

ESTUDO FITOQUÍMICO E ATIVIDADE LARVICIDA DE *Mesosphaerum suaveolens* (L.) KUNTZE

PHYTOCHEMICAL STUDY AND LARVICIDE ACTIVITY OF *Mesosphaerum suaveolens* (L.) KUNTZE

ESTUDIO FITOQUÍMICO Y ACTIVIDAD LARVICIDA DE *Mesosphaerum suaveolens* (L.) KUNTZE

Rodolfo Carmo de Souza Leite¹, Sheylla Susan Moreira da Silva de Almeida²

DOI: 10.54899/dcs.v22i83.3518

Recibido: 03/10/2025 | Aceptado: 06/10/2025 | Publicación en línea: 20/10/2025.

RESUMO

Este estudo avaliou a composição química e a atividade larvídica do óleo essencial de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze, espécie da família Lamiaceae amplamente empregada na medicina tradicional. O óleo essencial foi obtido por hidrodestilação e caracterizado por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM), identificando-se o eucaliptol como composto majoritário, seguido por fenchol, sabineno e germacreno. A toxicidade preliminar, avaliada frente a *Artemia salina*, revelou efeito citotóxico moderado, sugerindo um perfil de segurança aceitável para aplicações biológicas. Nos ensaios larvicidas contra *Aedes aegypti*, o óleo apresentou atividade expressiva, com valores de CL₅₀ de 41,61 µg/mL e 45,98 µg/mL, indicando alta eficácia no controle das larvas do vetor. Esses achados reforçam o potencial biotecnológico de *M. suaveolens* como fonte natural de compostos bioativos com ação inseticida, podendo contribuir para o desenvolvimento de produtos fitoterápicos e biolarvicidas sustentáveis. Assim, o óleo essencial dessa espécie representa uma alternativa promissora para estratégias ecologicamente corretas de controle de vetores de importância em saúde pública, como o *A. aegypti*, transmissor da dengue, zika e chikungunya.

Palavras-chave: *Hyptis suaveolens*. Óleo Essencial. Atividade Larvídica. *Aedes aegypti*.

ABSTRACT

This study evaluated the chemical composition and larvicidal activity of the essential oil of *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze, a species from the Lamiaceae family widely used in traditional medicine. The essential oil was obtained by hydrodistillation and characterized by gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS), identifying eucalyptol as the major compound, followed by fenchol, sabinene, and germacrene. Preliminary toxicity tests using *Artemia salina* revealed moderate cytotoxic effects, suggesting an acceptable safety profile for biological applications. In larvicidal assays against *Aedes aegypti*, the oil exhibited strong activity, with

¹ Graduado em Química, Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá, Brasil.

E-mail: rodolfo.leite096@gmail.com

² Doutora em Química de Produtos Naturais, Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá, Brasil.

E-mail: sheyllasusan@yahoo.com.br

LC₅₀ values of 41.61 µg/mL and 45.98 µg/mL, indicating high efficacy in controlling mosquito larvae. These findings highlight the biotechnological potential of *M. suaveolens* as a natural source of bioactive compounds with insecticidal properties, contributing to the development of phytotherapeutic and sustainable biolarvicidal products. Thus, the essential oil of this species represents a promising alternative for environmentally friendly vector control strategies targeting *A. aegypti*, the main vector of dengue, Zika, and chikungunya viruses.

Keywords: *Hyptis suaveolens*. Essential Oil. Larvicidal Activity. *Aedes aegypti*.

RESUMEN

Este estudio investigó la composición química y la actividad biocida del aceite esencial de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze, una planta medicinal de la familia Lamiaceae tradicionalmente utilizada con diversos fines terapéuticos. El aceite esencial se obtuvo por hidrodestilación y se analizó mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM), revelando el eucaliptol como el principal constituyente, junto con fencol, sabineno y germacreno. Los ensayos de toxicidad frente a *Artemia salina* indicaron un efecto citotóxico moderado, mientras que los bioensayos larvicidas contra *Aedes aegypti* demostraron una eficacia significativa, con valores de CL50 de 41,61 µg/mL y 45,98 µg/mL. Estos resultados evidencian el potencial del aceite esencial de *M. suaveolens* como alternativa natural para el control de vectores, contribuyendo a estrategias sostenibles en la lucha contra las enfermedades transmitidas por mosquitos.

Palabras clave: *Hyptis suaveolens*. Aceite Esencial. Actividad Larvicida. *Aedes aegypti*.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

As doenças transmitidas por mosquitos, especialmente o *Aedes aegypti*, continuam representando um sério problema de saúde pública em diversas regiões do mundo, devido à sua relação com arboviroses como dengue, zika e chikungunya. O uso intensivo de inseticidas sintéticos tem gerado efeitos indesejáveis, como resistência em populações de mosquitos e impactos ambientais significativos, o que reforça a necessidade de alternativas sustentáveis e menos agressivas ao meio ambiente. Nesse contexto, os óleos essenciais de plantas medicinais vêm sendo amplamente estudados, uma vez que apresentam compostos bioativos com potencial inseticida e larvicida.

O *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze (sin. *Hyptis suaveolens*), popularmente conhecido no Brasil como “alfazema-de-caboclo”, é uma espécie pertencente à família

Lamiaceae, amplamente utilizada na medicina tradicional para diferentes finalidades. Essa planta, considerada daninha em algumas regiões, possui grande plasticidade ecológica e pode ser encontrada em diversos ambientes tropicais e subtropicais, o que facilita sua coleta e utilização em pesquisas científicas (Martins *et al.*, 2006).

