Revista Eletrônica
Acervo Saúde
Electronic Journal Collection Health ISSN 2178-2091

Análise da atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Ocimum gratissimum*

Antimicrobial activity analysis of *Ocimum gratissimum essential oil*

Análisis de la actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Ocimum gratissimum*

Matheus Fernandes Lasneau Moraes[1b], Marília Ulhoa Soares[1], Bernardo Canêdo Martins[3], Amanda Marota de Oliveira[1a], Luciana Cláudia Diniz Tavares[1a], Mariana Simões de Oliveira[1a], Ana Carolina Morais Apolônio[1ab].

RESUMO

Objetivo: Avaliar a composição química, a atividade antimicrobiana e a citotoxicidade do óleo essencial de *Ocimum gratissimum*, visando discutir seu potencial para futuras aplicações farmacêuticas e cosméticas. **Métodos:** A composição química foi determinada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. A atividade antimicrobiana foi avaliada pelos ensaios de concentração inibitória mínima (CIM) e concentração microbicida mínima frente a bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e leveduras de relevância clínica. A citotoxicidade foi analisada pelo método MTT utilizando macrófagos murinos J774A.1. **Resultados:** Foram identificados 15 compostos correspondentes a 98,0% da composição total do óleo, com predominância de eugenol (47,3%), cis-β-ocimeno (25,9%) e germacreno-D (11,5%). O óleo apresentou atividade antimicrobiana frente a todos os microrganismos testados, com valores de CIM variando entre 0,03% e 1,5%, além de ação microbicida observada entre 0,5% e 1,83%. Nos ensaios de citotoxicidade, o óleo apresentou efeito dependente da concentração, demonstrando maior toxicidade em concentrações elevadas e menor impacto celular em diluições reduzidas. **Conclusão:** O óleo apresentou composição química rica em metabólitos bioativos, associada à atividade antimicrobiana frente a patógenos clinicamente importantes. Apesar da citotoxicidade observada, os resultados indicam potencial promissor para futuras aplicações farmacêuticas e cosméticas, desde que sejam realizados estudos complementares de segurança e eficácia.

Palavras-chave: Plantas medicinais, Óleos voláteis, Eugenol, Farmacorresistência bacteriana.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the chemical composition, antimicrobial activity, and cytotoxicity of *Ocimum gratissimum* essential oil and discuss its potential for future pharmaceutical and cosmetic applications. **Methods:** The chemical composition was determined by gas chromatography coupled with mass spectrometry. Antimicrobial activity was evaluated by minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum microbicidal concentration assays against clinically relevant Gram-positive bacteria, Gram-negative bacteria,

[1] Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora – MG.
[a]Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG
[b]Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq – Brasil.

SUBMETIDO EM: 7/2026 | **ACEITO EM: 8/2026** | **PUBLICADO EM: 9/2026**

and yeasts. Cytotoxicity was assessed using the MTT assay in J774A.1 murine macrophages. **Results:** Fifteen compounds were identified, accounting for 98.0% of the total oil composition, with eugenol (47.3%), cis-β-ocimene (25.9%), and germacrene D (11.5%) as the predominant constituents. The oil exhibited antimicrobial activity against all tested microorganisms, with MIC values ranging from 0.03% to 1.5% and microbicidal activity observed at concentrations ranging from 0.5% to 1.83%. In the cytotoxicity assays, the oil showed a concentration-dependent effect, with greater toxicity at higher concentrations and a lower impact on cell viability at lower dilutions. **Conclusion:** The essential oil exhibited a chemical composition rich in bioactive metabolites, associated with antimicrobial activity against clinically important pathogens. Despite the observed cytotoxicity, the findings indicate promising potential for future pharmaceutical and cosmetic applications, provided that further safety and efficacy studies are conducted.

