ReGeo ISSN: 2177-3246

EXTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE HORTELÃ E MANJERICÃO

EXTRACTION AND EVALUATION OF THE ANTIMICROBIAL POTENTIAL OF ESSENTIAL OILS FROM PEPPERMINT AND BASIL

EXTRACCIÓN Y EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE ACEITES ESENCIALES DE MENTA E ALBAHACA

https://doi.org/10.56238/revgeov17n7-032

Data de submissão: 23/05/2026 **Data de publicação:** 07/07/2026

Jeferson Pereira de Sousa
Graduando em Engenharia de Alimentos
Instituição: Universidade Federal do Paraná - campus Jandaia do Sul
E-mail: jeferson1@ufpr.br
Orcid: https://orcid.org/0009-0007-2768-3445

Dirlei Diedrich Kieling
Doutora em Ciência de Alimentos
Instituição: Universidade Federal do Paraná - campus Jandaia do Sul
E-mail: dirlei.kieling@ufpr.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-0917-6120

RESUMO

O objetivo deste estudo foi extrair e caracterizar a atividade antibacteriana e as propriedades químicas dos óleos essenciais de hortelã (Mentha x piperita L.) e manjericão (Ocimum basilicum). A pesquisa experimental incluiu a extração por hidrodestilação em clevenger, avaliação da atividade antimicrobiana contra Escherichia coli (ATCC 25922) e Staphylococcus aureus (ATCC 25923) pelos métodos de difusão em disco e microdiluição, além de análises químicas dos compostos bioativos. Os resultados demonstraram que o óleo de manjericão foi mais efetivo contra E. coli (halo de 12,13 ± 0,80 mm), enquanto o óleo de hortelã mostrou maior eficácia contra S. aureus (halo de 11,83 ± 1,20 mm). Ambos os óleos apresentaram elevada atividade antioxidante frente ao radical DPPH (> 90%) e teores significativos de compostos fenólicos e flavonoides, indicando potencial como conservantes naturais em alimentos.

Palavras-chave: Mentha X Piperita L.. Ocimum Basilicum. Hidrodestilação. Atividade Antibacteriana. Compostos Bioativos.

ABSTRACT

This study aimed to extract and characterize the antibacterial activity and chemical properties of essential oils from peppermint (Mentha x piperita L.) and basil (Ocimum basilicum). The experimental research included extraction by hydrodistillation in Clevenger apparatus, evaluation of antimicrobial activity against Escherichia coli (ATCC 25922) and Staphylococcus aureus (ATCC 25923) using disk diffusion and microdilution methods, plus chemical analyses of bioactive compounds. Results demonstrated that basil oil was more effective against E. coli (inhibition zone of 12.13 ± 0.80 mm), while peppermint oil showed greater efficacy against S. aureus (inhibition zone of 11.83 ± 1.20 mm). Both oils exhibited high antioxidant activity against the DPPH radical (> 90%) and significant levels of phenolic compounds and flavonoids, indicating potential as natural food preservatives.

Keywords: Mentha X Piperita L.. Ocimum Basilicum. Hydrodistillation. Antibacterial Activity. Bioactive Compounds.

RESUMEN
El objetivo de este estudio fue extraer y caracterizar la actividad antibacteriana y las propiedades químicas de los aceites esenciales de menta (Mentha x piperita L.) y albahaca (Ocimum basilicum). La investigación experimental incluyó extracción por hidrodestilación en aparato de Clevenger, evaluación de la actividad antimicrobiana contra Escherichia coli (ATCC 25922) y Staphylococcus aureus (ATCC 25923) mediante métodos de difusión en disco y microdilución, además de análisis químicos de compuestos bioactivos. Los resultados demostraron que el aceite de albahaca fue más efectivo contra E. coli (halo de 12,13 ± 0,80 mm), mientras que el aceite de menta mostró mayor eficacia contra S. aureus (halo de 11,83 ± 1,20 mm). Ambos aceites presentaron alta actividad antioxidante contra el radical DPPH (> 90%) y niveles significativos de compuestos fenólicos y flavonoides, indicando potencial como conservantes naturales en alimentos.

Palabras clave: Mentha X Piperita L.. Ocimum Basilicum. Hidrodestilación. Actividad Antibacteriana. Compuestos Bioactivos.

1 INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais são compostos voláteis extraídos de plantas aromáticas, produzidos em estruturas especializadas como glândulas secretoras presentes nas folhas, flores, caules, cascas e raízes. Sua importância abrange diversas áreas, incluindo tratamentos medicinais, aromaterapia, perfumaria, cosméticos, alimentação e indústria farmacêutica (Vieira; Simon, 2000).

Dentre as plantas aromáticas, o manjericão (Ocimum basilicum) e a hortelã (Mentha x piperita L.) se destacam por suas propriedades biológicas. O óleo essencial de manjericão é reconhecido por suas atividades antibacterianas, antifúngicas, anti-inflamatórias e antioxidantes, sendo amplamente utilizado como flavorizante em produtos alimentícios industrializados, e como aromatizante pela indústria farmacêutica e de perfumaria (Pereira, 2020). Já o óleo essencial de hortelã destaca-se por seu aroma refrescante, além de propriedades estimulantes, digestivas e analgésicas, sendo comumente empregado em produtos de higiene bucal, tratamentos anti-inflamatórios e problemas digestivos (Moraes *et al.*, 2014).