Estudos fitoquímicos demonstram que o óleo essencial de *M. suaveolens* é caracterizado pela presença de monoterpenos e sesquiterpenos, sendo o eucaliptol e o sabineno frequentemente relatados como componentes majoritários. Essa diversidade química está diretamente associada às condições ambientais e ao local de coleta da planta, resultando em diferentes perfis de atividade biológica (Castro *et al.*, 2018).

Além disso, a espécie apresenta usos populares diversos. No Nordeste do Brasil, é utilizada como infuso ou decocto para o tratamento de doenças respiratórias; na África, seu óleo essencial é empregado como repelente natural de mosquitos; e na Índia, é aplicado em tratamentos de infecções cutâneas e distúrbios gastrointestinais (Basílio *et al.*, 2006; Xu *et al.*, 2013). Essa multiplicidade de usos populares reforça a relevância de estudos científicos que busquem comprovar e ampliar a aplicabilidade de seus constituintes.

Dessa forma, investigar a composição química e a atividade biológica do óleo essencial de *M. suaveolens* pode contribuir significativamente para a prospecção de alternativas naturais no controle de vetores, especialmente do *Aedes aegypti*. O presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização química do óleo essencial de *M. suaveolens* e avaliar sua atividade biocida, com ênfase na toxicidade frente à *Artemia salina* e no potencial larvicida contra larvas de *Aedes aegypti*.

REFERENCIAL TEÓRICO

Dentre a ordem Lamiales, a família Lamiaceae destaca-se como a mais numerosa, de acordo com Li *et al.* (2016), a família Lamiaceae é composta por mais de 7.000 espécies distribuídas em mais de 230 gêneros, sendo considerada uma das maiores famílias de angiospermas. No Brasil, estima-se a ocorrência de pelo menos 22 gêneros e 402 espécies (Basílio *et al.*, 2006).

Segundo Basílio *et al.* (2006), a família é composta por plantas herbáceas e arbustivas, que se caracterizam por apresentar caules tetragonares quando jovens, flores zigomorfas e ovário com estilete ginobásico. Entre seus representantes, destaca-se o gênero *Hyptis* Jacq. (sin:

Mesosphaerum), bastante comum em países tropicais como o Brasil. Esse gênero compreende mais de 300 espécies, distribuídas principalmente na América tropical (Azevedo *et al.*, 2002).

Mesosphaerum suaveolens (L) Kuntze (sin. *Hyptis suaveolens*) é uma planta de rápido crescimento. Erva perene encontrada em aglomerados densos ao longo de estradas, em pastagens superdimensionadas e em torno de currais nos trópicos (Abagli *et al.*, 2012). Pode ser encontrado em diversos países, geralmente que apresentam clima Temperado. No estado do Amapá, pode facilmente encontrar ao longo de rodovias, geralmente em áreas de cerrado.

De acordo com Moreira *et al.* (2010), seu caule ramificado e semi-lenhoso pode atingir cerca de 2m de altura, e quando esmagada, a planta exala um cheiro característico de menta, considerada atualmente uma planta daninha em todo o mundo. É conhecida por ser uma espécie ruderal, crescendo naturalmente em ambientes abertos e secos (Martins *et al.*, 2006)

Sendo uma planta que ocorre em diversos lugares do mundo, naturalmente possui diversas denominações de acordo com a localidade onde se situa, dessa forma, é conhecida como “bamburral” no nordeste do Brasil (Bezerra *et al.*, 2017), “erva-canudo” no sul e sudeste (Martins *et al.*, 2006), “alfazema-brava” e “alfazema-de-caboclo” em diversas regiões do Brasil (Basílio *et al.*, 2006); Encontra-se também outras denominações em outros locais no mundo, como “Bush-tea” na Nigéria (Asekun; Ekundayo, 2000), “Sandoval” em Cuba (Pino *et al.*, 2003), “Wilayati tulsi” na Índia (Shenoy *et al.*, 2009) e “Giant chia” na Califórnia (Ahmed *et al.*, 2011).

Embora considerada uma espécie daninha, a *M. suaveolens* é tradicionalmente utilizada, em todo mundo, para diversos fins. No Nordeste do Brasil, estas espécies são popularmente usadas na forma de infuso, decocto e cigarro, sendo indicadas no tratamento de várias doenças, especialmente das vias respiratórias (Basílio *et al.*, 2006).

O óleo essencial é utilizado como repelente de mosquitos na África e na Ásia (Ashitani *et al.*, 2015). De acordo com Xu *et al.* (2013), na Índia as folhas de *M. suaveolens* são tradicionalmente utilizadas como estimulante, carminativo, sudorífico, galactogogo e no tratamento de infecções cutâneas. Em comunidades de região serrana do Rio de Janeiro é utilizada como analgésico, problemas Circulatório e Contusões (Boscolo; Galvão, 2019).

A “alfazema-de-caboclo” possui potencial farmacológico e para sua domesticação e cultivo visando a comercialização dos seus produtos, principalmente no envolvimento direta e/ou indiretamente óleos essenciais, necessita de estudos que vise a sua produção (Silva *et al.*, 2011).

A realização de análise fitoquímica e de composição química são um importante aspecto das pesquisas, uma vez que fornecem informações sobre metabólitos e grupos funcionais.

Pachkore *et al.* (2011) procederam testes histoquímicos através dos métodos de Johansen e Guerin em cortes transversais de folhas, caules e raízes frescos, detectando a presença de óleos essenciais, amido, proteínas, taninos, saponinas, gorduras, alcaloides e glicosídeos. Da mesma forma, Shenoy *et al.* (2009) detectou a presença de esteróis, flavonoides e taninos em extratos de *M. suaveolens* através de cromatografia em camada delgada e cromatografia em camada delgada de alta eficiência.

