

Composição química do óleo essencial de poejo brasileiro (*Mentha pulegium* L.) e avaliação do efeito antimicrobiano sobre *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*



<https://doi.org/10.56238/sevened2023.001-009>

Ana Carla Rangel Rosa

Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura – Departamento de Ciências Biológicas - Universidade Federal do Espírito Santo
E-mail: anacarlarangelrosa@yahoo.com

Robson Moreira de Lima

Graduando em Agronomia Bacharelado – Departamento de Agronomia - Universidade Federal do Espírito Santo
E-mail: robson_mlima@hotmail.com

Giulia Stavrakas Miranda

Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura – Departamento de Ciências Biológicas - Universidade Federal do Espírito Santo
E-mail: giuliastavrakas@gmail.com

Deysiane da Silva Rangel

Graduada em Enfermagem Bacharelado – Departamento de Enfermagem – Universidade Federal Fluminense
E-mail: deysianerangel@yahoo.com.br

Gabriela dos Santos Medeiros

Graduada em Ciências Biológicas Bacharelado – Departamento de Ciências Biológicas - Universidade Federal do Espírito Santo
E-mail: gabsufes@gmail.com

Thalita Cristyne de Oliveira Alves

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Departamento de Engenharia de Alimentos – Universidade Federal do Espírito Santo
E-mail: thalitaoliveir@gmail.com

Joice Olinda do Couto

Mestranda em Ciências Veterinárias – Departamento de Medicina Veterinária – Universidade Federal do Espírito Santo
E-mail: joicedocouto@yahoo.com

João Victor Andrade

Graduando em Química Licenciatura – Departamento de Química e Física – Universidade Federal do Espírito Santo
E-mail: joaovictorandrade927@gmail.com

Isabelle Lucas Braga Perin

Graduanda em Química Licenciatura – Departamento de Química e Física – Universidade Federal do Espírito Santo
E-mail: isabellebragaperin@gmail.com

Cecília Fernandes Patta Muller Marques

Graduanda em Farmácia Bacharelado – Departamento de Farmácia e Nutrição – Universidade Federal do Espírito Santo
E-mail: ceciliafernandesppmm@gmail.com

Leonardo Bindelli Verly

Graduando em Farmácia Bacharelado – Departamento de Farmácia e Nutrição – Universidade Federal do Espírito Santo
E-mail: leobindelli@gmail.com

Mário Ferreira Conceição Santos

Professor Universitário (Doutor) – Departamento de Química e Física – Universidade Federal do Espírito Santo
E-mail: mariosantos408@gmail.com

RESUMO

A extração dos OEs foi obtida primeiramente por hidrodestilação, em seguida, sua composição química foi determinada por GC/MS e sua atividade antimicrobiana foi avaliada. Na análise e identificação do óleo essencial hidrodestilado de *Mentha pulegium* L. por meio de cromatografia gasosa e espectroscopia de massas foram separados 12 compostos, representando 99,31% da massa total do óleo essencial. O componente majoritário foi a pulegona (80,553%), outros componentes presentes em teores apreciáveis foram; Piperitenona (5,430%); Ciclohexanona,5-metil-2-(1-metiletil)-, (2R-cis) (3,304%); trans-Isopulegona (2,945%); α -Humulena (1,950%). Além disso, a triagem do óleo essencial revela que houve resultados apreciáveis quanto à sua atividade antibacteriana contra *S. aureus* 20 $\mu\text{g/mL}$ e *E. coli* 2,5 $\mu\text{g/mL}$. Este resultado foi obtido pelo óleo essencial não diluído. No entanto, mais pesquisas sobre os fatores que influenciam a biossíntese e a bioatividade dos óleos essenciais são necessárias, uma vez que os óleos essenciais ganham aplicações importantes na indústria alimentícia e farmacêutica.



Palavras-chave: Antioxidante, Lamiaceae, Propriedades antibacterianas, CBA, CG/MS.

1 INTRODUÇÃO

Uma variedade de diferentes compostos químicos e sintéticos têm sido utilizados como agentes antimicrobianos. No entanto, o uso indiscriminado e generalizado de agentes antimicrobianos levou a uma série de problemas ecológicos e médicos. Assim, um dos desafios terapêuticos mais importantes envolve o tratamento de doenças infecciosas causada por bactérias. Após a descoberta da penicilina e a subsequente ampliação de sua aplicação no tratamento, novos antibióticos são continuamente desenvolvidos para combater infecções. Isso resultou na expansão do uso de produtos naturais como antibióticos sintéticos na terapia de infecções. Porém, o uso excessivo desses antimicrobianos está associado ao aumento da resistência a diferentes antibióticos na maioria das bactérias (SALES *et al.*, 2015; SALES *et al.*, 2017). Vários autores testaram óleos essenciais de plantas aromáticas para prolongar a vida útil dos alimentos (KOSTAKI *et al.*, 2009), enquanto outros se concentraram na ação antioxidante e antimicrobiana, e nas propriedades de extratos vegetais e óleos essenciais (CAO *et al.*, 2009).

A família Lamiaceae é conhecida por abrigar várias espécies de plantas mentoladas, principalmente em países temperados, com distribuição global, contendo 7.886 espécies e são apreciadas por suas propriedades antibacterianas, antifúngicas, antioxidantes, antivirais e biopesticidas (SANTOS, 2022; SCHELLENBERGER *et al.*, 2023). No Brasil, esse grupo é representado por 71 gêneros e 589 espécies, principalmente encontradas em formações vegetais abertas (OLIVEIRA *et al.*, 2023). Esta família botânica contém muitas espécies de que possuem propriedades organolépticas distintas devido à presença de metabólitos secundários, especialmente óleos essenciais encontrados nas folhas, flores e frutos. Isso confere um grande apelo econômico a essa família, especialmente em setores como a indústria alimentícia. Além disso, na indústria de perfumes, espécies como a lavanda (*Lavandula angustifolia* Mull.) e a menta (*Mentha spp.*) são muito valorizadas pelos seus óleos essenciais aromáticos (OLIVEIRA, 2022; ANTAR *et al.*, 2023).

