



## Estudo das Propriedades Antimicrobianas dos Óleos Essenciais de *Ocimum Basilicum* e *Mentha Piperita*

### *Study of the Antimicrobial Properties of Essential Oils of Ocimum Basilicum and Mentha Piperita*

Brenda Victória Avelino

Heloísa Francini Braga

Wagner Feitosa Avelino

**Resumo:** As infecções bacterianas resistentes aos antibióticos representam um desafio crescente à saúde pública, o que tem impulsionado pesquisas com alternativas naturais, como os óleos essenciais. Objetiva-se avaliar e comparar as atividades antimicrobianas *in vitro* de duas marcas de óleos essenciais comerciais, obtidos das plantas Hortelã-pimenta (*Mentha piperita*) e Manjerição (*Ocimum basilicum*), frente à cultura de bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* utilizando a técnica de difusão em disco. Desse modo, foram testadas duas marcas comerciais de cada óleo e os resultados demonstraram maior eficácia do óleo de hortelã frente ao *S. aureus* e do manjerição frente à *E. coli*, embora os halos de inibição estivessem, em geral, abaixo dos parâmetros de sensibilidade. Diferenças entre marcas indicam variações na composição química, possivelmente influenciadas por fatores como extração e origem vegetal. Considera-se portanto que esses óleos essenciais tiveram seus efeitos pesquisados em maior extensão por serem uma alternativa com eficácia ao se mostrarem eficazes na contenção bacteriana.

**Palavras-chave:** atividade antimicrobiana; *mentha piperita*; *ocimum basilicu*; óleos essenciais; resistência bacteriana.

**Abstract:** Antibiotic-resistant bacterial infections represent a growing public health challenge, which has prompted research into natural alternatives such as essential oils. The aim of this study was to evaluate and compare the *in vitro* antimicrobial activities of two brands of commercial essential oils obtained from the plants Peppermint (*Mentha piperita*) and Basil (*Ocimum basilicum*) against the bacterial cultures *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* using the disk diffusion technique. Two commercial brands of each oil were tested and the results showed that mint oil was more effective against *S. aureus* and basil against *E. coli*, although the inhibition halos were generally below the sensitivity parameters. Differences between brands indicate variations in chemical composition, possibly influenced by factors such as extraction and plant origin. It is therefore considered that these essential oils should be researched to a greater extent, as they are an alternative with competencies in proving effective in bacterial containment.

**Keywords:** antimicrobial activity; *mentha piperita*; *ocimum basilicum*; essential oils; bacterial resistance.

## INTRODUÇÃO

As infecções nosocomiais, especialmente as que afetam o trato urinário, trato respiratório e feridas cirúrgicas, são frequentemente causadas por bactérias como *Escherichia coli* (Gram negativa), *Streptococcus sp.* e *Staphylococcus aureus* (Gram

positivas) (Manual de Microbiologia Clínica, 2004). O controle dessas infecções tem sido tradicionalmente realizado através do uso de antibióticos. Contudo, o uso indiscriminado de antibióticos resultou em um aumento significativo na resistência bacteriana, uma das principais ameaças à saúde pública global, conforme alertado pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020).

Em virtude deste cenário, há um crescente interesse na busca por alternativas aos antimicrobianos sintéticos, com ênfase em substâncias naturais, como os óleos essenciais. Estes compostos, extraídos de diferentes partes das plantas, como flores, folhas e cascas, têm sido explorados devido às suas propriedades terapêuticas, incluindo atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas (Ivankio *et al.*, 2020). Dentre os óleos essenciais, destacam-se os de hortelã-pimenta (*Mentha piperita*) e manjeriço (*Ocimum basilicum*), cujas propriedades antimicrobianas têm sido amplamente investigadas.

O presente estudo visa avaliar e comparar as atividades antimicrobianas *in vitro* de óleos essenciais comerciais de manjeriço e hortelã-pimenta contra as bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, por meio da técnica de difusão em disco. Desse modo, especificamente buscou-se avaliar a eficácia antimicrobiana dos óleos essenciais frente às cepas selecionadas; comparar a atividade entre as diferentes marcas comerciais de óleos essenciais e por fim, contribuir para o entendimento do potencial terapêutico dos óleos essenciais como alternativas aos antibióticos convencionais.