O óleo essencial é a substância sintetizada pela planta que mais atrai interesses em pesquisas, na medida em que pode conter diversos compostos e apresentar uma variedade de atividades biológicas.

Diversos compostos químicos podem ser encontrados no óleo essencial de *M. suaveolens*, como monoterpenos, sesquiterpenos, alcanos, 10 compostos heterocíclicos e cetonas aromáticas (Martins *et al.*, 2006), fenóis e flavonoides foram encontrados por métodos colorimétricos (Ghaffari *et al.*, 2014), de modo geral, os hidrocarbonetos monoterpenos são o principal grupo de constituintes encontrados, em sua maioria, cerca de 70,00% (Azevedo *et al.*, 2001).

Dentre os compostos identificados no óleo essencial de *M. suaveolens*, o 1,8-cineol tem sido apontado como o constituinte majoritário em diversos estudos (Ahmed, 1994; Peerzada, 1997; Zoghbi *et al.*, 2008; Tesch, 2015; Grassi *et al.*, 2015; Mallavarapu, 1992).

Entretanto, resultados distintos foram observados por Pant (1992), Sidibe *et al.* (2001) e Azevedo *et al.* (2001), nos quais o sabineno foi identificado como principal componente, apresentando teores de 41,0%, 31–38 e 31,13%, respectivamente.

Outras pesquisas ainda encontraram outros componentes majoritários em óleos essenciais de *M. suaveolens*, como o 5-caranol (Joy *et al.*, 2008), Eucaliptol (Moreira *et al.*, 2010), óxido de cariofileno (Pino *et al.*, 2003), espathulenol (Martins *et al.*, 2006), bem como β -cariofileno (Malele *et al.*, 2003; Asekun; Ekundayo, 2000).

Percebe-se sobretudo, uma grande variação química nos compostos encontrados no óleo essencial de *M. suaveolens*, ao longo de diversas pesquisas em trabalhos de variados países e localidades.

Diversos fatores podem influenciar a composição química do óleo essencial. Como a interação entre os macronutrientes, o fotoperíodo e a idade da planta (Martins *et al.*, 2006). A presença de monoterpenos está fortemente relacionada ao balanço químico em solos, que é relacionado à amostragem vegetativa/floração em latitudes mais altas (Oliveira *et al.*, 2005). Verificou-se também que os sesquiterpenos são produzidos principalmente em amostras crescidas

em latitudes mais baixas (Azevedo *et al.*, 2002).

METODOLOGIA

Obtenção do Óleo Essencial de *Mesosphaerum suaveolens*

A extração do OE foi realizada no Laboratório de Farmacognosia e Fitoquímica da UNIFAP, de forma que as folhas das espécies vegetais foram desidratadas em temperatura ambiente na presença de corrente de ar. Os OE foram extraídos por hidrodestilação em aparelho do tipo Clevenger a 100 °C durante duas horas, de acordo com metodologia da Farmacopéia Brasileira (Brasil, 2010), armazenados em frascos âmbar e refrigerados a -20 °C ao abrigo da luz.

Caracterização do Óleo Essencial de *Mesosphaerum Suaveolens* por Cromatografia Gasosa Acoplada ao Espectrômetro de Massa (CG-EM)

A análise da composição química do OE foi realizada por cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massa (CG-EM). Foram realizadas em equipamento Shimadzu/GC 2010, auto-injetor Shimadzu/AOC-5000 e detector de massa (Shimadzu MS2010 Plus) com impacto eletrônico (70 eV) equipado com uma coluna de sílica fundida de DB-5MS (Agilent Advanced J & W; 30 m × 0,25 mm × 0,25 µm). Os parâmetros foram os seguintes: razão de divisão (split ratio) 1:30, Hélio como gás de arraste (65 kPa) volume de injeção de 1,0 µL, Temperatura do injetor em 250°C; temperatura do detector, 250°C; temperatura inicial da coluna, 60°C durante 1 min.; taxa de aquecimento, 3°C min⁻¹ a 290°C. O tempo de análise total de 40 minutos. A identificação dos compostos foi realizada através do cálculo dos Índices de Retenção (IR) através da interpolação para os tempos de retenção com base em uma mistura de hidrocarbonetos alifáticos (C9-C30) analisados nas mesmas condições. O padrão de fragmentação dos compostos também foi comparado com a biblioteca de espectro de massa contida no equipamento (NIST 5.0).

Teste de Toxicidade de *M. Suaveolens* Contra *Artemia salina*

Para a avaliação da citotoxicidade do óleo essencial frente às larvas do microcrustáceo

Artemia salina Leach a metodologia baseou-se nos trabalhos de Araújo *et al.* (2010). Foi preparada uma solução sintética de sal marinho com concentração de 3,5 g/L a 25 mg de ovos de *A. salina* Leach para incubação. Posteriormente, a solução foi exposta à luz artificial por 24 horas para eclosão e migração (fotossensibilidade) dos náuplios, as larvas foram então separadas em sala escura, incubadas por 24 horas para atingirem o estágio de metanáuplio. Os metanáuplios foram divididos em 6 grupos de 10 indivíduos em cada tubo de ensaio, a cada grupo foram adicionadas alíquotas de 2.500, 1.900, 1.250, 625, 250 e 125 µL de solução do OE, compreendendo 62,5 mg de amostra, 28 mL de sal marinho sintético e 2 mL de Tween 80 (5%), em seguida o volume foi completado para 5 mL com solução de mar artificial. O teste foi realizado em triplicata, contando o número de sobreviventes e mortos considerando indivíduos totalmente imobilizados por um período de 10 segundos para determinação da CL50. Os resultados foram submetidos à análise Probit, com intervalos de confiança de 95%.