O gênero *Mentha* possui 30 espécies que crescem em regiões temperadas da Eurásia, Austrália, América do Sul e África do Sul. As espécies de menta possuem grande relevância tanto do ponto de vista medicinal quanto comercial. As folhas, flores e caules de *Mentha spp.* são frequentemente utilizados em chás de ervas ou como aditivos em misturas comerciais de especiarias para diversos alimentos, proporcionando aroma e sabor. Além disso, *Mentha spp.* têm sido empregada como remédio popular para o tratamento de condições como náuseas, bronquite, flatulência, anorexia, colite ulcerativa e problemas hepáticos, devido às suas propriedades anti-inflamatórias, carminativas,



antieméticas, diaforéticas, antiespasmódicas, analgésicas, estimulantes, emenagogas e anticatarras (DESCHAMPS *et al.*, 2006; HADJLAOUI, 2009; VILAR *et al.*, 2023).

O poejo (*Mentha pulegium* L.) é uma planta herbácea, perene, que tem folhas sempre verdes. As flores, com corola tipicamente gamopétala bilabiada, agrupam-se em pequenos cachos. O fruto é um pequeno tetra-aquênio duro, as estruturas secretoras estão localizadas nas folhas e nos caules, pode atingir até meio metro de altura, é naturalizada na América e prospera na Europa Ocidental, Meridional e Central, Ásia, Irã, Países árabes e Etiópia (ALAPETITE, 1981; GRUENWALD *et al.*, 2000). É uma espécie de grande popularidade e já teve um amplo uso na indústria de alimentos como ingrediente conservante. As propriedades antimicrobianas desta planta são devidas aos potentes compostos pulegona e 1-8 cineol (MAHMODI *et al.*, 2011). Além disso, é conhecida por seu perfume e sabor na medicina tradicional (RODRIGUES *et al.*, 2013). O óleo essencial e as partes secas em forma de infusões, chás ou em pó, são utilizados na medicina para tratar distúrbios digestivos, problemas hepáticos e da vesícula biliar, amenorreia, gota, resfriados, aumento da micção, doenças de pele e também como abortivos (AHMED *et al.*, 2018). Também são utilizados na gastronomia, aromaterapia e na indústria de cosméticos, destacando sua versatilidade e aplicabilidade em diferentes áreas (GRUENWALD *et al.*, 2000; AGNIHOTRI *et al.*, 2005).

O óleo essencial de *Mentha pulegium* L. demonstrou diversos efeitos farmacológicos, incluindo atividade abortiva no miométrio de ratos, citotoxicidade contra diferentes linhagens celulares humanas e propriedades antioxidantes, o efeito antibacteriano de *M. pulegium* em bactérias Gram-positivas bactérias são maiores do que em bactérias Gram-negativas (MAHBOUBI; HAGHI, 2008; JAVANMARD *et al.*, 2018).

Estudos detalhados revelaram que a composição qualitativa dos óleos de *Mentha pulegium* L. depende da origem geográfica e dos locais ecológicos específicos de onde o material vegetal é coletado para destilação. Além disso, a composição quantitativa do óleo pode variar muito, dependendo da região de cultivo e do país de origem. Por exemplo, o óleo de *Mentha pulegium* L. da Bulgária foi encontrado com uma alta porcentagem de pulegona (42,9-45,4%), enquanto o óleo do Uruguai continha principalmente pulegona (73,4%) e isomentona (12,9%). No Egito, o óleo continha pulegona (43,5%) e piperitona (12,2%), enquanto na Tunísia, os principais constituintes foram pulegona (41,8%) e isomentona (11,3%). No Irã os principais constituintes de *M. pulegium* foi piperitona (38,0--%), piperitenona (33,0%). Estes estudos identificaram três quimiotipos distintos de *Mentha pulegium* L., caracterizados pelos seguintes componentes principais do óleo: (1) pulegona, (2) piperitenona e/ou piperitona e (3) isomentona/neoisomentol, na Argélia os compostos marjoritários foram pulegona (38,81 %) e mentona (19,24 %) (BIGO DE GROSSO; MOYNA, 1985; STOYANOVA *et al.*, 2005; EL-GHORAB, 2006; MKADDEM *et al.*, 2007; MAHBOUBI; HAGHI, 2008; TOPALOV; DIMITROV 1969, COOK *et al.*, 2007; BOUKHEBTI *et al.*, 2011).



TABELA 1 – PRINCIPAIS COMPONENTES DO ÓLEO ESSENCIAL DE *M. pulegium* EM DIFERENTES PAÍSES DE CULTIVO

Composto	País de origem	Autor
pulegona (73,4%)	Uruguai	Lorenzo <i>et al.</i> (2002)
pulegona (43,5%)	Egito	El-Ghorab (2006)
pulegona (42,9–45,4%)	Bulgária	Stoyanova <i>et al.</i> (2005)
pulegona (41,8%)	Tunísia	Mkaddem <i>et al.</i> (2007)
pulegona (38,81%)	Argélia	BoukhebtI, <i>et al.</i> (2011)
piperitona (38,0%)	Irã	Mahboubi; Haghi (2008)

Fonte: Produção da autora (2023).

Os compostos biologicamente ativos (CBA) encontrados em plantas têm despertado um interesse crescente como agentes naturais altamente desejáveis em diversas aplicações (LUGO, 2010). Os CBA encontrados em plantas são caracterizados por suas quantidades significativas de propriedades organolépticas, bioquímicas e desempenham um papel fundamental na qualidade sensorial em seus benefícios à saúde (CODEVILLA, 2015). Além disso, os metabólitos secundários das plantas são amplamente utilizados na medicina tradicional devido ao seu potencial bem estabelecido em termos de propriedades farmacêuticas e biológicas, incluindo atividades anti-inflamatórias, neuroprotetoras, antioxidantes e antidiabéticas. (PACHECO; ALVES, 2020).

