no Web of Science. 1.212 artigos foram excluídos após a aplicação dos critérios de inclusão e remoção das duplicatas, o alto número de artigos excluídos é decorrente

das bases Scopus, ScienceDirect e Embase pertencerem ao grupo editorial Elsevier, o que provoca que alguns periódicos estejam indexados em ambas as bases. 366 estudos tiveram seus títulos e resumos lidos, e foram selecionados 83 artigos para serem lidos na íntegra. Foram eleitos 11 estudos para integrar a versão final da revisão. As etapas para seleção dos estudos que compõem a revisão pode ser visualizada na Figura 1.

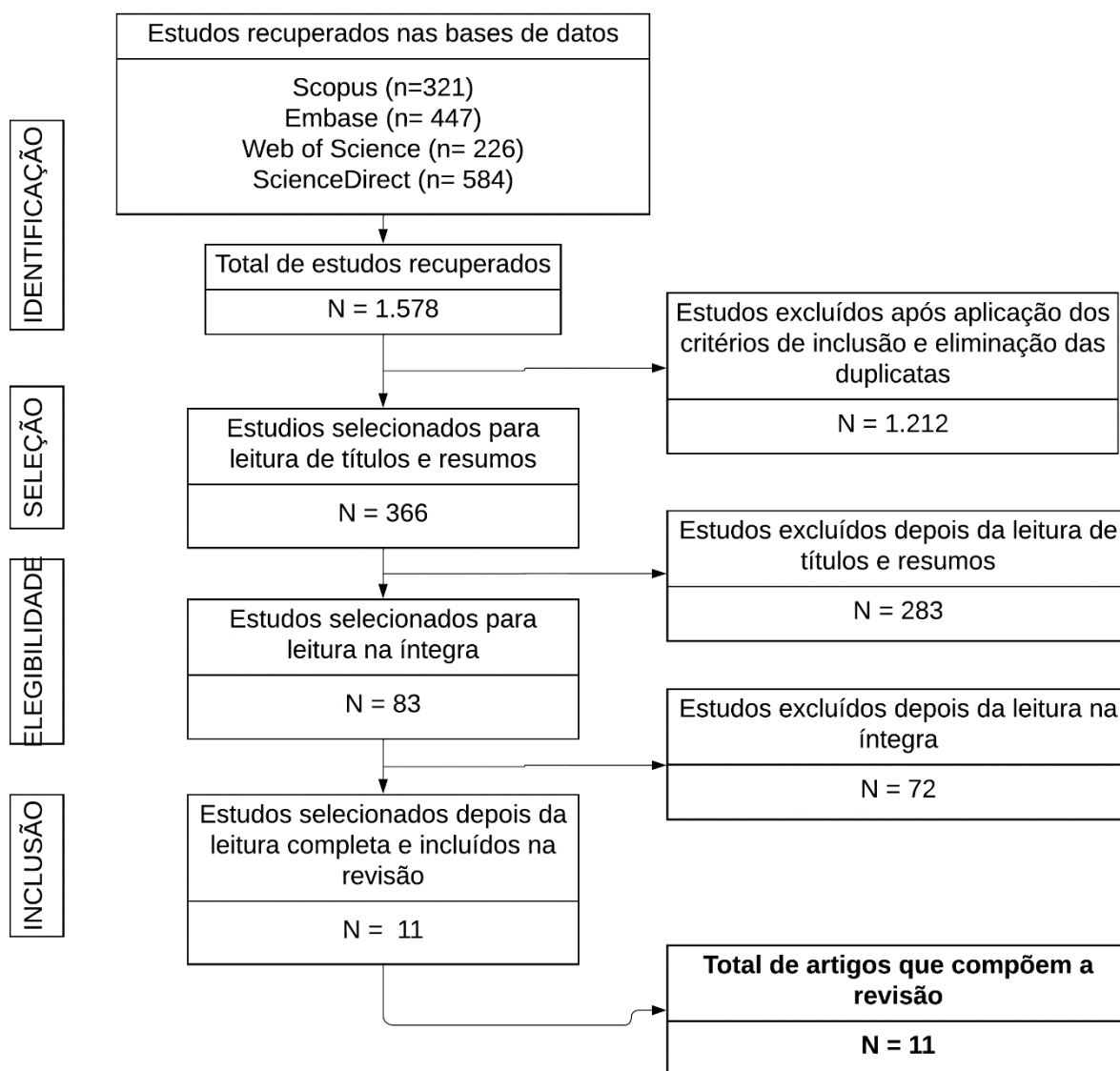


Figura 1 - Fluxograma PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) de seleção dos estudos que compõem a amostra da RI.