## QUADRO TEÓRICO

### Óleos Essenciais

Os óleos essenciais são misturas complexas de substâncias voláteis, aromáticas e lipofílicas, extraídas de diversas partes das plantas como folhas, flores, cascas, sementes e raízes. Essas substâncias são produtos do metabolismo secundário vegetal e desempenham papéis ecológicos importantes, como defesa contra patógenos, atração de polinizadores e regulação do crescimento (Bakkali *et al.*, 2008). Em termos terapêuticos, os óleos essenciais são amplamente reconhecidos por suas propriedades antimicrobianas, antifúngicas, antivirais, antioxidantes, anti-inflamatórias e até mesmo anticancerígenas, o que os torna objeto de crescente interesse científico (Burt, 2004).

A composição química dos óleos essenciais pode variar significativamente em função de fatores como espécie botânica, condições edafoclimáticas, estágio de desenvolvimento da planta, época da colheita e método de extração — com destaque para a hidrodestilação e a extração por arraste a vapor (Millezi *et al.*, 2014; Figueirinha *et al.*, 2020). Os principais grupos de compostos ativos incluem os terpenoides (monoterpenos e sesquiterpenos), compostos fenólicos (como timol e eugenol), álcoois, ésteres e cetonas. Essas moléculas são responsáveis pelas ações biológicas dos óleos e atuam principalmente sobre estruturas da membrana celular dos microrganismos (Bassolé e Juliani, 2012).

## Hortelã-Pimenta (*Mentha piperita*)

A *Mentha piperita* é uma planta herbácea perene da família Lamiaceae, originária da Europa, mas amplamente cultivada em diversas regiões do mundo. Trata-se de um híbrido estéril, resultante do cruzamento entre *Mentha aquatica* e *Mentha spicata*. O óleo essencial extraído da hortelã-pimenta contém alta concentração de mentol, mentona, isomentona e eucaliptol, compostos com reconhecidas propriedades farmacológicas (Santos *et al.*, 2020; Nonato *et al.*, 2024).

Diversos estudos têm demonstrado a eficácia antimicrobiana do óleo essencial de *M. piperita*. Em experimentos *in vitro*, observou-se significativa inibição do crescimento de bactérias patogênicas como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* e *Listeria monocytogenes* (Lopez *et al.*, 2005). A Concentração Mínima Inibitória (CMI) pode variar entre 8 e 32 µl/mL, dependendo da cepa bacteriana e da metodologia empregada (Nonato *et al.*, 2024). Além disso, seu efeito analgésico, antiespasmódico e carminativo torna o óleo um agente multifuncional na fitoterapia.

## Manjeriço (*Ocimum basilicum*)

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) é uma planta aromática também pertencente à família Lamiaceae, tradicionalmente utilizada na culinária mediterrânea, mas também amplamente valorizada por suas propriedades medicinais. O óleo essencial de manjeriço é extraído, em geral, por hidrodestilação de folhas frescas e partes floridas da planta, contendo compostos majoritários como linalol, metil chavicol, eugenol, cineol e geraniol (Martins *et al.*, 2010; Gbenou *et al.*, 2006).

Em estudos microbiológicos, o óleo de *O. basilicum* tem se mostrado eficaz contra diversas bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, incluindo *E. coli*, *S. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Bacillus subtilis*. Segundo Garcia Almeida *et al.*, (2019), a CMI para *E. coli* foi de 50 µg/mL, enquanto para *S. aureus* foi de 25 µg/mL, confirmando seu potencial como antibacteriano natural. Além disso, a presença de compostos fenólicos pode contribuir para sua atividade antioxidante, auxiliando no controle de radicais livres e estresse oxidativo celular.

## Atividade Antimicrobiana dos Óleos Essenciais

A ação antimicrobiana dos óleos essenciais ocorre principalmente por mecanismos de desestabilização da membrana plasmática bacteriana. Os compostos lipofílicos presentes nos óleos penetram nas bicamadas fosfolipídicas, alterando a fluidez e a permeabilidade da membrana, o que resulta em perda de íons, vazamento de ATP e outros metabólitos celulares essenciais (Miranda *et al.*, 2016; Burt, 2004).