A utilização de óleos essenciais (OEs) pelos seres humanos é datado a mais de 60 mil anos, com seu foco principal voltado para práticas medicinais e rituais religiosos. Os óleos essenciais são líquidos aromáticos e voláteis, o que significa que eles evaporam rapidamente quando expostos ao aumento da temperatura. Consistem em uma complexa mistura de compostos orgânicos, contendo somente átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio. Esses componentes podem pertencer a uma variedade de classes de compostos, porém as classes geralmente encontradas são os terpenos e os fenilpropenos. São frequentemente extraídos de materiais vegetais, como folhas, flores, raízes, cascas e sementes. Esses óleos são conhecidos por seus aromas distintos e geralmente agradáveis, e têm uma ampla gama de aplicações em aromaterapia, indústria de fragrâncias, cuidados com a saúde e muito mais (SILVA *et al.*, 2009; SILVEIRA *et al.*, 2012),

As propriedades antibacterianas dos óleos essenciais e seus componentes são exploradas em diversos produtos comerciais, como selantes de canais radiculares dentais, antissépticos e suplementos alimentares para porcas lactantes e leitões desmamados. Alguns conservantes alimentares contendo OE já estão disponíveis comercialmente (BURT, 2004).

A atividade antimicrobiana dos OEs depende da sua composição química. Eles são geralmente caracterizados por dois ou três componentes principais em concentrações bastante elevadas (até 80%) em comparação com outros componentes presentes apenas em quantidades vestigiais (FERNANDES, 2017). No entanto, há evidências de que os OEs são mais fortemente antimicrobianos do que é explicado pelo efeito aditivo dos seus principais componentes antimicrobianos (LIMA, 2022). Os componentes menores parecem desempenhar um papel significativo. Assim, não se sabe bem quais



constituintes ou misturas deles são os principais responsáveis pela sua atividade antimicrobiana (SANTOS, 2020). Assim, este estudo investigou a composição química do óleo essencial das folhas e caules de *M. pulegium* brasileiro e os efeitos antibacterianos sobre *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 COLETA DO MATERIAL VEGETAL

As plantas de poejo foram coletadas no Sítio Jaqueira Agroecologia (20°45'S - 41°31'W), cerca de 287m acima do nível do mar, localizado município de Alegre/ES. No dia 26 de agosto de 2023, às 7:30 da manhã, com céu nublado e encoberto por chuva, na lua nova. O material foi colhido e armazenado em saco plástico preto e levado para o Laboratório de Química 4 da Universidade Federal do Espírito Santo – Campus Alegre.

FIGURA 1 – LOCAL DA COLETA DA ESPÉCIE VEGETAL *M. pulegium*



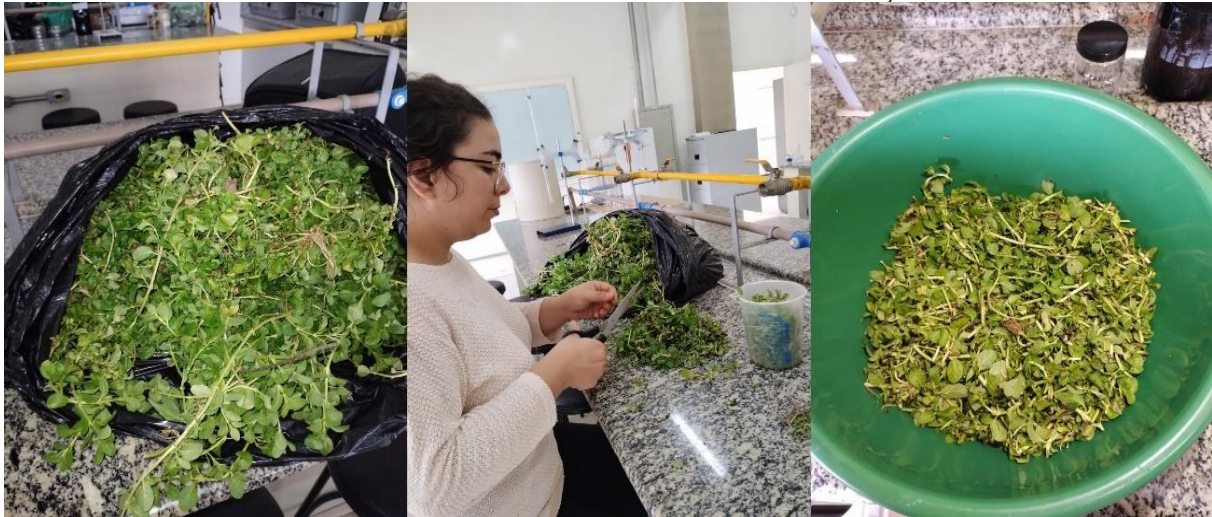
Fonte: Acervo dos autores (2023).

2.2 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *MENTHA PULEGIUM*

Em seguida, as partes das plantas foram lavadas em água corrente, para eliminar o solo e outros contaminantes superficiais. Após a retirada do excesso de água com papel toalha, o material vegetal foi cortado em pequenos pedaços com auxílio de tesoura. Foram utilizados 910g de folhas e caules de *M. pulegium*.



FIGURA 2 – PREPARO DA MATÉRIA PRIMA PARA EXTRAÇÃO DO OE



Fonte: Acervo dos autores (2023).

A metodologia utilizada neste trabalho para extração do OE foi adaptada à técnica empregada por Behbahani *et al.*, (2013), no qual foi utilizada a técnica de hidrodestilação por 16h com 1.500 ml de água destilada em aparelho tipo Clevenger modificado. As partes picadas foram colocadas in natura no balão de fundo redondo de 1 L e cobertas por água destilada, como fonte de calor foi utilizada manta elétrica e realizado o processo de destilação por arraste a vapor para extração do óleo essencial de *M. pulegium*. O óleo obtido foi coletado e armazenado em frasco de vidro âmbar com tampa de rosca em geladeira 5°C antes das análises.