Todos os estudos incluídos na revisão tiveram seus principais aspectos sumarizados na Tabela 1, com objetivo

para apresentar os dados relevantes de cada trabalho.

A sumarização levou em conta os autores, ano de publicação, local de estudo,

periódico de publicação, fungo testado e resultados obtidos.

Tabela 1 - Caracterização dos estudos que compõem a revisão.

Referência	Local do estudo	Periódico	Fungo testado	Resultados
14	Egito	Horticulturae	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> e <i>Fusarium oxysporum</i>	A inibição máxima do crescimento do micélio foi alcançada na concentração de 1 mL/L.
15	Itália	Plants	<i>Monilinia fructicola</i> e <i>Aspergillus niger</i>	OE de hortelã-pimenta a 5 mg/mL demonstrou a maior inibição contra <i>M. fructicola</i> e <i>A. niger</i> , com efeito fungicida no crescimento de micélio $47,8 \pm 4,0c$ e $71,3 \pm 3,4c$ para <i>M. fructicola</i> e <i>A. niger</i> , respectivamente.
16	Marrocos	LWT - Food Sci. Technol.	<i>Candida tropicalis</i>	O óleo essencial de <i>M. piperita</i> apresentou zona de inibição de 24.66 ± 0.57 para <i>C. tropicalis</i> e concentração inibitória mínima e concentração mínima fungicida entre 0.062/0.125% v/v.
17	Brasil	J. Food Meas. Charact.	<i>Botrytis cinerea</i>	Para o controle de <i>B. cinerea</i> e inibição total do crescimento micelial, é necessário dosagens de óleo essencial de <i>M. piperita</i> nas concentrações de 500 e 750 μ L/L.
18	Espanha	All Life	<i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Botryotinia fuckeliana</i> e <i>Verticillium dahliae</i>	Os resultados de crescimento médio dos fungos avaliados demonstram valores significativos para o óleo essencial de <i>M. piperita</i> contra <i>F. oxysporum</i> , com valores de 41.85 ± 0.42 e 32.45 ± 0.37 , para 300 μ g/mL e 400 μ g/mL, respectivamente.
19	Argélia	Jundishapur J Nat Pharm Prod.	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Alternaria spp</i> e <i>Penicillium spp</i>	Dosagem 25 μ L/mL óleo essencial de <i>M. piperita</i> demonstraram mortalidade de 100% para todas as espécies testadas.

20	Argélia	Food Control	<i>Aspergillus flavus</i>	Foi registrada em 3,50 µL/mL de óleo essencial de <i>M. piperita</i> taxa de inibição do diâmetro do micélio de <i>A. flavus</i> de 84,40%.
21	Sérvia	J. Serb. Chem. Soc.	<i>Alternaria alternata</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>Cladosporium cladosporioides</i> , <i>Fusarium proliferatum</i> , <i>F. sporotrichioides</i> , <i>Penicillium aurantiogriseum</i> , <i>P. expansum</i> e <i>P. oxalicum</i>	O óleo essencial de <i>M. piperita</i> mostrou atividade antifúngica em todos os isolados testados. A atividade antifúngica mais potente foi observada em <i>C. cladosporioides</i> com valor de concentração fúngica máxima (CFM) de 1,7 µl/ml. <i>P. aurantiogriseum</i> apresentou a menor sensibilidade do valor CFM 454,5 µl/ml.
22	Arábia Saudita	J. King Saud Univ. Sci.	<i>Candida albicans</i> , <i>Penicillium spp.</i> , <i>Fusarium solani</i> e <i>Aspergillus flavus</i>	O óleo essencial apresentou bons resultados de inibição, com valores de concentração máxima e mínima de inibição estão na faixa de 10,22 ± 0,17 a 38,16 ± 0,10 e 0,50 ± 0,03 a 10,0 ± 0,14 µg/ml, para leveduras e fungos, respectivamente.
23	Itália	<i>Molecules</i>	<i>Candida spp.</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> e <i>Trichophyton mentagrophytes</i>	O óleo essencial exerce a atividade antifúngica mais notável contra <i>Cryptococcus neoformans</i> , com concentração inibitória mínima (CIM) e concentração fungicida mínima (CFM) de 0,06–0,125%, v/v.
24	Irã	Acta Sci. Pol.- Hortorum Cultus	<i>Alternaria alternata</i> , <i>Penicillium expansum</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> e <i>Rhizopus stolonifer</i>	O óleo essencial de hortelã-pimenta inibiu o crescimento micelial das cepas fúngicas, através da microscopia de luz e eletrônica, foi observado que o óleo essencial altera a morfologia do micélio e provoca peroxidação lipídica nos patógenos fúngicos.