A extração dos óleos essenciais geralmente é realizada pelo método de hidrodestilação, onde a planta é submetida a vapor d'água para liberar os compostos voláteis, que são então condensados e separados. O equipamento Clevenger é frequentemente utilizado nesse processo para coletar e medir a quantidade de óleo essencial obtida (Gasparin *et al.*, 2014).

A avaliação das propriedades antimicrobianas desses óleos é fundamental para sua aplicação como conservantes naturais. O método de inibição por difusão em discos, bem como a determinação da Concentração Mínima de Inibição (CMI) e da Concentração Bactericida Mínima (CBM), são amplamente utilizados para este fim (Paula, 2022). A atividade antimicrobiana é particularmente relevante contra bactérias de importância na segurança alimentar, como *Escherichia coli*, uma bactéria Gram-negativa que pode causar infecções graves, e *Staphylococcus aureus*, uma bactéria Gram-positiva frequentemente associada a intoxicações alimentares (Silva *et al.*, 2022; Santana *et al.*, 2010).

A eficácia antimicrobiana e antioxidante dos óleos essenciais está diretamente relacionada à presença de compostos bioativos, como fenólicos e flavonoides. Os fenólicos totais ajudam a neutralizar radicais livres, enquanto os flavonoides atuam como antioxidantes e anti-inflamatórios (Kanmaz *et al.*, 2023). Esses compostos desempenham um papel crucial no potencial de aplicação desses óleos como alternativas naturais aos conservantes sintéticos na indústria alimentícia.

Diante deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo extrair os óleos essenciais de hortelã e manjericão, caracterizar a atividade antibacteriana e as propriedades químicas, visando uma possível aplicação como conservantes naturais de alimentos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa experimental foi desenvolvida em etapas sequenciais, abrangendo desde o cultivo das plantas até as análises microbiológicas e químicas dos óleos essenciais. Todo o processo foi conduzido com rigor metodológico, conforme descrito a seguir.

O cultivo do manjericão (Ocimum basilicum) foi realizado na área experimental da UFPR, Campus Jandaia do Sul-PR. As sementes foram semeadas em esponjas de cultivo, que eram umedecidas regularmente. Em aproximadamente 50 dias, as mudas já estavam formadas e foram transferidas para canteiros previamente preparados, que foram umedecidos, afofados e adubados com superfosfato simples e calcário. As mudas foram dispostas com espaçamento de 20 cm entre si, com rega diária e controle de ervas daninhas (Figura 1).

Figura 1. Evolução e crescimento do manjericão



Nota: As imagens mostram: A - estágio inicial de crescimento; B - estágio intermediário de crescimento; C - estágio de colheita.
Fonte: Os autores (2024)

Apenas o manjericão desenvolveu-se adequadamente, sendo colhido 120 dias após o replantio nos canteiros. Devido às condições climáticas desfavoráveis, a hortelã (Mentha x piperita L.) não se desenvolveu bem no local experimental e, portanto, foi obtida de cultivo comercial na Chácara do Alto, município de Santa Isabel do Ivaí-PR, região noroeste do Paraná.

Em ambos os casos, a colheita foi realizada no período da manhã, aproveitando o período mais fresco do dia. Foram cortados ramos próximos ao caule, preservando-o para possível rebrota. Após a colheita, as plantas passaram por processo de seleção, onde foram escolhidas as folhas bem desenvolvidas e sem danos aparentes causados pelo sol.

As folhas selecionadas foram pesadas, higienizadas com água potável e drenadas sobre papel toalha para remoção do excesso de água. Em seguida, foram levadas para estufa com circulação de ar forçado a 45°C, onde permaneceram até atingirem massa constante, o que demandou aproximadamente três dias. Após a secagem, as folhas foram moídas em moinho de facas, padronizadas em peneira de malha 20 mesh, embaladas a vácuo e armazenadas sob refrigeração (4°C) até o momento das extrações.

A extração dos óleos essenciais foi realizada pelo método de hidrodestilação utilizando aparato do tipo Clevenger. Foram utilizados 15 g de amostra e 350 mL de água destilada, com tempo de extração de 2 horas. Após a extração, os óleos foram coletados com auxílio de pipeta, acondicionados em tubos eppendorf, purificados com sulfato de sódio em excesso para remoção de água residual e armazenados em freezer (-18°C). O rendimento foi calculado conforme a equação 1.

$$Rendimento = \frac{Massa\ de\ oléo(g)}{Massa\ de\ amostra(g)} \times 100 \qquad (1)$$

Para as análises microbiológicas, utilizaram-se cepas de *Escherichia coli* (ATCC 25922) e *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), criopreservadas em glicerina. A atividade antibacteriana foi avaliada por dois métodos complementares: difusão em disco e determinação das concentrações mínimas inibitória e bactericida.