Além disso, os óleos podem afetar o transporte de elétrons, interromper a síntese de DNA, RNA e proteínas, inibir enzimas respiratórias e induzir a apoptose bacteriana (Bakkali *et al.*, 2008). O efeito antimicrobiano pode ser ainda mais eficaz quando os compostos atuam de forma sinérgica, ou quando combinados com antibióticos, diminuindo a resistência bacteriana (Bassolé e Juliani, 2012). Contudo,

a presença de membrana externa em bactérias Gram-negativas representa uma barreira adicional que pode dificultar a penetração dos compostos hidrofóbicos, exigindo maiores concentrações ou combinações com adjuvantes.

## Bactérias

As bactérias são microrganismos unicelulares procariontes, cuja estrutura celular inclui uma membrana plasmática, ribossomos e, na maioria das espécies, uma parede celular composta por peptidoglicano. Elas podem ser classificadas com base na coloração de Gram: as Gram-positivas apresentam uma parede espessa de peptidoglicano, enquanto as Gram-negativas possuem uma parede mais fina e uma membrana externa lipopolissacarídica, que atua como barreira protetora (Levinson, 2011).

Apesar de muitas bactérias serem benéficas ao organismo humano, outras estão associadas a infecções oportunistas ou graves, especialmente em ambientes hospitalares. A resistência bacteriana aos antibióticos é um dos maiores desafios da saúde pública atual, impulsionando a busca por novos agentes antimicrobianos, como os derivados de plantas medicinais.

### *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* é uma bactéria Gram-positiva, esférica, frequentemente encontrada na pele e nas mucosas humanas. Embora faça parte da microbiota normal, pode causar infecções severas como abscessos, osteomielite, endocardite, pneumonia e sepse (Santos *et al.*, 2007). Sua capacidade de desenvolver resistência a diversos antibióticos, especialmente à meticilina (MRSA), representa um risco clínico relevante.

Estudos têm demonstrado que óleos essenciais, incluindo os de *Mentha piperita* e *Ocimum basilicum*, apresentam potente atividade contra cepas de *S. aureus*, incluindo as multirresistentes. Essa ação se dá principalmente por alterações na integridade da parede celular, inibição enzimática e interferência na produção de toxinas bacterianas (Nonato *et al.*, 2024; Lopez *et al.*, 2005).

### *Escherichia coli*

*Escherichia coli* é uma bactéria Gram-negativa que habita o intestino de humanos e animais de sangue quente. Embora a maioria das cepas seja inofensiva ou benéfica, algumas variantes patogênicas, como *EPEC*, *EHEC* e *UPEC*, podem causar gastroenterites, infecções urinárias, meningites e septicemias (Manning, 2010). O aumento da resistência antimicrobiana em cepas de *E. coli* tem sido motivo de crescente preocupação, principalmente em ambientes hospitalares e agroindustriais.

Pesquisas recentes apontam que óleos essenciais de *O. basilicum* e *M. piperita* têm apresentado efeitos inibitórios importantes contra *E. coli*, com destaque para a ação dos compostos linalol e mentol. Essa atividade é potencializada por mecanismos de ruptura da membrana e inibição da replicação celular (Garcia Almeida *et al.*, 2019; Nonato *et al.*, 2024).

## PROBLEMA

A crescente valorização dos tratamentos alternativos pela sociedade contemporânea motivou a realização desta pesquisa, especialmente no que se refere ao uso de substâncias naturais com potencial antimicrobiano. Nesse contexto, surgem os seguintes questionamentos que orientam a investigação:

- Os óleos essenciais de hortelã-pimenta e manjeriço constituem uma alternativa viável para uso como agentes antimicrobianos, com base nos resultados obtidos em testes de sensibilidade bacteriana *in vitro* frente às bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*?
- É possível identificar diferenças na eficácia antimicrobiana dos óleos essenciais de hortelã-pimenta e manjeriço, quando comparados produtos de diferentes fornecedores, considerando possíveis variações na composição e nos métodos de preparo?

## METODOLOGIA

Esse trabalho consiste em uma pesquisa de campo somados à elaboração da revisão da literatura com base em artigos científicos e livros, com publicações nos últimos anos. Usando a base de dados PubMed, SciElo, Science Direct e Google Scholar. Os ensaios *in vitro* foram embasado nas pesquisas de Guimarães *et al.* (2017) e Oliveira (2021).