FIGURA 3 – PROCESSO DE DESTILAÇÃO POR ARRASTE A VAPOR



Fonte: Acervo dos autores (2023).



2.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE POEJO POR CROMATOGRAFIA GASOSA (GC/MS)

O óleo essencial de *M. pulegium* foi analisado por cromatografia gasosa com gás, acoplada à espectrometria de massas (GC/MS) no dispositivo Shimadzu QP2010-Plus, localizado na Central Analítica do Prédio de Engenharia de Alimentos e Nutrição. As seguintes condições cromatográficas foram utilizadas em ambas as análises: coluna capilar de sílica fundida (30 m x 0,25 mm) com fase estacionária Rtx®-5MS (espessura de filme de 0,25 µm); N₂ (na análise GC/FID) e He (na análise GC/MS) como gás de arraste com vazão de 3,0 mL/min; a temperatura do forno seguiu um cronograma em que permaneceu por 3 minutos na temperatura inicial de 40 °C e depois aumentou gradativamente 3 °C/minuto até atingir 240 °C, permanecendo nesta temperatura por 5 minutos; temperatura do injetor de 250 °C; temperatura do detector 280 °C; Proporção de divisão de 1:30.

As análises de GC/MS foram realizadas em equipamentos operando com impacto eletrônico com energia de impacto de 70 eV, velocidade de varredura de 1000, intervalo de varredura de 0,50 fragmentos/segundo e fragmentos detectados de 29 a 400 (m/z). A identificação dos componentes químicos do óleo essencial foi realizada comparando seus espectros de massa com aqueles disponíveis nas bases de dados das espectrotecas Willey7, NIST05 e NIST05s com a co-injeção de padrões e pelos índices de retenção RI (Linear Temperature Programmed Retention Indexes). Uma mistura de n-alcenos lineares (C7 a C40) foi usada para calcular Id. O IR calculado para cada composto foi comparado com valores da literatura (ADAMS, 2007). A porcentagem relativa de cada composto foi calculada para todos os constituintes da amostra. As análises de cromatografia gasosa obtiveram dados com um detector de ionização de chama (GC/FID). Foram considerados compostos com área relativa superior a 1% para os óleos essenciais em estudo.

FIGURA 4 - DISPOSITIVO SHIMADZU QP2010-PLUS



Fonte: Acervo dos autores (2023).



2.4 LINHAGENS BACTERIANAS

As linhagens bacterianas utilizadas neste estudo foram *Escherichia coli* (ATCC 25922) e *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923).

2.5 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA (CIM)

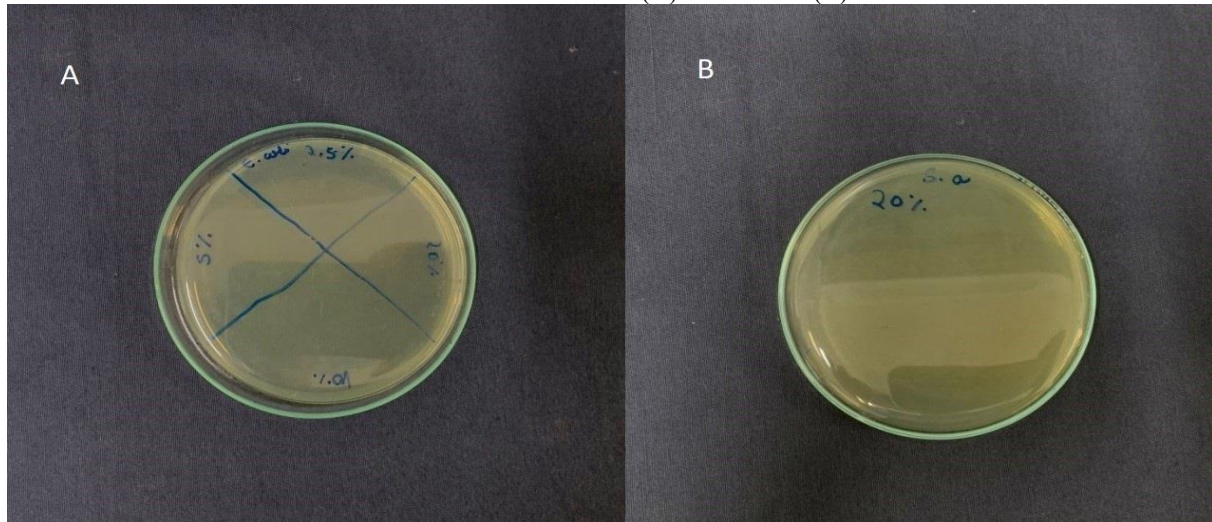
A determinação da CIM foi realizada pelo método de microdiluição em caldo (CLSI, 2015), modificado. Os ensaios foram realizados em microplacas de poliestireno estéreis com 96 poços de fundo redondo, em triplicata. O volume final da mistura de reação final foi de 200 μ L, o meio de cultura utilizado foi Caldo Mueller Hinton (CMH) e a concentração final do inóculo no teste foi padronizada para 5×10^5 UFC/ml. As concentrações testadas do OE variaram entre 0,01% a 20% (v/v) [(a concentração final foi de 0,005% a 10% (v/v)]. As soluções de OE foram acrescidas de 2,5% de DMSO para facilitar a solubilização do OE em solução aquosa. Após a montagem, as microplacas foram incubadas a $35 \pm 2^\circ$ C por 20-24h. A CIM foi considerada a menor concentração de OE capaz de inibir completamente o crescimento bacteriano (ausência de precipitado ou turvação no meio de cultura ou precipitado ≤ 2 mm) após o período de incubação 24h. A microplaca teve um controle de esterilidade (sem inóculo), controle de crescimento (inóculo + meio de cultura), controle de solvente (inóculo + meio de cultura com DMSO) e um controle positivo (inóculo + meio de cultura com DMSO+ gentamicina), todos submetidos às mesmas condições de cultivo.