Avaliação de Atividade Larvicida de *M. Suaveolens*

A atividade larvicida do óleo essencial de *M. suaveolens* foi avaliada contra larvas do terceiro estágio de *Aedes aegypti*, com base no protocolo da World Health Organization (2005) e nas metodologias descritas por Araújo *et al.* (2016) e Chaves (2020). A solução estoque do óleo essencial, na concentração de 1000 µg·mL⁻¹, foi preparada mediante pesagem de 0,09 g da amostra, dissolvida em 85,5 mL de água destilada contendo 4,5 mL de Tween 80, garantindo completa homogeneização. O controle positivo consistiu na solução de 17,5 mL de Tween 80 em 350 mL de água destilada.

O bioensaio foi conduzido em béqueres de vidro limpos e secos, previamente marcados para um volume final de 100 mL. As concentrações avaliadas do óleo essencial foram 100, 80, 60, 40 e 20 µg·mL⁻¹, para as quais foram adicionados volumes proporcionais da solução estoque, sendo 10, 8, 6, 4 e 2 mL, respectivamente, enquanto o controle positivo recebeu 80 mL da solução correspondente. Cada béquer foi completado com água destilada até atingir o volume final, sendo as larvas transferidas cuidadosamente com auxílio de pipeta Pasteur. O horário de início do experimento foi registrado, e a mortalidade das larvas foi observada após 24 e 48 horas de exposição, considerando-se mortos os indivíduos incapazes de alcançar a superfície.

Nos ensaios em que a mortalidade do controle positivo ultrapassou 20%, o bioensaio foi repetido, enquanto as mortalidades entre 5 e 20% foram corrigidas utilizando a fórmula de Abbott

(Consoli; Oliveira, 1994). A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o software SPSS, com um nível de confiança de 95%. A concentração letal para 50% dos indivíduos (CL50) foi determinada por análise PROBIT, relacionando a concentração do óleo essencial à mortalidade das larvas, permitindo assim a avaliação da eficácia larvicida do composto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise por GC-MS do óleo essencial de *M. suaveolens* foi possível identificar vinte compostos, pertencentes a diferentes classes químicas, como hidrocarbonetos, terpenos, terpenoides, álcoois, ésteres e anidridos, conforme apresentado na Tabela 1. Essa diversidade reflete a complexidade natural dos óleos essenciais da família Lamiaceae.

Tabela 1. Resulta das análises por GC-MS do óleo essencial de *M. Suaveolens*.

Peak	RT(min.)	Compounds	Area %
1	6.804	trans- β -Ocimene	0.54
2	8.170	Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	5.88
3	8.265	β -Pineno	1.17
4	8.854	β -Myrcene	0.43
5	10.356	Eucalyptol	48.69
6	11.531	γ -Terpinene	0.56
7	12.709	L-Fenchone	5.85
8	13.816	Fenchol	16.17
9	16.127	Endo-Borneol	0.53
10	16.661	Terpinen-4-ol	1.75
11	23.770	Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2-(1-methylethenyl)-4-(1-methylethylidene)-	1.78
12	27.197	Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-	2.13
13	29.733	Germacrene D	0.86
14	30.361	1,5-Cyclodecadiene, 1,5-dimethyl-8-(1-methylethylidene)-, (E,E)-	2.44
15	33.492	1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-	0.67
16	43.921	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester	1.41
17	50.709	Heptanoic acid, anhydride	0.56
18	72.156	4H-1,3-Dioxin-4-one, 2-(1,1-dimethylethyl)-6-methyl-, (R)-	1.71
19	75.913	5-Oxohexanethioic acid, S-t-butyl ester	3.93
20	79.604	5-Oxohexanethioic acid, S-t-butyl ester	2.94
			100

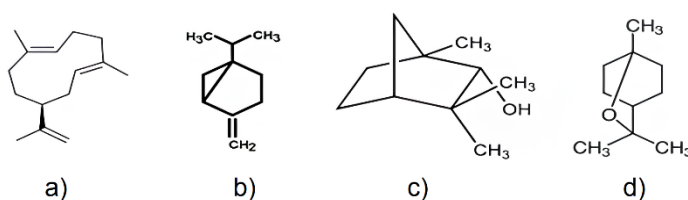
Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A presença majoritária do eucaliptol indica que este monoterpene oxigenado é o principal marcador químico do óleo, sendo amplamente reconhecido por suas atividades biológicas, incluindo ação larvicida, inseticida e antimicrobiana. A combinação de constituintes majoritários

e minoritários sugere ainda possível sinergismo entre os compostos, o que pode contribuir para a eficácia observada nos bioensaios realizados.

A análise evidenciou que o óleo essencial apresentou como principais constituintes o Eucaliptol (1,8-cineol), responsável por cerca de 49% da composição, seguido pelo α -Sabineno (6%), Fenchol (2%) e β -Germacreno (1%) (Figura 1). Esses quatro compostos se destacam como os majoritários, compondo o núcleo químico predominante do óleo e sendo provavelmente os principais responsáveis por suas propriedades biológicas.

Figura 1. Estruturas químicas dos compostos majoritários identificados no óleo essencial de *M. suaveolens*: (a) β -Germacreno, (b) α -Sabineno, (c) Fenchol e (d) Eucaliptol.