O método de difusão em disco foi realizado conforme descrito pelas normas M02 (CLSI, 2018) e M100 (CLSI, 2021). As suspensões bacterianas foram preparadas a partir de culturas recentes em caldo BHI, incubadas a 35°C por 24 horas. Após incubação, as suspensões foram ajustadas para turbidez equivalente a 0,5 na escala de McFarland, correspondendo a uma concentração de 1 a 2 × 108 UFC/mL.

As suspensões bacterianas diluídas foram inoculadas em placas de ágar Müller-Hinton com auxílio de swab estéril. Foram dispostos discos contendo 10 µL de óleo essencial, discos de controle positivo (cloranfenicol 30 µg) e discos de controle negativo (solução salina: NaCl 9 g/L), totalizando cinco discos por placa. As placas foram incubadas a 35°C por 24 horas e os halos de inibição foram medidos em milímetros com auxílio de paquímetro digital.

A Concentração Mínima Inibitória (CMI) e a Concentração Bactericida Mínima (CBM) foram determinadas pelo método de microdiluição em caldo BHI, conforme a norma M07 (CLSI, 2018). Foram preparadas suspensões bacterianas com turbidez 0,5 na escala de McFarland, diluídas 1:10 em solução salina (NaCl 9 g/L) para obter a concentração de 107 UFC/mL.

Foram realizadas diluições seriadas dos óleos essenciais (10-1 a 10-8) em placas de 96 micropoços, contendo 90 µL de caldo BHI e 10 µL de inóculo bacteriano, obtendo-se uma concentração final de 105 UFC/mL. Foram incluídos controles positivos (suspensão bacteriana + caldo BHI) e negativo (apenas caldo BHI). As placas foram incubadas a 35°C por 24 horas e a CMI foi registrada como a menor concentração sem crescimento bacteriano visível. Para determinação da CBM, alíquotas de cada poço sem crescimento visível foram plaqueadas em ágar PCA (*plate count agar*) e incubadas a 35°C por 24 horas, sendo a CBM definida como a menor concentração que não apresentou crescimento bacteriano no ágar.

Para as análises químicas, o teor de fenólicos totais foi determinado pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Costa *et al.* (2012). Foram misturados 500 µL da amostra diluída em etanol 50% com 2,5 mL de reagente Folin-Ciocalteu (diluído 1:10) e 2 mL de solução de Na_2CO_3 (7,5 g/100 mL). A mistura foi mantida em banho-maria a 45°C por 15 minutos e, em seguida, deixada em ambiente escuro à temperatura ambiente por 30 minutos. As leituras de absorbância foram realizadas a 765 nm, utilizando água destilada como branco. A quantificação foi realizada por meio de uma curva de calibração de ácido gálico com concentração de 4-60 µg/mL ($y = 0,0111x + 0,0209$, $r = 0,9913$), sendo os resultados expressos em mg de ácido gálico equivalente por g de óleo (mg AGE/g).

Por sua vez, a determinação do teor de flavonoides foi realizada pelo método colorimétrico do cloreto de alumínio, utilizando quercetina como padrão (Chang *et al.*, 2002). Foram preparadas soluções padrão de quercetina nas concentrações de 10, 25, 50, 75 e 100 µg/mL. Cada solução (0,5 mL) foi misturada com 1,5 mL de etanol 95%, 1 mL de solução de cloreto de alumínio 10%, 1 mL de solução de acetato de potássio e 2,8 mL de água destilada. As amostras foram mantidas à temperatura ambiente por 30 minutos e a leitura foi realizada a 415 nm. Para as amostras, utilizaram-se 0,5 mL da diluição dos óleos essenciais em etanol 80%. O teor de flavonoides foi calculado por meio de curva de calibração de quercetina ($y = 0,0077x + 0,0009$, $r = 0,9948$) e expresso em mg equivalente de quercetina por g de óleo (mg EQ/g).

A atividade antioxidante foi determinada pelo método do DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), conforme descrito por Karioti *et al.* (2004). Foram utilizados 40 µL de cada amostra diluídos em etanol P.A. para volume final de 2 mL, adicionados de 2 mL de solução de DPPH (0,1 mM em etanol 99,5%). A mistura foi agitada em vórtex por 10 segundos e mantida em repouso ao abrigo da luz por 30 minutos. A absorbância foi medida a 517 nm, utilizando etanol como branco. A atividade antioxidante foi calculada e expressa como % redução do radical DPPH, conforme a equação 2.

$$\%\ \text{redução radical DPPH} = \frac{(AC(0) - AA(t))}{AC(0)} \times 100 \qquad Eq.2 \qquad (2)$$

Onde:

AC (0) = Absorbância do controle no momento do preparo da solução.
AA (t) = Absorbância da amostra após 30 minutos de repouso.