## Materiais

Os óleos essenciais de hortelã-pimenta (*Mentha piperita*) e manjeriço (*Ocimum basilicum*) foram adquiridos em duas marcas comerciais distintas. As cepas bacterianas utilizadas para os testes foram *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, fornecidas por uma coleção de culturas padrão.

## Preparação das Culturas Bacterianas

As cepas bacterianas foram cultivadas em ágar nutriente e incubadas a 37°C por 24 horas antes da realização dos testes de sensibilidade. Em seguida, os antibiogramas foram realizados em placas de ágar Muller-Hinton, previamente inoculadas com as cepas bacterianas, utilizando o método de difusão em disco.

## Teste de Difusão em Disco

Os discos de papel foram impregnados com os óleos essenciais nas concentrações sobre 2, 15 e 20 microlitros e dispostos sobre a superfície da placa de ágar. A formação de halos de inibição foi observada após incubação a 37°C por 24 horas, medindo-se o diâmetro dos halos formados para determinar a atividade antimicrobiana.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos mostraram que os óleos essenciais de hortelã-pimenta apresentaram uma maior atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*, com halos de inibição visíveis em ambas as marcas testadas. Já os óleos de manjerição demonstraram maior atividade contra *Escherichia coli*, com a formação de halos de inibição significativos nas duas marcas.

Esses resultados corroboram estudos anteriores que apontam as propriedades antimicrobianas dos óleos essenciais de hortelã-pimenta e manjerição, especialmente contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (Nascimento *et al.*, 2007; Ortiz, 2015). A diferença na eficácia entre as marcas pode ser atribuída à variação na composição química dos óleos, que pode ser influenciada por fatores como origem da planta, método de extração e armazenamento do óleo.

Os ensaios de determinação de atividade antibacteriana foram realizados *in vitro*, com placas de cultura para difusão em disco. Para o controle negativo foi utilizado solução salina à 0,9%.

Os dados obtidos mostram que, no teste controle de antibiograma por disco de difusão não houve crescimento de halo de inibição, demonstrando, que os microrganismos apresentaram crescimento positivo em cultura.

Já para o controle positivo, foram utilizados os antibióticos gentamicina e oxacilina. Ambas as culturas mostraram halos inibitórios, comprovando assim, a eficácia do antibiótico controle. Para a determinação dos pontos de cortes para definição de antibiograma, foi utilizada a tabela, *Brazilian Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing [BrCAST]* (2021). Os diâmetros obtidos encontram-se na tabela abaixo (tabela 1).

**Tabela 1 - Resultado do teste de disco-difusão para os controles positivos.**

Antibióticos	<i>S. Aureus</i>	Resultado	<i>E. coli</i>	Resultado
Gentamicina	21mm	Sensível	20mm	Sensível
Oxacilina	29mm	Sensível	24mm	Sensível

Fonte: Adaptado de BrCAST, 2021.

### Resultados de Ensaio de Teste Disco de Difusão para a Menor Concentração

Diante dos resultados obtidos nos testes de sensibilidade com *E. coli* (tabela 1), para os óleos de hortelã e manjerição, observou-se que os halos formados não apresentam diâmetro satisfatório, não caracterizando inibição de crescimento frente aos óleos estudados. Porém, quando comparadas as duas marcas de extratos, a marca 2 apresenta melhor desempenho. De qualquer forma, não foi possível verificar efeito antibacteriano dos extratos, de acordo com os parâmetros estabelecidos em literatura.

O diminuto halo não foi relacionado ao princípio ativo dos óleos essenciais pois a maior concentração não levou ao aumento do halo inibitório, o que induz a hipótese do resultado ser atribuído ao composto de eugenol o qual segundo Matan (2006), apresenta capacidade de interferir na síntese de algumas enzimas, além de provocar danos estruturais na membrana bacteriana.

**Tabela 2 - Resultado do teste de disco-difusão em milímetros para *E. coli* nos óleos de hortelã e manjerição de ambas as marcas.**

Princípio Ativo	Concentração	Medida dos halos (mm)							Médias
Hortelã marca 1	$8 \times 10^{-4}$	8	8	8	7	9	7	7,83	
Hortelã marca 2	$8,8 \times 10^{-4}$	8	7	9	7	9	9	8,17	
Manjerição marca 1	$9,8 \times 10^{-4}$	8	7	7	7	8	7	7,33	
Manjerição marca 2	$1,5 \times 10^{-3}$	9	10	8	8	7	7	8,17	

Fonte: Produzido pelos autores, 2025.