Fonte: Acervo dos autores (2025).

Além deles, foram identificados constituintes em menores proporções, variando entre 0 e 2%, como β -pineno, β -mirceno, γ -terpineno, endo-borneol e terpinen-4-ol, que, embora minoritários, podem contribuir de forma sinérgica para o perfil químico e funcional do óleo. A presença desses monoterpenos e sesquiterpenos, mesmo em concentrações reduzidas, reforça a complexidade da mistura e pode influenciar a atividade farmacológica atribuída à espécie.

Diversos estudos sobre a composição química do óleo essencial de *M. suaveolens* indicam resultados consistentes quanto à presença de determinados compostos, sendo o 1,8-Cineol (Eucaliptol) e o Sabineno os principais componentes majoritários em várias populações da planta (Tesch *et al.*, 2015; Tripathi *et al.*, 2009; Adjou *et al.*, 2019; Castro *et al.*, 2018; Nantitanon *et al.*, 2007). Estes compostos são reconhecidos por suas propriedades biológicas, incluindo efeitos larvicidas e antimicrobianos, reforçando a relevância farmacológica do óleo essencial.

Entretanto, outros estudos apontam a predominância de diferentes compostos químicos, como b-Cariofileno, Espatuleno, a-Tepineno e Ácido Rosmarínico, dependendo da população estudada e da região geográfica de origem (Bezerra *et al.*, 2017; Bezerra *et al.*, 2020; Tang *et al.*, 2019; Bonilla-Landa *et al.*, 2022; Martins *et al.*, 2006). Essa variabilidade química pode ser atribuída a diversos fatores, incluindo condições ambientais, altitude, clima, tipo de solo e práticas agrícolas, que influenciam diretamente a biossíntese de metabólitos secundários na planta.

A distribuição geográfica das populações de *M. suaveolens* parece desempenhar um papel crucial na determinação da composição química do óleo essencial. Conforme indicado no Quadro 1 apresentada, estudos realizados em diferentes países de clima tropical e subtropical, como Brasil, Índia, Tailândia, Venezuela, México e Benin, demonstram que, embora alguns compostos sejam recorrentes, outros aparecem como majoritários em determinadas regiões, sugerindo um efeito significativo do ambiente sobre a expressão metabólica da planta.

Quadro 1. Compostos majoritários e suas áreas de ocorrência.

Composto Majoritário	Área Geográfica	Referência
1,8-Cineol (Eucaliptol)	Guasdalito /Venezuela	Tesch <i>et al.</i> (2015)
	Lucknow / Índia	Tripathi <i>et al.</i> (2009)
	Abomey-Calavi/ Benin	Adjou <i>et al.</i> (2019)
	Piauí / Brasil	Castro <i>et al.</i> (2018)
	Chiang Mai / Tailândia	Nantitanon <i>et al.</i> (2007)
	Paraíba / Brasil	Moreira <i>et al.</i> (2010)
Caryophyllene Oxide	Guangdong / China	Tang <i>et al.</i> (2019)
β-Caryophyllene	Guangdong / China	Tang <i>et al.</i> (2019)
	Pernambuco / Brasil	Bezerra <i>et al.</i> (2020)
	Ceará / Brasil	Bezerra <i>et al.</i> (2017)
	Abomey-Calavi / Benin	Adjou <i>et al.</i> (2019)
	Chiang Mai / Tailândia	Nantitanon <i>et al.</i> (2007)
Espatulenol	Pernambuco / Brasil	Bezerra <i>et al.</i> (2020)
	Ceará / Brasil	Bezerra <i>et al.</i> (2020)
	Quixelo, CE / Brasil	Bezerra <i>et al.</i> (2017)
	Alfenas, MG / Brasil	Martins <i>et al.</i> (2006)
Sabineno	Pernambuco / Brasil	Bezerra <i>et al.</i> (2020)
	Ceará / Brasil	Bezerra <i>et al.</i> (2020)
	Ceará / Brasil	Bezerra <i>et al.</i> (2017)
	Chiang Mai / Tailândia	Nantitanon <i>et al.</i> (2007)
	Lucknow / Índia	Tripathi <i>et al.</i> (2009)
	Pisa / Itália	Conti <i>et al.</i> (2013)
α-Terpinoleno	Chiang Mai / Tailândia	Nantitanon <i>et al.</i> (2007)
Ácido Rosmarínico	Veracruz / México	Bonilla-Landa <i>et al.</i> (2022)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Essa diversidade de perfis químicos tem implicações importantes para a aplicação biológica do óleo essencial. Por exemplo, diferenças na composição podem influenciar a eficácia larvicida, o potencial repelente e outras propriedades farmacológicas, indicando que a seleção da origem geográfica do óleo essencial deve ser considerada em estudos de aplicação prática.

A composição química do óleo essencial de *M. suaveolens* varia conforme a região de coleta. O 1,8-cineol (eucaliptol) é o principal constituinte em diversas localidades tropicais e subtropicais, como Venezuela, Índia, Benin e estados do Brasil (Piauí, Paraíba). Sesquiterpenos como β -cariofileno e espatulenol apresentam distribuição mais ampla, mas com variações quantitativas locais, enquanto compostos como o ácido rosmarínico aparecem apenas em regiões

específicas, como Veracruz/México. Essas diferenças refletem a influência de fatores genéticos e ambientais, como clima, solo e altitude, na biossíntese química da planta.