2.6 AVALIAÇÃO DA AÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL NA INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO BACTERIANO: AÇÃO BACTERICIDA OU BACTERIOSTÁTICA

Após o teste de microdiluição em meio líquido foi feito o plaqueamento dos poços da CIM, 2 concentrações superiores à CIM do óleo essencial e do controle positivo, em placas de Petri contendo 25 ml de ágar nutriente. As placas foram incubadas a $35 \pm 2^\circ$ C por 24 horas. O resultado foi definido pela presença ou ausência da formação de colônias, sendo a ação classificada como bacteriostático ou bactericida, respectivamente.



FIGURA 5 – SUBCULTIVO EM ÁGAR NUTRIENTE PARA DETERMINAR DA CONCENTRAÇÃO BACTERICIDA MÍNIMA DO ÓLEO ESSENCIAL DE POEJO SOBRE *E. coli* (A) E *S. aureus* (B).



Fonte: Acervo dos autores (2023).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *MENTHA PULEGIUM*

12 compostos do foram separados por CG/MS, representando 99,31% da massa total de óleo essencial de *M. pulegium*. O perfil químico geral do óleo essencial, o tempo de retenção, índice de retenção e a área do óleo estão resumidos na (Tabela 2).

TABELA 2 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *M. pulegium*

COMPOSTO	TR*	IR**	%***
1. Pulegona	1265	1233	80,553
2. Piperitenona	1363	1340	5,430
3. Ciclohexanona,5-metil-2-(1-metiletil)-,(2R-cis)	1172	0	3,304
4. trans-Isopulegona	1185	1179	2,945
5. α -Humulena	1478	1452	1,950
6. d-limoneno	1028	1024	1,501
7. β -cariofileno	1442	1417	1,269
8. 3-octanol	1000	0	1,036
9. α -Pinoeno	929	932	0,588
10. Cicloexanona	1186	0	0,582
11. β -Pinoeno	973	974	0,418
12. β -metilpropila	796	721	0,415

*Tempo de retenção (padrão)

**Índice de retenção

***Área %

Fonte: Produção dos autores (2023).

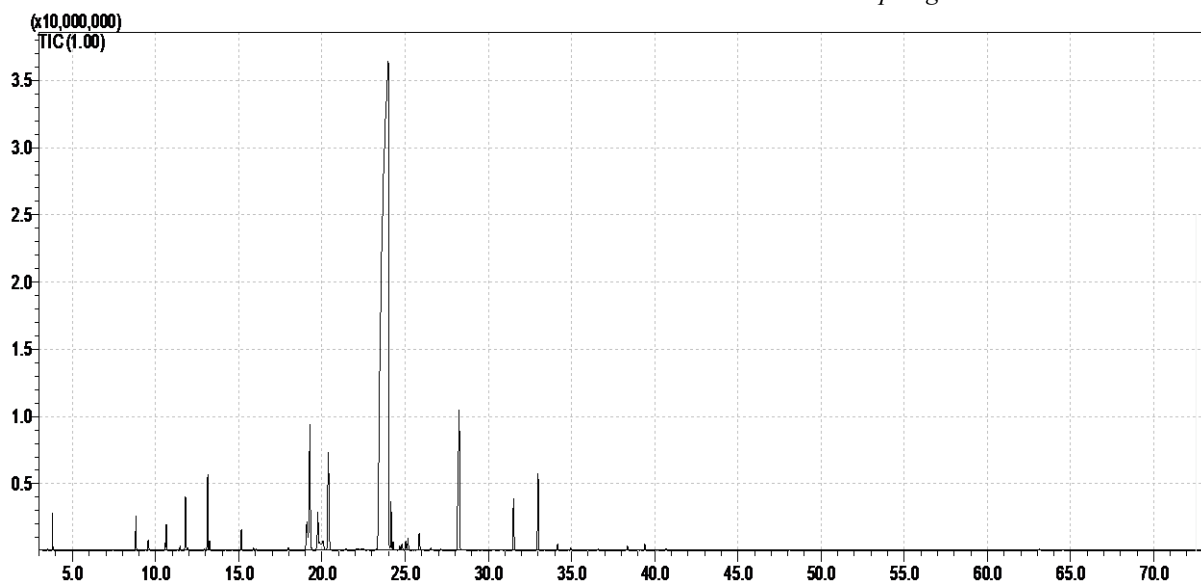
A atividade antimicrobiana do óleo essencial de poejo, tem sido atribuída aos seus compostos principais, como o alto teor de pulegona, iso-mentona, mentona e piperitona como relatado por Hadjlaoui *et al.*, 2009, ou à elevada concentração de piperitona e os efeitos sinérgicos de outros constituintes (MAHBOUBI; HAGHI, 2008). Até mesmo o conteúdo de α -Humulena tem sido apresentado como explicação para a atividade antimicrobiana deste OE (INOUYE *et al.*, 2001). Seja



qual for o caso, em geral, os monoterpênicos oxigenados que são significativamente mais ativos que os hidrocarbonetos monoterpênicos (CARSON; RILEY, 1995), têm sido geralmente encontrados em concentrações significativas em OEs de *M. pulegium*.

Na análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/MS) (Figura 6), evidenciou-se que o óleo essencial extraído de *M. pulegium* empregado neste trabalho contém como componentes majoritários: pulegona (80,553%); Piperitenona (5,430%); Ciclohexanona,5-metil-2-(1-metiletil)-,(2R-cis) (3,304%); trans-Isopulegona (2,945%); α -Humulena (1,950%).

FIGURA 6 – PERFIS GC/FID DO ÓLEO ESSENCIAL DE *M. pulegium* L.



Fonte: Produção dos autores (2023).