**Tabela 3 - Resultado do teste de disco-difusão em milímetros para *S. Aureus* nos óleos de hortelã e manjerição de ambas as marcas.**

Princípio Ativo	Concentração	Medida dos halos (mm)							Médias
Hortelã marca 1	$8 \times 10^{-4}$	8	9	7	7	6	7	7,33	
Hortelã marca 2	$8,8 \times 10^{-4}$	8	8	8	7	8	7	7,67	
Manjerição marca 1	$9,8 \times 10^{-4}$	7	7	8	8	9	8	7,83	
Manjerição marca 2	$1,5 \times 10^{-3}$	7	9	6	6	9	7	7,33	

Fonte: Produzido pelos autores, 2025.

## Resultados de Ensaio de Teste Disco de Difusão para Concentração Intermediária

A avaliação do resultado do ensaio de difusão em disco dos extratos de manjerição de diferentes marcas de óleos essenciais apresentaram, de maneira geral, valores médios semelhantes de halo de inibição. Porém, quando comparados de maneira individual, nota-se que o óleo de manjerição da marca 1 frente ao *S. aureus* apresentou considerável aumento em seu halo inibitório, apresentando uma diferença que varia de 5 a 6 milímetros.

Já ao observar-se os óleos de hortelã de ambas as marcas tiveram resultados próximos, quando limitados a uma bactéria, mas quando observada a diferença dos halos entre as duas bactérias, os mesmos apresentaram um resultado melhor frente a bactéria *S. aureus*, com uma média de 24mm.

**Tabela 4 - Resultado do teste de disco-difusão em milímetros para *E. coli* nos óleos de hortelã e manjerição de ambas as marcas.**

Princípio Ativo	Concentração	Medida dos halos (mm)			Médias
Manjerição marca 1	$7,35 \times 10^{-3}$	12	13	11	12,00
Manjerição marca 2	$1,13 \times 10^{-2}$	11	12	10	11,00
Hortelã marca 1	$6 \times 10^{-3}$	12	8	8	9,33
Hortelã marca 2	$6,6 \times 10^{-3}$	12	9	9	10,00

Fonte: Produzido pelos autores, 2025.

**Tabela 5 - Resultado do teste de disco-difusão em milímetros para *S. Aureus* nos óleos de hortelã e manjerição de ambas as marcas.**

Princípio Ativo	Concentração	Medida dos halos (mm)			Médias
Manjerição marca 1	$7,35 \times 10^{-3}$	19	22	12	17,00
Manjerição marca 2	$1,13 \times 10^{-2}$	12	11	11	11,33
Hortelã marca 1	$6 \times 10^{-3}$	23	45 <sup>*1</sup>	22	22,50
Hortelã marca 2	$6,6 \times 10^{-3}$	23	28	40 <sup>*2</sup>	25,50

Fonte: Produzido pelos autores, 2025.

## Resultados de Ensaio de Teste Disco de Difusão para Maior Concentração

Os óleos de manjerição, na presente concentração, apresentaram médias similares à parte da marca 1 frente à *S. aureus*, onde observa-se uma diferença de aproximadamente 8 milímetros em sua média de diâmetros.

Ao observar-se a comparativa entre as bactérias frente aos óleos de hortelã, nota-se discrepância entre as médias, as quais foram de 9,5mm no caso da *E. coli* para 26,25mm no *S. aureus*. Demonstrando assim, uma maior eficácia frente a bactéria Gram positiva.

1 \* Por apresentar uma grande discrepância dos demais valores o resultado foi desconsiderado da média.

2 \* Por apresentar uma grande discrepância dos demais valores o resultado foi desconsiderado da média.

**Tabela 6 - Resultado do teste de disco-difusão em milímetros para *E. coli* nos óleos de hortelã e manjerição de ambas as marcas**

Princípio Ativo	Concentração	Medida dos halos (mm)			Médias
Manjerição marca 1	$9,8 \times 10^{-3}$	9	12	14	11,67
Manjerição marca 2	$1,5 \times 10^{-2}$	12	11	12	11,67
Hortelã marca 1	$8 \times 10^{-3}$	10	9	8	9,00
Hortelã marca 2	$8,8 \times 10^{-3}$	9	10	11	10,00

Fonte: Produzido pelos autores, 2025.