Keywords: Plants, Medicinal, Oils, Volatile, Eugenol, Drug resistance, Bacterial.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la composición química, actividad antimicrobiana y citotoxicidad del aceite esencial de *Ocimum gratissimum*, con el fin de discutir su potencial para futuras aplicaciones farmacéuticas y cosméticas. **Métodos:** La composición química se determinó mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. La actividad antimicrobiana se evaluó mediante ensayos de concentración mínima inhibitoria (CMI) y concentración mínima microbicida. La citotoxicidad se analizó mediante el ensayo MTT utilizando macrófagos murinos J774A.1. **Resultados:** Se identificaron 15 compuestos, correspondientes al 98,0 % de la composición total del aceite, con predominio de eugenol (47,3 %), cis-β-ocimeno (25,9 %) y germacreno D (11,5 %). El aceite presentó actividad antimicrobiana frente a todos los microorganismos evaluados, con valores de CMI que oscilaron entre 0,03 % y 1,5 %, además de actividad microbicida observada entre 0,5 % y 1,83 %. En los ensayos de citotoxicidad, el aceite mostró un efecto dependiente de la concentración, con mayor toxicidad a concentraciones elevadas y menor impacto sobre la viabilidad celular en diluciones más bajas. **Conclusión:** El aceite esencial presentó una composición química rica en metabolitos bioactivos, asociada con actividad antimicrobiana frente a patógenos clínicamente importantes. A pesar de la citotoxicidad observada, los resultados indican un potencial prometedor para futuras aplicaciones farmacéuticas y cosméticas, siempre que se realicen estudios complementarios de seguridad y eficacia.

Palabras clave: Plantas medicinales, Aceites volátiles, Eugenol, Farmacorresistencia bacteriana.

INTRODUÇÃO

A descoberta da penicilina representou um marco fundamental na consolidação da medicina moderna, impulsionando o crescimento da indústria farmacêutica e estabelecendo os antibióticos sintéticos como principal estratégia terapêutica no controle das doenças infecciosas. Esse avanço, embora decisivo para a redução da morbidade associada às infecções bacterianas, também favoreceu o progressivo afastamento dos saberes tradicionais relacionados ao uso de plantas medicinais, historicamente empregados por diferentes povos e comunidades como recursos terapêuticos (NASCIMENTO GGF, et al., 2000).

Entretanto, poucos anos após a introdução clínica dos antimicrobianos, já eram descritos os primeiros relatos de resistência bacteriana, fenômeno que se intensificou ao longo das décadas em decorrência do uso indiscriminado desses fármacos (PRABUSEENIVASAN S, et al., 2006). Atualmente, a resistência bacteriana se configura como um dos principais desafios da saúde pública global, comprometendo a eficácia de terapias consagradas, elevando custos assistenciais e impondo a necessidade de novas estratégias terapêuticas eficazes, seguras e sustentáveis (PRABUSEENIVASAN S, et al., 2006).

Diante desse cenário, observa-se um movimento de reaproximação entre o conhecimento científico e os saberes tradicionais, não como um retorno absoluto às práticas empíricas, mas como uma estratégia

racional de pesquisa de produtos naturais com potencial aplicação em saúde. Entre esses, os óleos essenciais de plantas aromáticas destacam-se como fontes relevantes de metabólitos secundários bioativos, frequentemente associados a atividades antimicrobianas, anti-inflamatórias e antioxidantes (NASCIMENTO GGF, et al., 2000; PRABUSEENIVASAN S, et al., 2006).

O óleo essencial de alfavaca-cravo (OEAC) tem sido tradicionalmente utilizado em práticas populares para o tratamento de infecções, o que sugere a presença de compostos biologicamente ativos em sua composição (NASCIMENTO GGF, et al., 2000). Estudos prévios indicam que esse óleo apresenta como componente majoritário o eugenol, um fenilpropanóide com propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e analgésicas (NASCIMENTO GGF, et al., 2000; PRABUSEENIVASAN S, et al., 2006). Esse composto atua, entre outros mecanismos, promovendo a desorganização da membrana celular bacteriana e interferindo em processos metabólicos essenciais (HYLDGAARD M, et al., 2012). Ainda assim, a variabilidade química dos óleos essenciais e a dependência de fatores como origem botânica, condições de cultivo e método de extração reforçam a necessidade de caracterização química detalhada (PRABUSEENIVASAN S, et al., 2006; MELO RS, et al., 2019).