Com a análise dos estudos, foi observado que os artigos avaliaram a atividade antifúngica do óleo essencial de *Mentha piperita* frente a diversas espécies fúngicas, mas alguns gêneros de fungos

receberam destaque, por ser danoso à saúde humana ou agrícola. No gráfico da FIGURA 2, podem ser visualizados os principais gêneros fúngicos estudados nos artigos que compõem a RI.

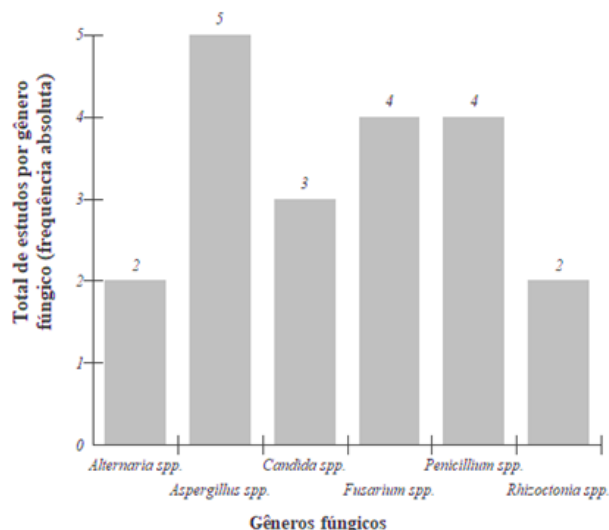


Figura 2 - Gráfico dos gêneros fúngicos avaliados nos artigos que integram a RI.

O gráfico demonstra que os gêneros fúngicos *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.* e *Penicillium spp.*, são os gêneros de fungos mais estudados. Algumas espécies de

Aspergillus spp. e *Fusarium spp.*, estão diretamente relacionadas à podridão em culturas agrícolas. Espécies do gênero *Penicillium spp.*, são descritas como fitopatógenos pós-colheita. Por esse motivo, o interesse dos pesquisadores para buscar fungicidas frente às espécies destes gêneros^{25, 26}.

4. Discussão

Várias espécies fúngicas são relatadas como sensíveis ao óleo essencial de *Mentha piperita*, espécies como *Cladosporium cladosporioides*, *Verticillium dahlia*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinérea* e *Aspergillus flavus*^{17, 18, 21}.

Estudos descrevem que diferentes doses de óleo essencial de *Mentha*

piperita sobre a condutividade elétrica do micélio dos fungos auxilia na permeabilidade da membrana celular. A maior concentração testada de 7,0 mg/mL, apresenta taxa de permeabilidade da membrana celular 92,3 S/cm para *Aspergillus niger*. Dosagem de 5,40 mg/mL, provoca inibição de 50% do crescimento visível do micélio fúngico de *A. niger*, com concentração fungicida mínima de 5.40 mg/mL¹⁵.

Outros estudos descrevem a atividade antifúngica do óleo essencial de hortelã-pimenta frente a *A. niger*. É relatado que a concentração inibitória mínima do OE de *Mentha piperita* para *A. niger* é de 1.2 mL/L, enquanto a concentração inibitória média (IC₅₀) ocorre em 150 mL/L. Para outras espécies do gênero *Aspergillus spp.*, como a *Aspergillus flavus* e *Aspergillus fumigados*, o OE de hortelã-pimenta apresenta concentração mínima de inibição de 10.0 ± 0.06 µg/ml e 0.50 ± 0.03 µg/ml, respectivamente^{19, 22}.

O óleo essencial de hortelã-pimenta também foi avaliado frente a espécies do gênero *Candida* spp. A espécie fúngica *Candida tropicalis* demonstrou diâmetro de inibição de 9 mm para coeficiente de inibição mínima (CIM) de 0,25% (v/v). O OE de *M. piperita* pode alcançar CIM de 0,031% com uma desejabilidade de 99%, quando utilizada mistura de óleos essenciais de *Mentha piperita* e *Mentha pulegium*. Outras espécies de *Candida* spp., como *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis*, *Candida lusitaniae* e *Candida valida*, expostas a OE de hortelã-pimenta demonstraram concentração fungicida mínima de 0,5, 0,5, 0,5 e 0,25–0,5 %, v/v, respectivamente^{16,23}.