Uma vez finalizada a parte experimental, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação de médias a 5% de significância, utilizando o software Statistica® 7. Todos os experimentos foram realizados em triplicata e os resultados são apresentados como média ± desvio padrão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos rendimentos das extrações por hidrodestilação, em aparato do tipo Clevenger, mostraram que o óleo essencial de hortelã apresentou um rendimento superior comparado com o rendimento do manjericão de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Rendimento das extrações dos óleos essenciais

PARÂMETRO	MANJERICÃO	HORTELÃ
Rendimento (%)	$0,68 \pm 0,02^{b}$	$0,97 \pm 0,50^{a}$

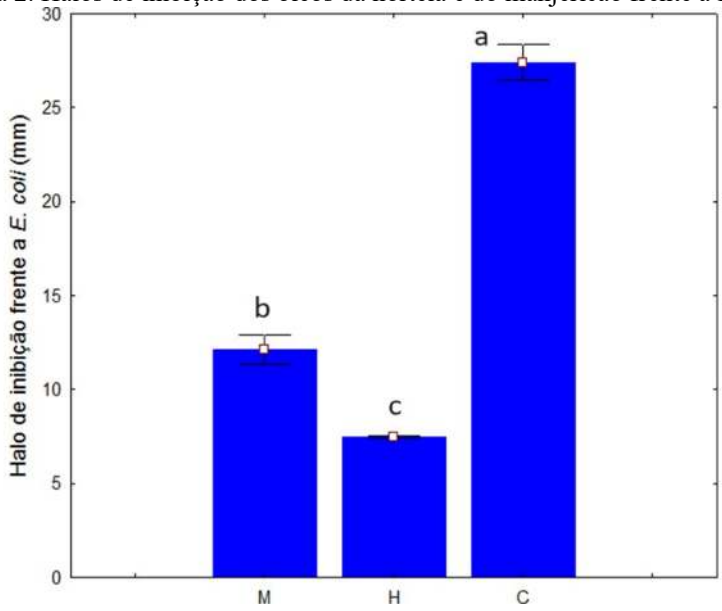
Notas: Média ± desvio padrão de 3 repetições. Letras minúsculas diferentes na mesma linha correspondem a diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
Fonte: Os autores (2024)

Quando comparados com a literatura, os rendimentos encontrados neste estudo apresentam diferenças dos valores reportados por outros pesquisadores. Vieira e Simon (2000) encontraram rendimento superior para o manjericão (1%), enquanto Gasparin *et al.* (2014) relataram rendimento de 0,26% para hortelã, inferior ao verificado neste trabalho.

Essas variações nos rendimentos podem ser explicadas por diversos fatores, sendo a quantidade de luz solar recebida pela planta um dos mais relevantes. No caso da hortelã, mais dias de sol resultam em aumento do teor de óleos essenciais em suas folhas, promovendo melhor desenvolvimento dos tricomas glandulares, que são estruturas vegetais responsáveis pela biossíntese e armazenamento dos óleos essenciais. Além disso, o horário de colheita também pode impactar o rendimento, com colheitas realizadas mais cedo durante o dia tendendo a diminuir o rendimento do manjericão (Moraes, 2009).

As análises microbiológicas realizadas pelo método de difusão em disco revelaram perfis distintos de atividade antimicrobiana para cada óleo essencial frente às diferentes bactérias testadas. O óleo essencial de manjericão demonstrou maior eficácia na inibição de *Escherichia coli*, com um halo médio de inibição de 12,13 ± 0,80 mm, em comparação ao óleo essencial da hortelã, que apresentou um halo médio de 7,43 ± 0,08 mm para a mesma bactéria (Figura 2).

Figura 2. Halos de inibição dos óleos da hortelã e do manjericão frente a *E. coli*

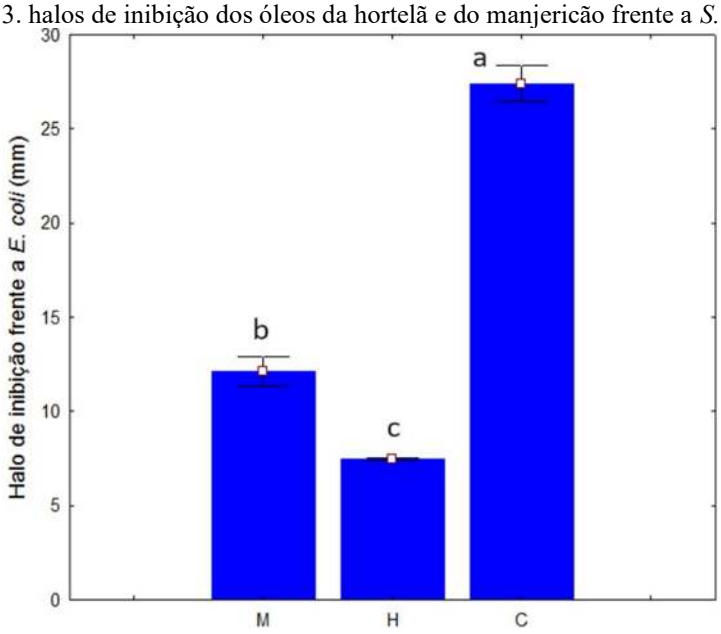


M: óleo essencial de manjericão; H: óleo essencial de hortelã; C: Controle (cloranfenicol 30µg). Letras diferentes nos topos dos gráficos de barras correspondem a diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
Fonte: Os autores (2024)

Em contrapartida, o óleo da hortelã superou o de manjericão na inibição de *Staphylococcus aureus*, com halos de 11,83 ± 1,20 mm e 8,28 ± 1,22 mm, respectivamente (Figura 3). Esses resultados indicam uma ação antimicrobiana diferenciada dos óleos em relação ao tipo de bactéria.