Teste de Toxicidade em *Artemia salina*

A avaliação da toxicidade de uma planta é crucial para determinar sua viabilidade como fitoterápico. O uso do bioensaio preliminar com *A. salina* permite extrapolar os efeitos de um composto para os humanos, já que os efeitos tóxicos observados nesses microcrustáceos tendem a refletir os efeitos em humanos. Ajustes matemáticos são necessários para calcular a dose adequada por unidade de superfície corporal, considerando que as respostas tóxicas em animais de laboratório geralmente são comparáveis às observadas em humanos (Pereira *et al.*, 2018)

De acordo com a classificação de Lopez-Lutz *et al.* (2008), o OE de *M. suaveolens* demonstrou uma toxicidade moderada, o valor de amostra apresentou CL50= 108,14, onde valores de CL50 menores que 100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ são considerados altamente tóxicos, entre 100 e 500 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ são moderadamente tóxicos, entre 500 e 1000 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ são considerados levemente tóxicos, e CL50 acima de 1000 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ são considerados não tóxicos. Os valores de Toxicidade encontradas estão na Tabela 2.

Tabela 2. Concentrações testadas do óleo essencial e porcentagem de mortalidade de *Artemia salina*.

Concentração ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	Mortalidade %
50	40
100	43
250	60
500	83
750	80
1000	97
Controle	00
CL50= 108,14	--

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Luz *et al.* (2020) procederam ensaios com artemia, utilizando óleo essencial de *M. suaveolens* coletados em épocas diferentes, apresentando valor de CL50 de 126,2 no período chuvoso e 116,1 no período seco, demonstrando que a época de coleta influencia a composição química do óleo essencial.

A toxicidade de uma espécie vegetal é determinada pela composição química, como observado na *M. suaveolens*, onde a presença de terpenos pode estar relacionada à sua toxicidade (Swamy; Sinniah, 2015). No entanto, o extrato de *M. suaveolens* pode ser mais tóxico do que

seus componentes isolados devido à sinergia entre as substâncias, o que potencializa sua ação tóxica.

Atividade Larvicida

Os resultados obtidos demonstraram que o óleo essencial de *M. suaveolens* apresentou atividade larvicida significativa contra larvas de terceiro estágio de *A. aegypti*. A mortalidade observada apresentou valores de CL50 de 45,98 µg/mL após 24 horas e 41,61 µg/mL após 48 horas. A redução do valor de CL50 ao longo do tempo evidencia que o efeito larvicida do óleo pode ser cumulativo, indicando persistência na ação dos seus constituintes bioativos.

Tabela 3. Concentrações do óleo essencial e mortalidade de larvas de *Aedes aegypti* (estágio III).

Concentração (µg/mL)	Mortalidade (%) 24h	Mortalidade corrigida (%) 24h	Desvio Padrão (%) 24h	Mortalidade (%) 48h	Mortalidade corrigida (%) 48h	Desvio Padrão (%) 48h
100	80,0	80,0	10,33	80,0	75,0	10,33
80	46,6	46,6	12,88	66,6	58,25	12,18
60	40,0	40,0	12,65	46,6	33,25	12,88
40	53,2	53,2	12,88	66,6	58,25	12,18
20	40,0	40,0	12,65	53,2	41,5	12,88
Controle	00,0	--	--	0,00	--	--

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A análise Probit apresentou bom ajuste dos dados, com valores de deviance e p adequados, reforçando a confiabilidade das estimativas. No entanto, os intervalos de confiança (IC95%) relativamente amplos (22,13 – 95,51 µg/mL em 24h e 18,10 – 95,65 µg/mL em 48h) sugerem certa variabilidade biológica entre as réplicas, possivelmente relacionada à instabilidade da emulsão do óleo na água ou à resposta diferencial das larvas. Esse aspecto deve ser considerado em estudos futuros, com aumento do número de réplicas e/ou o uso de formulações nanoemulsionadas para maior padronização da atividade.

Tabela 4. Resumo estatístico da análise de mortalidade

Tempo de exposição	CL50 (µg/mL)	IC95% (µg/mL)	Deviance	p (goodness-of-fit)
24h	45,98	22,13 – 95,51	4,577	0,2055
48h	41,61	18,10 – 95,65	4,515	0,2110

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A análise Probit apresentou valores de deviance relativamente baixos (4,577 em 24h e 4,515 em 48h), com níveis de significância superiores a 0,05 ($p=0,2055$ e $p=0,2110$),

respectivamente). Esses resultados indicam que o modelo se ajustou adequadamente aos dados de mortalidade obtidos, fornecendo estimativas confiáveis para os valores de CL_{50} e seus intervalos de confiança.

Bezerra *et al.* (2022) relataram um CL_{50} de 77 $\mu\text{g/mL}$ para o óleo essencial de *M. suaveolens* contra *A. aegypti*. Esse valor é superior ao encontrado nesta pesquisa, sugerindo que a atividade larvicida pode variar dependendo da origem da planta, método de extração e condições experimentais. Além disso, fatores como a sazonalidade e a composição química do óleo essencial podem influenciar esses resultados.

Em um estudo realizado por Castro *et al.* (2018), o óleo essencial de *M. suaveolens* apresentou um CL_{50} de 51,6 $\mu\text{g/mL}$ contra *A. aegypti*. É importante considerar que diferenças nas metodologias experimentais, como o tempo de exposição e as condições ambientais, podem contribuir para essas variações nos resultados.