Avaliando a atividade antifúngica do OE de *Mentha piperita* foi constatado que o diâmetro de colônias fúngicas reduzem em concentrações maiores que 500 ppm ($P < 0,05$). Em concentração 1000 e 2000 ppm do OE de hortelã-pimenta, ocorreu 100% de inibição do crescimento micelial *Rhizopus stolonifer* e *Rhizoctonia solani*, para *Alternaria alternata* e *Penicillium expansum*, concentração de 2000 ppm reduziu em 74% e 91% o crescimento micelial, respectivamente²⁴.

A inibição máxima do crescimento do micélio para *Fusarium oxysporum* é alcançada a uma concentração de 1 mL/L OE de *M. piperita*. O valor de inibição é descrito em 72,4% para *Fusarium solani*. O OE de hortelã-pimenta apresenta alta eficiência na supressão da podridão radicular e murcha de calêndula (*Calendula officinalis* L.). O óleo essencial de *M. piperita* já foi descrito como eficiente contra as espécies *Fusarium oxysporum* e *Fusarium semitectum*, e foi relatado que a atividade fúngica ocorre devido à composição química majoritária de mentona, neomentol, mentol e carvona^{14,27}.

Estudos descrevem que após 7 dias de exposição de *Aspergillus flavus* ao OE de hortelã, ocorre aumento considerável no número de esporos, com taxa de $2,5 \times 10^6$ esporos/mL. As atividades antifúngicas frente a *Aspergillus flavus* é eficaz, demonstrando a sensibilidade da espécie ao OE, a atividade antifúngica está atribuída a presença de naringina, ácido criptoclorogênico e ácido cafeico. O óleo essencial de *M. piperita* quando comparado ao controle possui taxa de inibição significativa do diâmetro do micélio de *A. flavus*, foi registrada em 3,50 $\mu\text{L/mL}$, com taxa de 84,40%^{28,29}.

5. Conclusão

Com a análise dos estudos que integram a revisão, foi observado que espécies fúngicas de interesse à saúde humana e agrícola podem ser controladas com o uso de óleo essencial de hortelã-pimenta. Dado o potencial para inibir a esporulação e o crescimento micelial de diferentes espécies fúngicas, o óleo essencial de *Mentha piperita* (hortelã-pimenta) se demonstra como uma alternativa para a produção de fungicidas botânicos para substituir os produtos químicos sintéticos utilizados atualmente para o controle de fungos.

É notável que outros estudos devem ser realizados, para estudar de forma isolada a ação dos compostos químicos majoritários presentes no OE de *M. piperita*, como mentona, neomentol, mentol e carvona que, quando isolados, podem atuar como agentes antifúngicos ainda mais eficazes, frente a espécies de fungos resistentes. O presente estudo contribui com a síntese de conhecimentos acerca do uso do óleo essencial de hortelã-pimenta frente a espécies fúngicas, e pode ser utilizado

como base bibliográfica para novos estudos dentro da mesma temática.