Para o óleo essencial de hortelã, o diâmetro médio do halo de inibição para *E. coli* (7,43 ± 0,08 mm) foi menor em comparação com os halos relatados por Almeida *et al.* (2022), que encontraram diâmetros de 43 mm para *E. coli*. Para *S. aureus* o diâmetro médio de halo do presente estudo (11,83 ± 1,20 mm), também foi inferior ao relatado pelos mesmos pesquisadores, que encontraram diâmetro de 35 mm para a mesma bactéria.

Figura 3. halos de inibição dos óleos da hortelã e do manjericão frente a *S. aureus*



M: óleo essencial de manjericão; H: óleo essencial de hortelã; C: Controle (cloranfenicol 30µg). Letras diferentes nos topos dos gráficos de barras correspondem a diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
Fonte: Os autores (2024)

Sendo assim, as divergências nos halos de inibição entre os resultados deste estudo e os relatados por Almeida *et al.* (2022) podem ser atribuídas às variações naturais na composição química dos óleos essenciais. Fatores como condições edafoclimáticas, época de colheita e variedade da planta influenciam diretamente o perfil de metabólitos secundários, incluindo teores de compostos bioativos específicos (Moraes, 2009; Bassolé *et al.*, 2010). Estas diferenças composicionais afetam diretamente a atividade antimicrobiana, justificando a variação nos resultados entre estudos que avaliam a mesma espécie vegetal (Hussain *et al.*, 2008).

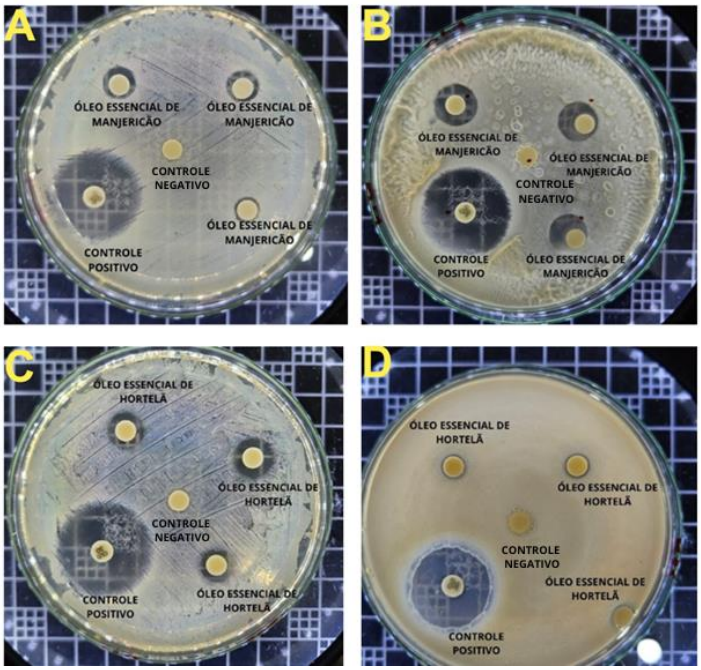
Por outro lado, para o óleo essencial de manjericão os resultados do presente experimento revelaram diâmetro médio de halo de inibição para *E. coli* (12,13 ± 0,80 mm) maior do que o diâmetro relatado por Hussain *et al.* (2008), que obteve um diâmetro de 11 mm para a mesma bactéria. Da mesma forma, para *S. aureus*, o diâmetro médio do halo (8,28 ± 1,22 mm) mostrou-se superior ao valor encontrado por Vivian *et al.* (2020), que obteve halo de 7 mm para o óleo essencial de manjericão frente a *S. aureus*.

As diferenças nos halos de inibição observados entre este estudo e os trabalhos de Hussain *et al.* (2008) e Vivian *et al.* (2020) podem ser explicadas pelas variações na composição química do óleo de manjericão, influenciadas principalmente pela forma de cultivo e variedade da planta. Condições edafoclimáticas específicas, época de colheita e a variedade de *Ocimum basilicum* utilizada afetam diretamente a produção de metabólitos secundários, como o linalol, principal composto bioativo responsável pela atividade antimicrobiana (Bassolé *et al.*, 2010; Moraes, 2009).

Com base nos resultados obtidos e na consulta à tabela de referência da norma nº 100 (CLSI, 2021), observou-se que os halos de inibição do cloranfenicol (controle positivo) tanto para *E. coli* quanto para *S. aureus* foram acima de 18 mm, indicando que as cepas utilizadas nos ensaios foram sensíveis a este antibiótico, não apresentando resistência, de acordo com os critérios estabelecidos pela norma nº 100 (Figura 4).