**Tabela 7 - Resultado do teste de disco-difusão em milímetros para *S. Aureus* nos óleos de hortelã e manjerição de ambas as marcas.**

Princípio Ativo	Concentração	Medida dos halos (mm)			Médias
Manjerição marca 1	$9,8 \times 10^{-3}$	19	19	19	19,00
Manjerição marca 2	$1,5 \times 10^{-2}$	10	12	12	11,33
Hortelã marca 1	$8 \times 10^{-3}$	28	45 <sup>3*</sup>	22	25,00
Hortelã marca 2	$8,8 \times 10^{-3}$	23	32	40 <sup>4*</sup>	27,50

Fonte: Produzido pelos autores, 2025.

Segundo Domingues (2015) verifica-se que é necessária uma concentração elevada de óleos essenciais para se obter os mesmos efeitos antimicrobianos que os compostos ativos, o que corrobora com o descrito no presente trabalho, pois o aumento da concentração resultou no crescimento significativo nos halos inibitórios frente às bactérias do estudo, mostrando ampliação da sensibilidade com o aumento da dose. A menor concentração estudada apresentou resultados insatisfatórios, frente a ambos os microrganismos, não inibindo o crescimento dos mesmos. As maiores concentrações apresentaram halos inibitórios maiores, chegando a inibir totalmente o crescimento bacteriano, como as duas marcas de óleo essencial de hortelã frente ao *S. aureus*, que demonstra a sua eficácia mesmo se comparado a outros métodos bactericidas já conhecidos.

Todavia, apesar do aumento no halo, quando confrontados com a *E. coli* ainda são insatisfatórios, não sendo considerados bactericidas. Segundo Pombo *et al.*, 2018 as bactérias Gram-positivas foram mais sensíveis apresentando halos significativamente maiores, já as Gram-negativas evidenciaram maior resistência, com halos de inibição menores devido à complexidade estrutural da parede celular das bactérias Gram-negativas a difusão é restrita e contribui com o não acúmulo do óleo essencial. Diante dos fatos, o baixo valor encontrado nos halos perante a *E. coli* se esclarece, pois mesmo quando os óleos se encontraram em maior concentração, ainda assim não se obtêm resultados satisfatórios.

3 \* Por apresentar uma grande discrepância dos demais valores o resultado foi desconsiderado da média.

4 \* Por apresentar uma grande discrepância dos demais valores o resultado foi desconsiderado da média.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo permitiram concluir que os óleos essenciais de hortelã-pimenta (*Mentha piperita*) e manjericão (*Ocimum basilicum*) apresentam potencial atividade antimicrobiana contra as bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, ainda que com variações relevantes dependendo da concentração utilizada e da marca comercial do produto. Observou-se maior eficácia do óleo essencial de hortelã-pimenta frente à bactéria Gram-positiva *S. aureus*, enquanto o óleo de manjericão demonstrou melhor desempenho frente à bactéria Gram-negativa *E. coli*, especialmente em concentrações intermediárias.

A diferença nos resultados obtidos entre marcas comerciais reforça a influência de fatores como origem botânica, método de extração e composição química dos óleos essenciais na sua eficácia antimicrobiana. Ainda que os halos de inibição observados, em alguns casos, tenham se mostrado discretos, os dados obtidos corroboram achados da literatura quanto à capacidade dos óleos essenciais de interferirem na viabilidade bacteriana, seja por ruptura de membrana celular, inibição enzimática ou outros mecanismos sinérgicos.

A comparação com os antibióticos de controle confirmou a validade dos ensaios realizados, evidenciando que, embora os óleos essenciais não tenham superado a eficácia dos fármacos convencionais, constituem alternativas promissoras, principalmente em um contexto de crescente resistência bacteriana. Ressalta-se, contudo, que o uso clínico de óleos essenciais ainda exige mais estudos quanto à padronização, toxicidade, biodisponibilidade e mecanismos de ação.