7. Referências

1. HIDRON AI, EDWARDS JR, PATEL J, HORAN TC, SIEVERT DM, POLLOCK DA, FRIDKIN SK. Antimicrobial-resistant pathogens associated with healthcare-associated infections: annual summary of data reported to the National Healthcare Safety Network at the Centers for Disease Control and Prevention, 2007. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, v. 29, n. 11, p. 996–1011, 2008. [acesso em 04 jun. 2023]. Disponível em: [10.1086/591861](https://doi.org/10.1086/591861).
2. CHEVALIER M, MEDIONI E, PRÊCHEUR I. Inhibition of *Candida albicans* yeast-hyphal transition and biofilm formation by *Solidago virgaurea* water extracts. *Journal of Medical Microbiology*, v. 61, n. 7, p. 1016–1022, 2012. [acesso em 13 jun. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1099/jmm.0.041699-0>.
3. SAXENA M, SAXENA J, NEMA R, SINGH D, GUPTA A. Phytochemistry of medicinal plants. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v. 1, n. 6, 2013. [acesso em 06 jun. 2023]. Disponível em: <https://www.phytojournal.com/archives?year=2013&vol=1&issue=6&part=A&ArticleId=83>.
4. PALOU L, ALI A, FALLIK E, ROMANAZZI G. GRAS, plant-and animal-derived compounds as alternatives to conventional fungicides for the control of postharvest diseases of fresh horticultural produce. *Postharvest Biology and Technology*, v. 122, p. 41–52, 2016. [acesso em 09 jun. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.04.017>.
5. HUSAIN FM, AHMAD I, KHAN MS, AHMAD E, TAHSEEN Q, KHAN MS, ALSHABIB NA. Sub-MICs of *Mentha piperita* essential oil and menthol inhibits AHL mediated quorum sensing and biofilm of Gram-negative bacteria. *Frontiers in Microbiology*, v. 6, p. e420, 2015. [acesso em 30 mai. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00420>.
6. BACON FJ. The botanical origin of American peppermint—*Mentha piperita* L. *Journal of the American Pharmacists Association*, v. 17, p. 1094–1096, 1928. [acesso em 01 jun. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jps.3080171108>.
7. KHANNA R, MACDONALD JK, LEVESQUE BG. Peppermint oil for the treatment of irritable bowel syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Gastroenterology*, v. 48, p. 505–512, 2014. [acesso em 22 mai. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/mcg.0b013e3182a88357>.
8. BASER KHC, KIRIMER N, TÜMEN G. Pulegone-rich essential oils of Turkey. *Journal of Essential Oil Research*, v. 10, n. 1, p. 1–8, 1998. [acesso em 03 jun. 2023]. Disponível em: [10.1080/10412905.1998.9700830](https://doi.org/10.1080/10412905.1998.9700830).

9. MACHIANI MA, JAVANMARD A, MORSHEDLOO MR, MAGGI F. Evaluation of yield, essential oil content and compositions of peppermint (*Mentha piperita* L.) intercropped with faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Cleaner Production*, v. 171, p. 529-537, 2018. [acesso em 03 jun. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.062>.
10. MARWA C, FIKRI-BENBRAHIM K, OU-YAHIA D, FARAH A. African peppermint (*Mentha piperita*) from Morocco: chemical composition and antimicrobial properties of essential oil. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, v. 8, p. 86–90, 2017. [acesso em 02 jun. 2023]. Disponível em: https://doi.org/10.4103%2Fjaptr.JAPTR_11_17.
11. SOUZA MT, SILVA MD, CARVALHO R. Integrative review: what is it? how to do it?. *Einstein*, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010. [acesso em 01 jun. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-45082010RW1134>.
12. CAETANO EA, PANOBIANCO MS, GRADIM CVC. Análise da produção científica nacional sobre a utilização de grupos na reabilitação de mastectomizadas. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, v. 14, n. 4, p. 965-73, 2012. [acesso em 01 jun. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/ree.v14i4.17112>.
13. OUZZANI M, HAMMADY H, FEDOROWICZ Z, ELMAGARMID A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic reviews*, v. 5, p. 1-10, 2016. [acesso em 25 mai. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>.
14. AHMED HF, SELEIMAN MF, MOHAMED IA, TAHA RS, WASONGA DO, BATTAGLIA ML. Activity of Essential Oils and Plant Extracts as Biofungicides for Suppression of Soil-Borne Fungi Associated with Root Rot and Wilt of Marigold (*Calendula officinalis* L.). *Horticulturae*, v. 9, n. 2, p. 222, 2023. [acesso em 05 abr. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020222>.
15. CAMELE I, GRUL'OVÁ D, ELSHAFIE HS. Chemical composition and antimicrobial properties of *Mentha* × *piperita* cv. 'Kristinka' essential oil. *Plants*, v. 10, n. 8, p. 1567, 2021. [acesso em 21 mai. 2023]. Disponível em: [10.3390/plants10081567](https://doi.org/10.3390/plants10081567).
16. CHRAIBI M, FADIL M, FARAH A, LEBRAZI S, FIKRI-BENBRAHIM K. Antimicrobial combined action of *Mentha pulegium*, *Ormenis mixta* and *Mentha piperita* essential oils against *S. aureus*, *E. coli* and *C. tropicalis*: Application of mixture design methodology. *LWT*, v. 145, p. e111352, 2021. [acesso em 17 mai. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111352>.
17. OLIVEIRA FJGD, CRUZ SG, AGUIAR, AC, CIPRIANO L, AZEREDO HMC, BOGUSZ JS, FERREIRA MD. Chemical composition and antifungal activity of essential oils and their combinations against *Botrytis*