Nesse sentido, a avaliação do óleo essencial de alfavaca-craco por meio de ensaios experimentais torna-se necessária para determinar sua viabilidade como insumo ativo em aplicações farmacêuticas e cosméticas (MELO RS, et al., 2019). A relevância dessa análise estende-se a diversas áreas da saúde: na farmácia, viabiliza o desenvolvimento de novos fármacos (NASCIMENTO M, et al., 2015); na odontologia, o eugenol é reconhecido devido ao seu potencial antisséptico e analgésico em tratamentos endodônticos e periodontais (MATASYOH JC, et al., 2007); na medicina e na veterinária, o óleo é uma alternativa promissora no cuidado de feridas e combate a patógenos multirresistentes, tanto em patologias humanas quanto na clínica de pequenos e de grandes animais (NAKAMURA CV, et al., 1999).

Essa abordagem fornece subsídios científicos para o desenvolvimento racional de produtos de origem natural, em consonância com as demandas contemporâneas da saúde pública, da inovação tecnológica e do uso sustentável da biodiversidade (SILVA FT, et al., 2021). Ao investigar o potencial biológico de um óleo essencial amplamente utilizado na medicina tradicional, este estudo contribui para a valorização da sociobiodiversidade, ao articular conhecimento científico e uso sustentável de recursos naturais (NASCIMENTO GGF, et al., 2000; SILVA FT, et al., 2021).

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a composição química, a atividade antimicrobiana e a citotoxicidade *in vitro* do óleo essencial de *Ocimum gratissimum*, visando discutir seu potencial para futuras aplicações farmacêuticas e cosméticas.

Material e métodos

Material

Para a obtenção do óleo essencial, folhas e galhos da espécie *Ocimum gratissimum* foram coletadas nas coordenadas 21°85’38"S. 43°46’09"W, localizadas na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. Uma exsicata, número CESJ 80169, foi depositada no Herbário Leopoldo Krieger da UFJF e registrada no SISGEN/BRASIL sob o número A8AD3F5. Foi utilizado acetato de etila de grau cromatográfico nas análises por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM). Os meios de cultura Mueller-Hinton (MH) e Brain Heart Infusion (BHI) foram adquiridos da Kasvi (Brasil). Os demais reagentes químicos empregados nos ensaios, incluindo dimetilsulfóxido (DMSO), solução salina, vancomicina, nistatina, meio RPMI 1640, soro bovino fetal (SBF), penicilina, estreptomicina, MTT e isopropanol eram de grau analítico.

MÉTODOS

Caracterização do óleo essencial de alfavaca-cravo por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM)

A composição química do óleo essencial foi determinada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM). Para isso, utilizou-se um cromatógrafo a gás GC-2010 (Shimadzu

Corporation, Kyoto, Japão), acoplado a um espectrômetro de massas QP2010 Plus (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão). Acetato de etila grau cromatográfico foi utilizado como solvente. As separações cromatográficas foram realizadas em coluna capilar apolar Equity-5 (Supelco®, 5% difenil / 95% dimetilsiloxano). A programação de temperatura do forno iniciou-se a 50 °C, mantida por 3 minutos, seguida de aquecimento a uma taxa de 7 °C/min até 250 °C, permanecendo nesta temperatura por 10 minutos. As temperaturas do injetor e da interface foram mantidas a 250 °C, enquanto a temperatura da fonte de íons foi ajustada para 200 °C. A identificação dos constituintes foi realizada por comparação dos espectros de massas obtidos com aqueles disponíveis nas bibliotecas NIST, Adams RP (2012) e Flavors and Fragrances of Natural and Synthetic Compounds. Os índices de retenção foram calculados segundo o método de Van den Dool H e Kratz PD (1963), utilizando uma mistura padrão de n-alcanos como referência.