Portanto, este trabalho contribui para o entendimento do potencial terapêutico dos óleos essenciais como agentes antimicrobianos naturais e destaca a importância de investigações futuras que explorem a sinergia entre compostos naturais e antibióticos convencionais, além de abordagens farmacotécnicas para melhorar sua eficácia e segurança. A valorização de soluções fitoterápicas no combate à resistência bacteriana representa um campo promissor de pesquisa, com implicações relevantes para a saúde pública.

## REFERÊNCIAS

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. **Biological effects of essential oils – A review**. Food and Chemical Toxicology, v. 46, n. 2, p. 446–475, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106> . Acesso em: 1 maio 2025.

BASSOLÉ, I. H. N., & JULIANI, H. R. **Essential oils in combination and their antimicrobial properties**. Molecules, 17(4), 3989–4006, 2012. Disponível em: DOI: 10.3390/molecules17043989 Acesso em: 11 mar. 2025.

BrCAST -Brazilian Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (BrCAST/ EUCAST). **Tabelas de pontos de corte para interpretação de CIMs e diâmetros**

**de halos.** Documento, baseado nos pontos de corte da versão 11.0, 2021 do EUCAST. Disponível em: <http://brcast.org.br/documentos/> Acesso em: 8 abr 2025.

BURT, S.. Essential oils: **Their antibacterial properties and potential applications in foods—A review.** International Journal of Food Microbiology, 94(3), 223–253, 2004. Disponível em: DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022 Acesso em: 27 mar. 2025.

DOMINGUES, A. S. **Óleos essenciais e seus compostos puros no controle de células planctônica e sésseis de cepas de Bacillus cereus.** Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) -Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2015. 89 p. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/10636> Acesso em: 01 maio 2025.

FIGUEIRINHA, A., PARANHOS, A., PÉREZ-ALONSO, J. J., & BATISTA, M. T.. **Plant products as antimicrobial agents: A review of their applications.** Phytochemistry Reviews, 19, 883–898, 2020. Disponível em: DOI: 10.1128/CMR.12.4.564 Acesso em: 20 mar. 2025.

GARCIA ALMEIDA, D; OLIVEIRA EVERTON, G; NASCIMENTO MOUCHREK, A. MOUCHREK FILHO, V.E. **Atividade antimicrobiana do óleo essencial de Ocimum basilicum (manjeriço) frente a Escherichia coli (ATCC 25922) e Staphylococcus aureus (ATCC 25923).** 59º Congresso Brasileiro de Química. João Pessoa / PB 5 a 8 de novembro de 2019. Centro de Eventos do Tambaú Hotel. Disponível em: [https://www.abq.org.br/cbq/2019/trabalhos/7/929-27420.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.abq.org.br/cbq/2019/trabalhos/7/929-27420.html?utm_source=chatgpt.com) Acesso em 30 abr. 2025.

GBENOU, J. D. *et al.*, **Chemical composition and biological activities of essential oils from Ocimum basilicum growing in Benin.** International Journal of Aromatherapy, 16(1), 1–5, 2006. Disponível em: <http://www.doi.org/10.26538/tjnpr/v7i9.27> Acesso em: 25 mar. 2025.

GUIMARÃES, A. G. *et al.*, **Antibacterial activity of essential oils: a review.** Journal of Applied Pharmaceutical Science, v. 7, n. 5, p. 193–200, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.7324/JAPS.2017.70527> . Acesso em: 1 maio 2025.

IVANKIO, R. L; HAMM, J. B. S.; SOUZA, F. S. **Propriedades físico-químicas da espécie eugenia involucrata dc. visando a extração de óleos essenciais.** SEFIC 2020. Disponível em: <https://anais.unilasalle.edu.br/index.php/sefic2020/article/download/2100/2162> Acesso: 01 maio. 2025.

LEVINSON, W. **Microbiologia Médica e Imunologia [recurso eletrônico] tradução: Martha Marica Macedo Kyaw.** - 10ª edição. Porto Alegre: AMGH, 2011. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4979704/mod\\_resource/content/1/105.%202010.Microbiologia\\_Medica\\_e\\_Imunologia\\_Levinson\\_10.\\_ed.\\_.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4979704/mod_resource/content/1/105.%202010.Microbiologia_Medica_e_Imunologia_Levinson_10._ed._.pdf) Acesso em: 30 abr. 2025.

LOPEZ, P. *et al.*, **Solid- and vapor-phase antimicrobial activities of six essential oils: susceptibility of selected foodborne bacterial and fungal strains.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 53, n. 17, p. 6939–6946, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf050709v> . Acesso em: 1 maio 2025.