- cinerea in strawberries. *Journal of Food Measurement and Characterization*, v. 15, p. 1815-1825, 2021. [acesso em 27 abr. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00765-x>.
18. GIMÉNEZ-SANTAMARINA S, LLORENS-MOLINA JA, SEMPÈRE-FERRE F, SANTAMARINA C, ROSELLÓ J, SANTAMARINA MP. Chemical composition of essential oils of three *Mentha* species and their antifungal activity against selected phytopathogenic and post-harvest fungi. *All Life*, v. 15, n. 1, p. 64-73, 2022. [acesso em 15 abr. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/26895293.2021.2022007>.
 19. MEJDOUB K, BENOMARI FZ, DJABOU N, DIB MEA, BENYELLES, NG, COSTA J, MUSELLI A. Antifungal and insecticidal activities of essential oils of four *Mentha* species. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, v. 14, n. 1, 2019. [acesso em: 21 mai. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.5812/jjnpp.64165>.
 20. MIRI YB, BENABDALLAH A, TAOUDIAT A, MAHDID M, DJENANE D, TACER-CABA Z, SIMAL-GANDARA J. Potential of essential oils for protection of Couscous against *Aspergillus flavus* and aflatoxin B1 contamination. *Food Control*, v. 145, p. e109474, 2023. [acesso em 10 abr. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109474>.
 21. PLAVŠIĆ DV, ŠKRINJAR MM, PSODOROV ĐB, PEZO LL, MILOVANOVIĆ IL, PSODOROV DĐ, KOCIĆ-TANACKOV SD. Chemical structure and antifungal activity of mint essential oil components. *Journal of the Serbian Chemical Society*, v. 85, n. 9, p. 1149-1161, 2020. [acesso em 11 mai. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.2298/JSC191210017P>.
 22. DESAM NR, AL-RAJAB AJ, SHARMA M, MYLABATHULA MM, GOWKANAPALLI RR, ALBRATTY M. Chemical constituents, in vitro antibacterial and antifungal activity of *Mentha* × *Piperita* L. (peppermint) essential oils. *Journal of King Saud University-Science*, v. 31, n. 4, p. 528-533, 2019. [acesso em 24 mai. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2017.07.013>.
 23. TULLIO V, ROANA J, SCALAS D, MANDRAS N. Evaluation of the antifungal activity of *Mentha* × *piperita* (Lamiaceae) of Pancalieri (Turin, Italy) essential oil and its synergistic interaction with azoles. *Molecules*, v. 24, n. 17, p. 3148, 2019. [acesso em 17 ma. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules24173148>.
 24. VAKILI-GHARTAVOL M, AROUIEE H, GOLMOHAMMADZADEH S, NASERI M. Antifungal activity of *Mentha* × *Piperita* L. essential oil. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, v. 21, n. 1, p. 143-152, 2022. [acesso em 27 abr. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules24173148>.
 25. DUARTE EA, DAMASCENO CL, OLIVEIRA TA, BARBOSA LDO,

- MARTINS F. M, QUEIROZ SJR, SOARES AC. Putting the mess in order: *Aspergillus welwitschiae* (and not *A. niger*) is the etiological agent of sisal bole rot disease in Brasil. *Frontiers in Microbiology*, v. 9, p. 1-21, 2018. [acesso em 14 jun. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01227>.
26. AUER CG, SANTOS AF. Doenças da Erva-Mate. In: AMORIN, L. et al. Manual de Fitopatologia. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016. P. 343-349.
27. FREIRE MM, JHAM GN, DHINGRA O. D, JARDIM CM, BARCELOS RC, VALENTE VMM. Composition, antifungal activity and main fungitoxic components of the essential oil of *Mentha piperita* L. *Journal of Food Safety*, v. 32, n. 1, p. 29-36, 2012. [acesso em 30 mai. 2023]. Disponível em: 10.1111/j.1745-4565.2011.00341.x.
28. SILVA FCD, CHALFOUN SM, SIQUEIRA VMD, BOTELHO DMDS, LIMA, N, BATISTA LR. Evaluation of antifungal activity of essential oils against potentially mycotoxigenic *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 22, p. 1002-1010, 2012. [acesso em 09 jun. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2012005000052>.
29. ELANSARY HO, SZOPA A, KUBICA P, EKIERT H, KLIMEK-SZCZYKUTOWICZ M, EL-ANSARY DO, MAHMOUD EA. Polyphenol profile and antimicrobial and cytotoxic activities of natural *Mentha* × *piperita* and *Mentha longifolia* populations in Northern Saudi Arabia. *Processes*, v. 8, n. 4, p. 479, 2020. [acesso em 09 mai. 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/pr8040479>.