Avaliação da atividade antimicrobiana pelos testes de concentração inibitória mínima (CIM) e concentração microbicida mínima (CMM)

A CIM do OEAC foi determinada pelo método de microdiluição em caldo Mueller Hinton (MH), em placas de 96 poços, de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2022). Inicialmente, foi preparada uma solução de trabalho do óleo essencial na concentração de 5% (p/v), utilizando solução de DMSO a 2,5% (v/v) em caldo MH. As concentrações do óleo essencial na placa variaram de 2% a 0,016%, obtidas por meio de diluições seriadas. A concentração máxima de 2% foi estabelecida com base no limite considerado seguro para utilização em formulações contendo óleos essenciais. O controle do solvente consistiu em solução de DMSO a 1% (v/v).

As linhagens microbianas utilizadas neste estudo foram *Acinetobacter baumannii* ATCC 19606, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* ATCC 29522, *Candida albicans* INCQS 40175, *Cutibacterium acnes* INCQS 229, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603, *Staphylococcus aureus* ATCC 25904, *Streptococcus mutans* ATCC 25175, *Streptococcus oralis* ATCC 10557 e *Streptococcus sanguinis* ATCC 10556. Os inóculos microbianos foram obtidos por diluição seriada em solução salina, ajustados à escala de McFarland 0,5 e, posteriormente, submetidos a novas diluições seriadas, de modo que a concentração final na placa fosse de $0,5 \times 10^5$ UFC/poço para as linhagens bacterianas e $0,5 \times 10^3$ UFC/poço para a linhagem fúngica. Os controles de atividade antimicrobiana e antifúngica consistiram em vancomicina e nistatina, respectivamente, nas concentrações de 0,0004 e 0,001%. As placas foram incubadas a 37 °C por 24 h, em atmosfera de aerobiose ou microaerofilia, conforme o microrganismo testado. A CIM foi definida como a menor concentração capaz de inibir visualmente o crescimento microbiano.

Posteriormente, foi determinada a CMM das amostras. Para isso, alíquotas de 10 µL de cada poço em que não houve crescimento visível no ensaio de CIM foram transferidas para placas de Petri contendo ágar Brain Heart Infusion (BHI) e incubadas por mais 24 h a 37 °C, em condições de microaerofilia ou aerobiose, a fim de determinar se o OEAC apresentou efeito microbicida ou microbiostático. O experimento foi realizado em triplicata.

Avaliação do potencial citotóxico in vitro do óleo essencial de alfavaca-cravo pelo método MTT

A linhagem de macrófagos murinos J774A.1 (ATCC® CCL-1, NCTC) foi cultivada em meio RPMI 1640, suplementado com 10% de soro bovino fetal (SBF) e 1% de solução de antibióticos [penicilina (100 UI/mL) e estreptomicina (100 µg/mL)], em garrafas de cultura de 75 cm^2. As células foram mantidas em estufa incubadora umidificada a 37 °C, sob atmosfera contendo 5% de CO_2 (Panasonic, MCO-18ACL-PA, EUA), até atingirem aproximadamente 80% de confluência. O crescimento celular foi monitorado diariamente por microscopia de inversão. Para a manutenção das células em suspensão, realizou-se apenas a substituição do meio de cultura. As células foram cuidadosamente destacadas com o auxílio de um raspador celular estéril descartável. O meio de cultura contendo as células foi removido e transferido para tubos estéreis de centrifugação de 50 mL, sendo submetido à centrifugação a 1200 rpm por 10 minutos. Em seguida, o sobrenadante foi descartado, e o pellet celular foi ressuspendido em 1 mL de meio RPMI 1640 suplementado com 10% de SBF e 1% de solução de antibióticos. As suspensões celulares foram diluídas na proporção de 1:100 em solução apropriada para a contagem em câmara de Neubauer, a fim de se obter

a densidade celular necessária para o ensaio de viabilidade. Posteriormente, as células em suspensão foram semeadas em microplacas de 96 poços, na densidade de 2 × 10^4 células/poço, e incubadas por 24 h em estufa incubadora umidificada a 37 °C, sob atmosfera de 5% de CO_2.