MANNING, S. D. **Escherichia coli infections**. Infobase Publishing.2010.

MARTINS, A. G. L. DE A., NASCIMENTO, A. R., MOUCHREK FILHO, J. E., MENDES FILHO, N. E., SOUZA, A. G., ARAGÃO, N. E., & SILVA, D. S. V. da. Atividade antibacteriana do óleo essencial do manjeriço frente a sorogrupos de *Escherichia coli* enteropatogênica isolados de alfaces. *Ciência Rural*, 40(8), 1791–1796, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010005000127> Acesso em: 16 mar. 2025.

MATAN, N. *et al.*, **Antimicrobial activity of cinnamon and clove oils under modified atmosphere conditions**. *International Journal of Food Microbiology*, v.107, n.2, p.180-5. 2006. Disponível em: DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005.07.007 Acesso em: 12 mar. 2025.

MILLEZI, A. F., BAPTISTA, N. N., CAIXETA, D. S., ROSSONI, D. F., CARDOSO, M. G., & PICCOLI, R. H. **Caracterização química e atividade antibacteriana de óleos essenciais de plantas condimentares e medicinais contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli***. *Revista Brasileira De Plantas Mediciniais*, 16(1), 18–24, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722014000100003> Acesso em: 04 abr. 2025.

MIRANDA, C. A. S. F., CARDOSO, M. das G., BATISTA, L. R., RODRIGUES, L. M. A., & FIGUEIREDO, A. C. da S. **Óleos essenciais de folhas de diversas espécies: propriedades antioxidantes e antibacterianas no crescimento espécies patogênicas**. *Revista Ciência Agronômica*, 47(1), 213–220, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160025> Acesso em: 22 abr. 2025.

NASCIMENTO, P. F. C. NASCIMENTO, A. L. C; RODRIGUES, C. S.; ANTONIOLLI, A. R.; SANTOS, P. O.; JÚNIOR, A. M. B.; TRINDADE, R. C. **Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais: uma abordagem multifatorial dos métodos**. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 17, n. 1, p. 108–113, mar. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2007000100020> Acesso 20 fev. 2025.

NONATO, I. da S., BRITO, N. M. de, OLIVEIRA, V. J. dos S., & DE OLIVEIRA ALMEIDA, K. **Efeito antibacteriano do óleo essencial de *Mentha Piperita* L.** sobre as bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. *Textura*, 17(2), 26-40, 2024. Disponível em: [https://doi.org/10.22479/texturav17n2p26\\_40](https://doi.org/10.22479/texturav17n2p26_40) Acesso em: 12 abr. 2025.

OLIVEIRA, M. M. de. **Avaliação da atividade antimicrobiana de óleos essenciais sobre microrganismos patogênicos de interesse clínico**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2021. Disponível em: [verificar repositório institucional da UFMG ou outra base de dissertações acadêmicas].

Organização Mundial da Saúde (OMS). **Resistência antimicrobiana**. Genebra: OMS, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>. Acesso em: 1 maio 2025.

ORTIZ, N. F. **Análise química e biológica de óleos essenciais**. Manaus, 2015. Disponível em: <http://rii.ufam.edu.br/handle/prefix/4763> Acesso em: 09 mar. 2025.

POMBO, J. C. P.; RIBEIRO, E. R.; DE LIMA PINTO, R.; DA SILVA, B. J. M. **Efeito antimicrobiano e sinérgico de óleos essenciais sobre bactérias contaminantes de alimentos**. Segurança Alimentar e Nutricional, v. 25, n. 2, p. 108-117, 2018. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8651785/18383> Acesso em: 26 jan. 2025.

SANTOS, A. L. D. *et al.* Staphylococcus aureus: visitando uma cepa de importância hospitalar. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 43, p. 413-423, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpm/a/gHvPXyhgbzWt69YKxGqPFHk/abstract/?lang=pt> Acesso em: 10 abr. 2025.

SANTOS, J. C. *et al.*, **Composição química e atividades biológicas do óleo essencial de Mentha piperita L. (hortelã-pimenta): uma revisão**. Research, Society and Development, v. 9, n. 10, e4179108617, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8617> Acesso em: 1 maio 2025.