As variações nos halos de inibição entre as cepas estudadas podem ser atribuídas aos tipos de compostos químicos presentes nas plantas aromáticas. O manjericão é rico em linalol, enquanto a hortelã é rica em mentol, possuindo diferentes ações sobre bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (Bassolé *et al.*, 2010). O linalol presente no manjericão atua principalmente desestabilizando a membrana celular das bactérias, causando vazamento de íons e outros componentes celulares. Ele é particularmente efetivo contra bactérias Gram-negativas, como *E. coli*, que possuem uma parede celular mais fina (Joshi, 2014). Já o mentol, presente na hortelã, também tem ação antimicrobiana na membrana celular, mas mostra maior eficiência contra bactérias Gram-positivas, como *S. aureus*, cuja membrana oferece uma barreira diferente (Ceylan *et al.*, 2014).

Figura 4. Imagens dos halos formados no teste de difusão em disco com os óleos essenciais



As imagens mostram: A - Halos de inibição frente a *S. aureus* para óleo essencial de manjericão. B - Halos de inibição frente a *E. coli* para óleo essencial de manjericão. C - Halos de inibição frente a *S. aureus* para óleo essencial de hortelã. D - Halos de inibição frente a *E. coli* para óleo essencial de hortelã.
Fonte: Os Autores (2024)

Os resultados das análises de Concentração mínima de inibição (CMI) e concentração bactericida mínima (CBM) demonstraram que o óleo essencial de hortelã apresentou maior eficácia, com CMI e CBM inferior para ambas as bactérias, comparado com o manjericão (Tabela 2).

Tabela 2. Valores das concentrações mínima de inibição (CMI) e bactericida mínima (CBM)

BACTÉRIA	MANJERICÃO		HORTELÃ	
	CMI (mg/mL)	CBM (mg/mL)	CMI (mg/mL)	CBM (mg/mL)
S. aureus	9,65	96,50	8,90	89,00
E. coli	9,65	96,50	8,90	89,00

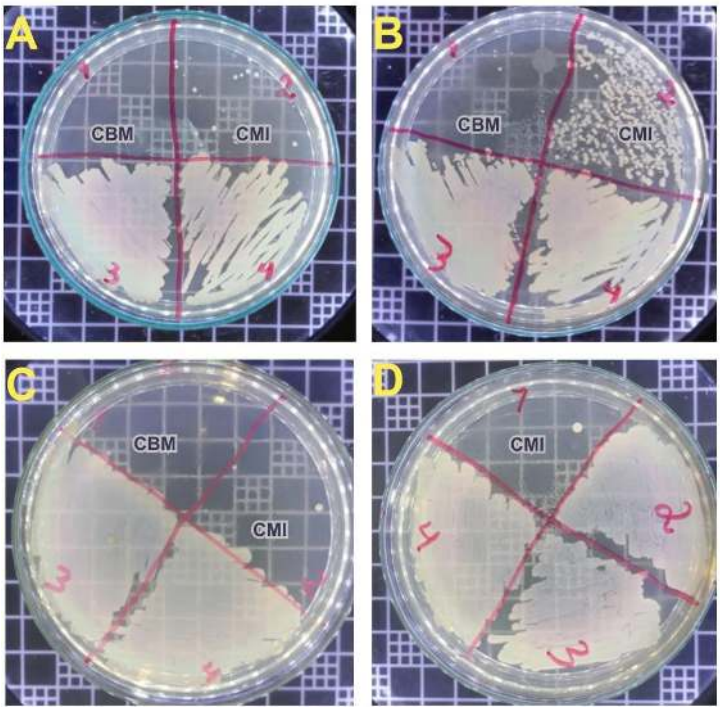
Fonte: Os autores (2024)

No presente estudo, os resultados para o óleo essencial do manjericão foram diferentes quando comparados com os resultados encontrados por Silveira *et al.* (2012), que relatou valores menores tanto para CMI quanto para CBM. Os pesquisadores encontraram CMI e CBM de 1,25 mg/mL para *E. coli* e 2,5 mg/mL para *S. aureus*. Os valores encontrados por esses autores sugerem uma atividade antibacteriana mais elevada do óleo essencial de manjericão em comparação com os resultados da presente pesquisa.

De forma semelhante, Paula *et al.* (2022) obteve resultados significativamente menores em comparação com os resultados deste estudo para o óleo essencial da hortelã. A CMI foi de 0,15 mg/mL e CBM de 2,5 mg/mL para *S. aureus*. Já para *E. coli*, encontrou CMI de 0,6 mg/mL. Por sua vez, Volcão *et al.* (2012) encontrou CBM de 6,25 mg/mL para o óleo essencial da hortelã frente a *E. coli*. Observa-se, portanto, muitas variações nos valores de CMI e CBM ao comparar os resultados obtidos com os dados de outros autores.

A Figura 5 ilustra os resultados encontrados no teste de inibição por meio de plaqueamento em ágar PCA.