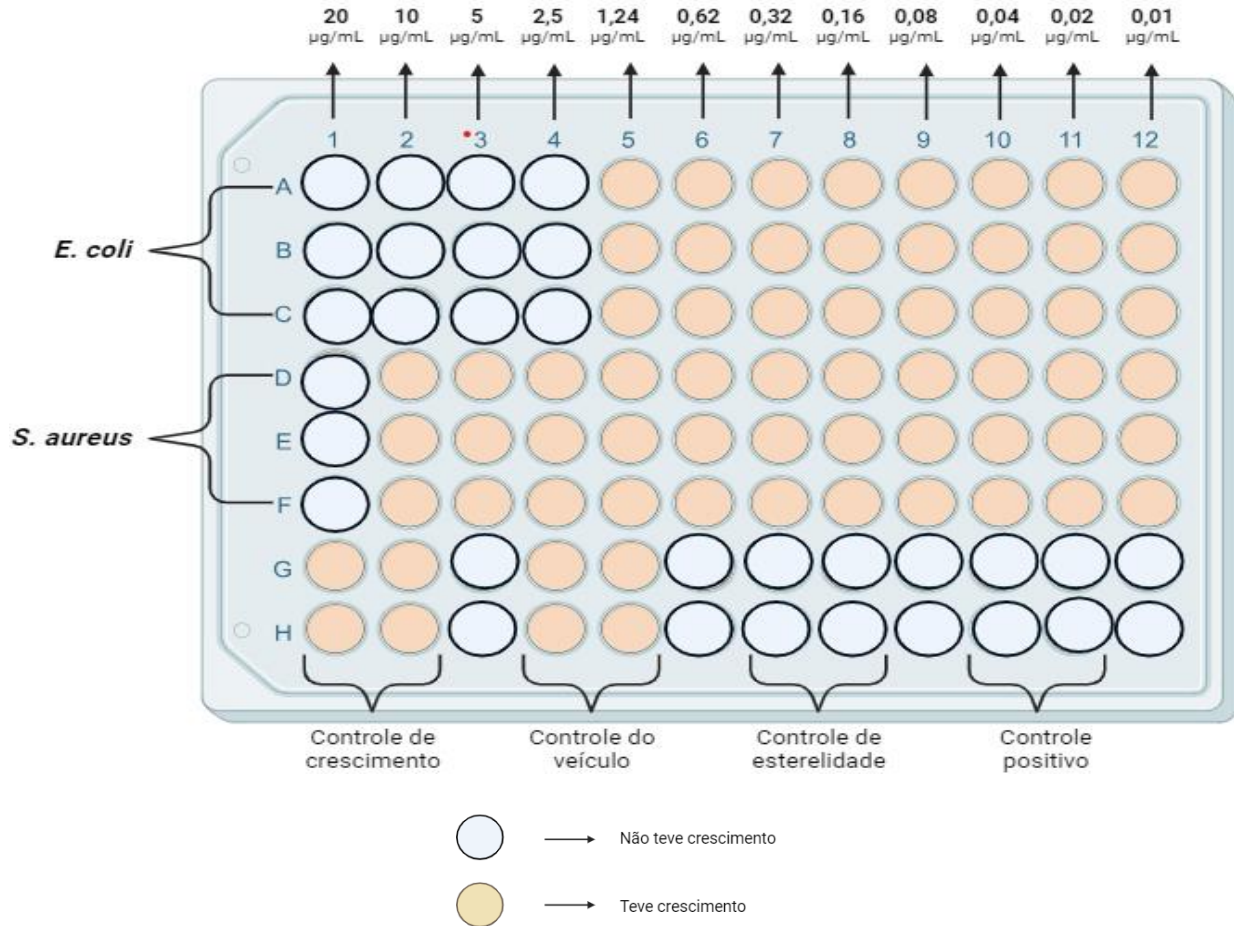
Em relação aos compostos encontrados, uma série de estudos já publicados sobre *M. pulegium* revelam uma grande variabilidade no seu perfil químico. Os resultados do estudo identificaram que quimiotipo estudado é familiar aos observados, tendo a pulegona como principal componente majoritário. No Uruguai (Lorenzo *et al.*, 2002), Tunísia (Hajlaoui *et al.*, 2009) e Marrocos (Benayad, 2008) com teor de pulegona 73,4%, 61,11% e 73,33% respectivamente. Além disso, resultados publicados por Vian *et al.* (2008) relatam que a pulegona (83,70%) foi o componente majoritário do óleo essencial de *M. pulegium*, enquanto Mahboubi; Haghi (2008) relataram que a piperitona (38,0%) é o constituinte principal. Em comparação aos óleos testados com dados publicados sobre a composição do óleo de outras amostras de *M. pulegium* L., existem algumas diferenças quantitativas e qualitativas. Estas diferenças químicas podem ser provavelmente explicadas pela existência de diferentes quimiotipos, assim como a distribuição geográfica desta planta influencia significativamente a composição química dos seus óleos essenciais.



3.2 AVALIAÇÃO ANTIMICROBIANA

As atividades antibacterianas do óleo essencial de *M. pulegium* contra as bactérias Gram-negativas *E. coli* e contra as bactérias Gram-positivas *S. aureus* são descritas na (Figura 7).

FIGURA 7 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA MICROPLACA APÓS 24H DE INCUBAÇÃO



Fonte: Produção dos autores (2023).

Os resultados da CIM obtidas neste ensaio, foi de 2,5 µg/mL para *E. coli* e 20 µg/mL para *S. aureus*. A CBM foi coincidente com a CIM, o que ressalta a atividade bactericida do óleo essencial de poejo.

TABELA 3 – CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA E MECANISMOS DE AÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE POEJO FRENTE AS BACTÉRIAS *E. coli* E *S. aureus*

Micro-organismo	CIM (µg/mL)	CBM (µg/mL)
<i>E. coli</i>	2,5	2,5
<i>S. aureus</i>	20	20

Fonte: Produção dos autores (2023).



Segundo os padrões da CLSI, a sensibilidade microbiana é observada quando, em terapias convencionais, um fármaco é capaz de interromper o crescimento bacteriano. Por outro lado, um micro-organismo resistente torna-se mais desafiador de controlar, mesmo com o uso de concentrações normalmente eficazes (WAYNE, 2005). Os dados deste estudo indicaram que *E. coli* foi a cepa mais sensível testada no OE de *M. pulegium* brasileiro e também indicam que o OE de *M. pulegium* pode ser um agente eficaz inibidor das cepas estudadas. *Mentha pulegium* é considerada planta medicinal devido às suas propriedades farmacológicas e biológicas (GHAZGHAZI *et al.*, 2013).