Dossa *et al.* (2024) realizaram uma revisão sobre a diversidade genética e os constituintes químicos do óleo essencial de *M. suaveolens*, destacando sua atividade larvicida contra *A. aegypti*. Embora o valor exato de CL_{50} não tenha sido especificado, a revisão enfatiza o potencial do óleo essencial como alternativa natural aos inseticidas sintéticos.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam o potencial do óleo essencial de *M. suaveolens* como uma alternativa natural e sustentável no controle de vetores de importância em saúde pública, especialmente *Aedes aegypti*. A identificação de compostos majoritários, como o eucaliptol, e a demonstração de significativa atividade larvicida reforçam a relevância dessa espécie como fonte de metabólitos bioativos com aplicabilidade biotecnológica. Do ponto de vista social, os achados contribuem para o desenvolvimento de estratégias ecologicamente corretas no combate a doenças como dengue, zika e chikungunya, reduzindo a dependência de inseticidas sintéticos potencialmente tóxicos ao meio ambiente e à saúde humana.

No âmbito acadêmico, o estudo amplia o conhecimento sobre a composição química e o potencial bioativo de espécies amazônicas, fortalecendo as pesquisas em farmacognosia, produtos naturais e biotecnologia vegetal. Além disso, fornece subsídios científicos para futuras aplicações em programas de manejo integrado de vetores.

Entretanto, as limitações deste trabalho incluem a ausência de ensaios com diferentes estágios do ciclo de vida do mosquito e a falta de estudos de toxicidade em organismos não alvo. Assim, recomenda-se que pesquisas futuras explorem a padronização dos óleos essenciais, testem formulações mais estáveis e avaliem a eficácia em condições de campo, visando à validação do uso seguro e eficiente de *M. suaveolens* como agente larvicida natural.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amapá (FAPEAP). A Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Amapá.

REFERÊNCIAS

- ABAGLI, A. Z. *et al.* Potential of the bush mint, *Hyptis suaveolens* essential oil for personal protection against mosquito biting. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 28, n. 1, p. 15–19, 2012.
- ADJOU, E. S.; CHOUGOUROU, D.; SOUMANOU, M. M. Insecticidal and repellent effects of essential oils from leaves of *Hyptis suaveolens* and *Ocimum canum* against *Tenebroides mauritanicus* (L.) isolated from peanut in post-harvest. **Journal of Consumer Protection and Food Safety**, v. 14, p. 25-30, 2018.
- AHMED, M. Composition of leaf oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. **Journal of Essential Oil Research**, v. 6, n. 6, p. 653–655, 1994.
- ARAÚJO, A. F.; *et al.* Larvicidal activity of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr and *Citrus sinensis* (L.) Osbeck essential oils and their antagonistic effects with temephos in resistant populations of *Aedes aegypti*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 111, n. 7, p. 443–449, 2016.
- ARAÚJO, M. G. F. *et al.* Estudo fitoquímico preliminar e bioensaio toxicológico frente a larvas de *Artemia salina* Leach de extrato de frutos de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 12, n. 4, p. 428-433, 2010.
- ASEKUN, O. T.; EKUNDAYO, O. T. Essential oil constituents of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. (bush tea) leaves from Nigeria. **Journal of Essential Oil Research**, v. 12, n. 5, p. 315–318, 2000.
- ASHITANI, T. *et al.* Termiticidal and antifeedant activities of terpenoids in essential oils from Cupressaceae. **Journal of Chemical Ecology**, v. 41, p. 212-219, 2015.

- AZEVEDO, N. R. *et al.* Chemical variability in the essential oil of *Hyptis suaveolens*. **Phytochemistry**, v. 57, p. 733-736, 2001.
- AZEVEDO, N. R. *et al.* Essential oil chemotypes in *Hyptis suaveolens* from Brazilian Cerrado. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 30, n. 3, p. 205-216, 2002.
- BASÍLIO, I. J. L. D. *et al.* Plantas da família Lamiaceae: importância econômica e biológica. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 2, p. 231-238, 2006.
- BEZERRA, J. W. A. *et al.* Chemical composition and toxicological evaluation of *Hyptis suaveolens* (L.) Poiteau (LAMIACEAE) in *Drosophila melanogaster* and *Artemia salina*. **South African Journal of Botany**, v. 113, p. 437-442, 2017.
- BEZERRA, J. W. A. *et al.* *Phytochemical profile and larvicidal potential of essential oils of Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze from Northeast Brazil. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 14, n. 3, p. 122-131, 2020.
- BEZERRA, J. W. A. *et al.* Traditional Uses, Phytochemistry, and Bioactivities of *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze. **Molecules**, v. 27, n. 18, p. 5826, 2022.
- BONILLA-LANDA, A. *et al.* *Rosmarinic acid content and antioxidant properties of Mesosphaerum suaveolens populations from Veracruz, Mexico*. **Natural Product Research**, v. 36, n. 14, p. 3708-3715, 2022.
- BOSOLO, O.; GALVÃO, D. S. Uso etnomedicinal de plantas em comunidades serranas do Rio de Janeiro: enfoque em *Mesosphaerum suaveolens*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 21, n. 1, p. 35-42, 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farmacopeia Brasileira**. 5. ed. Brasília: ANVISA, 2010.
- CASTRO, K. N. C. *et al.* *In vitro* efficacy of essential oils with different concentrations of 1,8-cineole against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 27, n. 2, p. 203-210, 2018.
- CHAVES, R. D. S. B. *et al.* Evaluation of larvicidal potential against larvae of *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) and of the antimicrobial activity of essential oil obtained from the leaves of *Origanum majorana* L. **Plos One**, v. 15, n. 7, e0235740, 2020.
- CONSOLI, A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. **Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 228 p. 1994.
- CONTI, B. *et al.* *Essential oils from Mediterranean plants repel insect pests and reduce fungal growth in stored grains*. **Industrial Crops and Products**, v. 43, p. 204-210, 2013.
- DOSSA, A. F. *et al.* Genetic diversity, essential oil's chemical constituents of *Mesosphaerum suaveolens* and their biological activities. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, p. 1454-1460, 2024.
- GHAFFARI, H. *et al.* Antioxidant and neuroprotective activities of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit.

against oxidative stress-induced neurotoxicity. **Cellular and Molecular Neurobiology**, v. 34, p. 323-331, 2014.