Figura 5. Análise visual das concentrações mínima de inibição (CMI) e bactericida mínima (CBM) por plaqueamento em ágar PCA



As imagens mostram: A - CMI e CBM frente ao óleo essencial do Manjericão para *S. Aureus;* B - CMI e CBM frente ao óleo essencial da Hortelã para *S. Aureus;* C - CMI e CBM frente ao óleo essencial do Manjericão para *E. coli;* por último, D - CMI frente ao óleo essencial da Hortelã para *E. coli*.
Fonte: Os autores (2024)

As diferenças nos resultados podem ser explicadas por variações na composição dos óleos essenciais. A atividade antibacteriana depende fundamentalmente da qualidade e concentração dos compostos ativos, o que justifica as diferenças observadas entre os estudos (Silveira *et al.*, 2012). Os valores mais elevados de CMI e CBM do presente estudo indicam que, sob as condições testadas, os óleos essenciais de hortelã e manjericão não mostraram a mesma eficácia antibacteriana evidenciada em outros estudos.

Os resultados encontrados nas análises químicas de compostos bioativos e atividade antioxidante dos óleos essenciais de manjericão e hortelã (Tabela 3) mostram que o manjericão apresentou as maiores concentração de compostos fenólicos e flavonoides, resultando em uma atividade antioxidante superior ao óleo essencial de hortelã. Ainda, ambos os óleos apresentaram uma atividade antioxidante expressiva, com valores acima de 90% de inibição do radical DPPH.

Tabela 3. Resultados das análises químicas dos óleos essenciais

PARÂMETRO	MANJERICÃO	HORTELÃ
Fenólicos totais (mg EAG/g)	$4,70 \pm 0,11^{a}$	$3,32 \pm 0,19^{b}$
Flavonoides (mg EQ/g)	$7,77 \pm 1,40^{a}$	$5,26 \pm 0,63^{b}$
Atividade antioxidante (%)	$91,87 \pm 0,12^{a}$	$90,29 \pm 0,27^{b}$

Nota: Média ± desvio padrão de 3 repetições. Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$).
Fonte: Os autores (2024)

Os resultados de compostos bioativos do óleo essencial de manjericão foram inferiores aos encontrados por Hussain *et al.* (2008), que obteve teores de compostos fenólicos totais de 24,8 mg EAG/g e para flavonoides totais teores de 15,3 mg EQ/g. Por outro lado, os autores verificaram atividade antioxidante de 75,2% frente ao DPPH, menor do que a encontrada no presente estudo. Da mesma forma, o óleo essencial de hortelã revelou teores menores do que os encontrados por Tarchoune *et al.* (2019), que determinou 29,4 mg GAE/g de fenólicos totais e para flavonoides totais 18,7 mg QE/g. Já Alsaraf *et al.* (2021) verificou inibição do radical DPPH de 70%, evidenciando atividade antioxidante mais baixa do que o óleo essencial de hortelã analisado. Esse resultado sugere que além dos compostos fenólicos e flavonóides, outros metabólicos secundários presentes no óleo também podem estar contribuindo com a atividade antioxidante.

As diferenças observadas para os compostos bioativos, tanto em comparação com outros estudos quanto entre as plantas analisadas, podem estar diretamente relacionadas à variedade, além das condições climáticas, luminosidade e temperatura. Estes fatores influenciam significativamente a síntese e o acúmulo de metabólitos secundários, afetando a concentração de compostos bioativos presentes nas plantas aromáticas (Hussain *et al.*, 2008). As variações nas condições de cultivo, época de colheita e métodos de processamento podem explicar as diferenças observadas entre os diversos estudos reportados na literatura.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apenas o manjericão desenvolveu-se adequadamente na área experimental do campus, sendo possível obter essa matéria-prima a partir de cultivo próprio, realizando-se a colheita 120 dias após o replantio nos canteiros. Devido às condições climáticas desfavoráveis, a hortelã não se desenvolveu bem na área experimental, o que representou uma dificuldade inicial para a pesquisa. Essa dificuldade foi contornada obtendo-se as amostras de hortelã, por doação, de um cultivo comercial na região noroeste do Paraná.

Os óleos essenciais de hortelã (*Mentha x piperita L.*) e manjericão (*Ocimum basilicum L.*) apresentaram atividade antimicrobiana frente às cepas de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, com variações no efeito inibitório conforme a espécie bacteriana.

O óleo de manjericão demonstrou maior eficácia contra *E. coli*, enquanto o óleo de hortelã apresentou melhor desempenho frente a *S. aureus*, evidenciando que a composição química de cada óleo influencia diretamente na sua ação antibacteriana.

As análises químicas mostraram que ambos os óleos possuem compostos bioativos relevantes, como fenólicos e flavonoides, responsáveis pela expressiva atividade antioxidante observada. O óleo de manjericão apresentou teores superiores desses compostos, o que justifica sua maior capacidade de neutralizar radicais livres.

De modo geral, os objetivos foram alcançados e os resultados obtidos respondem à pergunta chave da pesquisa, confirmando o potencial dos óleos essenciais de hortelã e manjericão como agentes naturais com propriedades antioxidantes e antimicrobianas, podendo ser aplicados como conservantes naturais na indústria de alimentos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária pela bolsa PIBIC concedida durante o desenvolvimento do projeto e à Universidade Federal do Paraná, campus Avançado em Jandaia do Sul, pela infraestrutura e suporte técnico.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Viniccius Silva *et al.* Atividade antibacteriana de óleos essenciais de Melaleuca, Alecrim e Hortelã Pimenta. **Revista InterCiência-IMES Catanduva**, Catanduva, v. 1, n. 10, p. 12-12, 2022.