Os resultados obtidos mostraram que o óleo essencial de *Mentha pulegium* L. brasileiro possui maior atividade antibacteriana contra *E. coli* 2,5 ($\mu\text{g/mL}$) do que contra *S. aureus* 20 ($\mu\text{g/mL}$). Boukhebti *et al.* (2011), relataram que as bactérias Gram-positivas são mais suscetíveis aos óleos essenciais do que as bactérias Gram-negativas, porém os resultados mostrados neste trabalho apresentaram que a *E. coli*, que é uma Gram-negativa, foi mais suscetível ao óleo essencial de *M. pulegium* L. brasileiro, utilizando-se uma microdose de concentração de inibição menor do que para *S. aureus*.

O poejo poderia ser centro de interesse na indústria alimentícia com propriedades aromatizantes, antioxidantes e antimicrobianas (GHAZGHAZI *et al.*, 2013). É notável que o efeito do óleo essencial de *M. pulegium* L. contra algumas cepas bacterianas seja próximo ou superior ao dos antibióticos padrão.

4 CONCLUSÕES

A busca por novos produtos para controlar patógenos é uma área de pesquisa promissora. *Mentha pulegium* L. pode ser uma boa candidata para o desenvolvimento de novos antimicrobianos e pode ser utilizada em importantes aplicações na indústria alimentícia e farmacêutica. Apesar da crescente investigação nesta área, mais estudos sobre a atividade antimicrobiana ou a composição química dos óleos essenciais ainda são necessários.



REFERÊNCIAS

- ADAMS, Robert P. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. 5 online ed. Gruver, TX USA: Texensis Publishing, 2017.
- AGNIHOTRI, Sandeep; ROOD, Mark J.; ROSTAM-ABADI, Massoud. Adsorption equilibrium of organic vapors on single-walled carbon nanotubes. *Carbon*, v. 43, n. 11, p. 2379-2388, 2005.
- AHMED, Aljaiyash et al. Effect of drying methods on yield, chemical composition and bioactivities of essential oil obtained from Moroccan *Mentha pulegium* L. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 16, p. 638-643, 2018.
- ALAPETITE, G. Pottier. Flore de la Tunisie, angiospermes-dicotylédones, gamopétales. Imprimerie Officielle de la République tunisienne, Tunisie, 1981.
- ANTAR, Guilherme Medeiros et al. A tribute to whom defend the forest: *Hyptidendron dorothyannum* (Lamiaceae: Hyptidinae), a new species from the Amazonian domain. *Nordic Journal of Botany*, p. e03932, 2023.
- BENAYAD, Nisrin. Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines: moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de thèse de Doctorat de l'Université Mohammed V–Agdal, v. 61, 2008.
- BEHBAHANI, Mojtaba Hosseini et al. Volatile oil composition and antimicrobial activity of two *Thymus* species. *Pharmacognosy Journal*, v. 5, n. 2, p. 77-79, 2013.
- BIGO DE GROSSO, M.; MOYNA, P. Composición química de las esencias de *Mentha* del Uruguay. *An. Real Acad. Farm.*, v. 51, p. 333-338, 1985.
- BOUKHEBTI, Habiba et al. Chemical composition and antibacterial activity of *Mentha pulegium* L. and *Mentha spicata* L. essential oils. *Der Pharmacia Lettre*, v. 3, n. 4, p. 267-275, 2011.
- BURT, Sara. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International journal of food microbiology*, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004.
- CAO, Li et al. Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant properties of *Mosla chinensis* Maxim. *Food Chemistry*, v. 115, n. 3, p. 801-805, 2009.
- CARSON, C. F.; RILEY, T. V. Antimicrobial activity of the major components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *Journal of applied bacteriology*, v. 78, n. 3, p. 264-269, 1995.
- CLSI. Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically; Approved Standard-Tenth Edition. Clinical and Laboratory Standards Institute, v. 35, n. 02, p. 58, 2015.
- CODEVILLA, Cristiane Franco et al. Nanoestruturas contendo compostos bioativos extraídos de plantas. *Ciência e Natura*, v. 37, n. 5, p. 142-151, 2015.
- COOK, Catherine M. et al. Differences between the inflorescence, leaf and stem essential oils of wild *Mentha pulegium* plants from Zakynthos, Greece. *Journal of Essential Oil Research*, v. 19, n. 3, p. 239-243, 2007.