GRASSI, P. *et al.* Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. **American Journal of Essential Oils and Natural Products**, v. 3, n. 3, p. 18-23, 2015.

JOY, B.; OMANAKUTTY, M.; MATHEW, M. Antibacterial effects and chemical composition of the essential oil of *Hyptis suaveolens* Poit leaves. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 11, n. 4, p. 384-390, 2008.

LI, B. *et al.* An updated tribal classification of Lamiaceae based on plastome phylogenomics. **BMC Biology**, v. 14, n. 1, p. 1-26, 2016.

LOPES-LUTZ, D. *et al.* Screening of Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Artemisia Essential Oils. **Phytochemistry**, v. 69, p. 1732-1738, 2008.

LUZ, T. R. S. A. *et al.* Seasonal variation in the chemical composition and biological activity of the essential oil of *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze. **Industrial Crops and Products**, v. 153, 112600, 2020.

MALELE, R. S. *et al.* Essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. from Tanzania: composition and antifungal activity. **Journal of Essential Oil Research**, v. 15, n. 6, p. 438-440, 2003.

MALLAVARAPU, G. R. *et al.* The essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. **Journal of Essential Oil Research**, v. 5, n. 3, p. 321-323, 1993.

MARTINS, F. T.; SANTOS, M. H.; FERRI, P. H. Variação química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., sob condições de cultivo. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1203-1209, 2006.

MOREIRA, A. C. P. *et al.* Chemical composition and antifungal activity of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit leaves essential oil against *Aspergillus* species. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 41, p. 28-33, 2010.

NANTITANON, W.; OKONOGI, S.; CHOWWANAPHOON, S. Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils from *Hyptis suaveolens*. **Phytotherapy Research**, v. 21, n. 5, p. 479-482, 2007.

OLIVEIRA, M. J. *et al.* Influence of growth phase on the essential oil composition of *Hyptis suaveolens*. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 33, p. 275-285, 2005.

PACHKORE, G. L.; DHALE, D.; DHARASURKAR, A. Antimicrobial and phytochemical screening of *Hyptis suaveolens* (L. Poit) Lamiaceae. **International Multidisciplinary Research Journal**, v. 1, p. 1-3, 2011.

PANT, A. K. Essential oil of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. from Nepal. **Journal of Essential Oil Research**, v. 4, n. 6, p. 633-635, 1992.

PEERZADA, N. Chemical composition of the essential oil of *Hyptis suaveolens*. **Molecules**, v.

2, p. 165–168, 1997.

PEREIRA, E. J. P. *et al.* Chemical composition, cytotoxicity and larvicidal activity against *Aedes aegypti* of essential oils from *Vitex gardineriana* Schauer. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, v. 17, p. 302-309, 2018.

PIMENTA, A. T. A. *et al.* Estudo fitoquímico e avaliação da atividade larvicida de *Pterodon polygalaeflorus* Benth (Leguminosae) sobre *Aedes aegypti*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 4, p. 501-505, 2006.

PINO, J. A. *et al.* Chemical composition of the essential oil of *Hyptis suaveolens* from Cuba. **Journal of Essential Oil Research**, v. 15, n. 2, p. 130-132, 2003.

SHENOY, C. *et al.* Healing Activity of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit (Lamiaceae). **International Journal of PharmTech Research**, v. 1, n. 3, p. 737-744, 2009.

SIDIBE, L. *et al.* Aromatic plants of Mali (III): chemical composition of essential oils of two *Hyptis* species: *H. suaveolens* (L.) Poit. and *H. spicigera* Lam. **Journal of Essential Oil Research**, v. 13, p. 55-57, 2001.

SILVA, V. A. *et al.* Levantamento etnobotânico de plantas medicinais em comunidades rurais de Feira da Mata – BA. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, n. 3, p. 282-292, 2011.

SWAMY, M. K.; SINNIHA, U. R. A comprehensive review on the phytochemical constituents and pharmacological activities of *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 8, n. 10, p. 841–849, 2015.

TANG, C. H. *et al.* Chemical composition and antifungal activity of essential oil from *Mesosphaerum suaveolens* collected in Guangdong, China. **Journal of Essential Oil Research**, v. 31, n. 5, p. 402–409, 2019.

TESCH, N. *et al.* Essential oil composition of *Mesosphaerum suaveolens* and its larvicidal activity. **Industrial Crops and Products**, v. 76, p. 34–38, 2015.

TRIPATHI, A. K. *et al.* Repellent and insecticidal properties of essential oils against mosquito vectors. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 1971-1975, 2009.

WHO. Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides. Geneva: WHO, 2005

XU, D. H. *et al.* Chemical composition and biological activities of the essential oil of *Mesosphaerum suaveolens*. **Journal of Essential Oil Research**, v. 25, n. 6, p. 526-532, 2013.

ZOGHBI, M. G. B.; ANDRADE, E. H. A.; MAIA, J. G. S. Essential oils of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. from Amazonian region of Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, v. 20, n. 5, p. 408-410, 2008.