ALSARAF, Shahad *et al.* Chemical profile, cytotoxic and antioxidant activity of volatile oil isolated from mint (*Mentha spicata* L.) cultivated in Oman. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 34, p. 102034, 2021.

BASSOLÉ, Imaël Henri Nestor *et al.* Composition and antimicrobial activities of Lippia multiflora Moldenke, Mentha x piperita L. and Ocimum basilicum L. essential oils and their major monoterpene alcohols alone and in combination. **Molecules**, v. 15, n. 11, p. 7825-7839, 2010.

CEYLAN, Ozgur *et al.* The antimicrobial and antibiofilm activities of *Mentha piperita* L. essential oil. **Journal of BioScience and Biotechnology**, v. 3, n. 1, p. 23–27, 2014.

CHANG, Chia-Chi *et al.* Estimation of Total Flavonoid Content in Propolis by Two Complementary Colorimetric Methods. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 10, n. 3, p. 178-182, 2002.

CLSI. **Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically**. M07, 11. ed. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2018.

CLSI. **Norma n° 100**. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2021.

CLSI. **Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests**. M02, 13. ed. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2018.

COSTA, A. S. G. *et al.* Teas, dietary supplements and fruit juices: A comparative study regarding antioxidant activity and bioactive compounds. **LWT-Food Science and Technology**, v. 49, p. 324-328, 2012.

GASPARIN, P. P. *et al.* Qualidade de folhas e rendimento de óleo essencial em hortelã pimenta (Mentha x Piperita L.) submetida ao processo de secagem em secador de leito fixo. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, p. 337-344, 2014.

HUSSAIN, Abdullah Ijaz *et al.* Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (Ocimum basilicum) essential oils depends on seasonal variations. **Food Chemistry**, v. 108, n. 3, p. 986-995, 2008.

JOSHI, Rajesh K. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum basilicum* L. (sweet basil) from the Western Ghats of north-west Karnataka, India. **Ancient Science of Life**, v. 33, n. 3, p. 151–156, 2014

KANMAZ, H.; GOKCE, Y.; HAYALOGLU, A. A. Volatiles, phenolic compounds and bioactive properties of purple basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil and aqueous extract and antidiabetic activity in streptozotocin-induced diabetic Wistar rats. **Food Chemistry Advances**, v. 3, p. 100429, 2023.

KARIOTI, Anastasia *et al.* Composition and antioxidant activity of the essential oils of Xylopia aethiopica (Dun) A. Rich. (Annonaceae) leaves, stem bark, root bark, and fresh and dried fruits, growing in Ghana. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 8094–8098, 2004.

MORAES, Lilia Aparecida Salgado. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. S4050-S4063, 2009.

NAZEM, Vahideh *et al.* Essential oil yield and composition and secondary metabolites in self- and open-pollinated populations of mint (*Mentha* spp.). **Industrial Crops and Products**, v. 130, p. 332–340, 2019.

PAULA, Alisson Gabriel *et al.* Ação antimicrobiana de óleo essencial extraído de diferentes marcas portuguesas de hortelã pimenta. **15º Jornada Científica e Tecnológica e 12º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS**, v. 14, n. 1, 2022.

PEREIRA, R. D. C. A.; MOREIRA, A. L. M. **Manjericão: cultivo e utilização**. n.136. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2011.

SANTANA, E. H. W. *et al.* Estafilococos em alimentos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 3, p. 545-554, 2010.

SILVA, Eduardo Gomes; MENDES, Maiara Pereira. Características e prevenção da contaminação por Escherichia Coli. **Revista Científica e-Locução**, v. 1, n. 22, p. 17-17, 2022.

SILVEIRA, Sheila Mello da *et al.* Composição química e atividade antimicrobiana de óleos essenciais de ervas selecionadas cultivadas no Sul do Brasil contra a deterioração de alimentos e patógenos de origem alimentar. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1300-1306, 2012.

TARCHOUNE, I.; BEN CHEIKH, M.; ABDERROBA, K. Antioxidant and antibacterial activities of essential oils from Mentha spicata L. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 6, p. 3098-3105, 2019.

VIEIRA, R. F.; SIMON, J. E. Chemical characterization of basil (Ocimum basilicum L.) found in markets and used in traditional medicine in Brazil. **Economical Botany**, v. 54, p. 207-216, 2000.

VIVIAN, Patricia Gomes *et al.* Antimicrobial activity of essential oils of Origanum vulgare (oregano) and Ocimum basilicum (basil) and its application in meat sausage. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 62143-62156, 2020.

VOLCÃO, Lisiane Martins; MARQUES, Juliana de Lima; RIBEIRO, Gladis. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais de especiarias sobre listeria monocytogenes e escherichia coli 0157: H7. **CIC**, v. 21, 2012.