- DESCHAMPS, Cícero et al. Densidade de tricomas glandulares e produção de óleo essencial em *Mentha arvensis* L., *Mentha x piperita* L. e *Mentha cf. aquatica* L. *Ciência e Natura*, v. 28, n. 1, p. 23-34, 2006.
- EL-GHORAB, Ahmed H. The chemical composition of the *Mentha pulegium* L. essential oil from Egypt and its antioxidant activity. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, v. 9, n. 2, p. 183-195, 2006.
- FERNANDES, Yan Michel Lopes. Banco de Dados de Óleos Essenciais de espécies vegetais do Cerrado maranhense: Composição Química, 2017.
- GHAZGHAZI, Hanene et al. Chemical Composition and in vitro Antimicrobial Activities of *Mentha pulegium* Leaves Extracts against Foodborne Pathogens. *Journal of Food Safety*, v. 33, n. 3, p. 239-246, 2013.
- GRUENWALD, J.; BRENDLER, T.; JAENICKE, C. ur. PDR for herbal medicines. Montvale NJ: Thomson Medical Economics Co, p. 461-462, 2000.
- HADJLAOUI, H. et al. *World J. Biotechnol. Microbiol.*, v. 25, p. 2227-2238, 2009.
- INOUE, Shigeharu; TAKIZAWA, Toshio; YAMAGUCHI, Hideyo. Antibacterial activity of essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact. *Journal of antimicrobial chemotherapy*, v. 47, n. 5, p. 565-573, 2001.
- JAVANMARD, Rahele et al. Investigating antibacterial effect of Thyme (*Thymus Persicus*) and Pennyroyal (*Mentha Longifolia*) alcoholic and aqueous extracts against isolated bacteria from domestic cheeses. *Journal of Advanced Biomedical Sciences*, v. 8, n. 3, p. 911-917, 2018.
- KOSTAKI, Maria et al. Combined effect of MAP and thyme essential oil on the microbiological, chemical and sensory attributes of organically aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *Food microbiology*, v. 26, n. 5, p. 475-482, 2009.
- LIMA, Patrícia Michelle Nagai de. Efeitos sinérgicos antimicrobianos da combinação dos óleos essenciais de gerânio e lemongrass sobre *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus* e *Candida spp.*, 2022.
- LORENZO, Daniel et al. Essential oils of *Mentha pulegium* and *Mentha rotundifolia* from Uruguay. *Brazilian archives of biology and technology*, v. 45, p. 519-524, 2002.
- LUGO, Yury Oliveira. Atividades biológicas e estudo do perfil químico de óleo essencial de duas espécies de Piperaceae coletadas no município de Itacoatiara-AM, 2010.
- MAHBOUBI, Mohaddese; HAGHI, Ghasem. Antimicrobial activity and chemical composition of *Mentha pulegium* L. essential oil. *Journal of ethnopharmacology*, v. 119, n. 2, p. 325-327, 2008.
- MAHMODI, R. et al. Phytochemical properties of *Mentha longifolia* L. essential oil and its antimicrobial effects on *Staphylococcus aureus*. *Armaghane danesh*, v. 16, n. 5, p. 400-412, 2011.
- MKADDEM, Mounira; BOUSSAID, Mohamed; FADHEL, Najeh Ben. Variability of volatiles in Tunisian *Mentha pulegium* L. (Lamiaceae). *Journal of Essential Oil Research*, v. 19, n. 3, p. 211-214, 2007.
- OLIVEIRA, Aron Barbosa; ANTAR, Guilherme Medeiros; TROVÓ, Marcelo. Nomenclatural notes on Menthinae (Mentheae—Lamiaceae) native to Brazil. *Brittonia*, v. 75, n. 1, p. 15-37, 2023.



- OLIVEIRA, Aron Barbosa; ANTAR, Guilherme Medeiros; TROVÓ, Marcelo. *Mentheae (Nepetoideae-Lamiaceae) from the Itatiaia National Park, Brazil*. *Rodriguésia*, v. 73, 2022.
- OURAÏNI, D. et al. Étude de l'activité des huiles essentielles de plantes aromatiques à propriétés antifongiques sur les différentes étapes du développement des dermatophytes. *Phytothérapie*, v. 3, n. 4, p. 147-157, 2005.
- PACHECO, Larissa; ALVES AMORIM, Víctor. *METABÓLITOS SECUNDÁRIOS DE PLANTAS*. *Revista Agrotecnologia*, v. 11, n. 1, 2020.
- RODRIGUES, Leandra et al. Trichomes micromorphology and essential oil variation at different developmental stages of cultivated and wild growing *Mentha pulegium* L. populations from Portugal. *Industrial Crops and Products*, v. 43, p. 692-700, 2013.
- SALES, A. et al. Evaluation of the antimicrobial effects of essential oil of *reseda lutea* L. on pathogenic bacteria: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, and *Escherichia coli*. *Arch Clin Microbiol*, v. 8, n. 3, p. 1-6, 2017.
- SALES, Abolfazl Jafari; SHADBAD, Nader Nezamdoost; KALEYBAR, Vahid Purabdollah. The Investigation of the Antibacterial effects of Ethanol extract of *Cichorium intybus* L. on Antibiotic-resistant *Staphylococcus aureus* strains. *Bull Env Pharmacol Life Sci*, v. 4, p. 161-4, 2015.
- SANTOS, Aytana Vasconcelos dos. *Óleos essenciais da família Lamiaceae utilizados para controle de culicídeos vetores: uma revisão sistemática*. 2022.
- SANTOS, Lucas Adriel Tavares et al. Controle de qualidade e atividade antimicrobiana de extratos da própolis vermelha de Alagoas comercializados em Maceió, 2020.
- SCHELLENBERGER, David et al. The big four of plant taxonomy—a comparison of global checklists of vascular plant names. *New Phytologist*, 2023.
- SILVA, Cristiane B. da et al. Composição química e atividade alelopática do óleo volátil de *Hydrocotyle bonariensis* Lam (Araliaceae). *Química Nova*, v. 32, p. 2373-2376, 2009.
- SILVEIRA, Jeniffer Cristina et al. Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. *Enciclopédia Biosfera*, v. 8, n. 15, 2012.
- STOYANOVA, A. et al. Chemical composition of the essential oil of *Mentha pulegium* L. from Bulgaria. *Journal of Essential Oil Research*, v. 17, n. 5, p. 475-476, 2005.
- TOPALOV, V.; DIMITROV, S. Studies on the content and quality of the essential oil from some peppermint species of the Bulgarian flora. *Plant Sci*, v. 6, n. 5, p. 77-83, 1969.
- VIAN, Maryline Abert et al. Microwave hydrodiffusion and gravity, a new technique for extraction of essential oils. *Journal of chromatography a*, v. 1190, n. 1-2, p. 14-17, 2008.
- VILAR, Flávia Cartaxo Ramalho et al. *PRODUÇÃO E ACÚMULO DE NUTRIENTES DE MENTHA EM FUNÇÃO DA ESPÉCIE E DO ESPAÇAMENTO*. *Jornada de Iniciação Científica e Extensão*, v. 18, n. 1, 2023.



WAYNE, P. Clinical and Laboratory Standards Institute/NCCLS. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; fifteenth informational supplement. CLSI/NCCLS document M100-S15. Clin Lab Stand Inst, v. 25, p. 1-167, 2005.