Após esse período, o meio de cultura foi removido e adicionaram-se 100 µL de meio completo (RPMI suplementado com 10% de SBF e 1% de solução de antibióticos) contendo o OEAC, nas concentrações de 0,1 a 0,006 %, obtidas por diluição seriada e avaliadas em quadruplicata. O óleo essencial foi previamente solubilizado em DMSO. Como controles, foram utilizados meio RPMI (controle negativo) e meio RPMI acrescido do solvente [DMSO nas concentrações de 0,2 a 0,025% (v/v)], correspondentes às mesmas proporções empregadas na diluição do óleo essencial (controle do solvente). As placas foram incubadas por 48 h a 37 °C, sob atmosfera de 5% de CO_2. Ao final do período de incubação, foram adicionados 10 µL de solução de brometo de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazólio (MTT) a 5 mg/mL, seguido de incubação por 2 h a 37 °C, em atmosfera de 5% de CO_2. Em seguida, o conteúdo dos poços foi cuidadosamente removido, e o precipitado de formazan, formado pela metabolização do MTT pelas células metabolicamente viáveis, foi solubilizado em 100 µL de isopropanol acidificado. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro a 570 nm. A porcentagem de viabilidade celular das células tratadas com as diferentes diluições do óleo foi calculada a partir das médias das absorbâncias obtidas, considerando-se o valor médio do grupo controle negativo como 100% de viabilidade celular.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A crescente necessidade de alternativas terapêuticas eficazes diante do avanço da resistência microbiana tem impulsionado a investigação científica de compostos naturais bioativos, especialmente aqueles oriundos de plantas medicinais tradicionalmente utilizadas (TAVARES LCD et al., 2025). Nesse contexto, os achados do presente estudo demonstram que o OEAC apresenta composição química rica em metabólitos biologicamente ativos, associada à atividade antimicrobiana relevante e citotoxicidade dependente da concentração, o que permite discutir seus resultados em comparação com as evidências já descritas na literatura.

Estudos dedicados à caracterização química do OEAC evidenciam notável plasticidade composicional, refletida na diversidade de perfis fitoquímicos descritos para essa espécie (MELO RS, et al., 2019). A depender dos constituintes majoritários, tais óleos podem ser organizados em diferentes quimiotipos, entre os quais se destacam aqueles ricos em eugenol, timol, citral, cinamato de etila, linalol e geraniol (FARIA TJ, et al., 2006). Essa heterogeneidade não constitui mera variação analítica, mas traduz a sensibilidade metabólica da planta a fatores ecológicos e agronômicos. Conforme reportado por Kpadonou Kpoviessi BG, et al. (2014), parâmetros como condições climáticas, regime hídrico, sazonalidade, localização geográfica e método de extração exercem influência direta sobre a biossíntese dos metabólitos secundários, modulando quantitativa e qualitativamente a composição final do óleo essencial.

Composição química do *Ocimum gratissimum*

Neste estudo, a caracterização do OEAC por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM) possibilitou a identificação de 15 constituintes responsáveis por 98,0% da composição total da amostra (**Tabela 1**), evidenciando predominância expressiva de eugenol (47,3%), corroborando os dados previamente reportados por Faria TJ, et al. (2006). Vale ressaltar que o eugenol se destaca por sua versatilidade biológica, com atuação associada à interação com estruturas celulares microbianas e à interferência em processos metabólicos essenciais, incluindo a inibição de enzimas intracelulares (MARCHESE A, et al., 2017; MELO RS, et al., 2019).

Além disso, trata-se de um composto amplamente investigado por sua atividade frente a bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e fungos, bem como por seus efeitos analgésicos e anti-inflamatórios (MARCHESE A, et al., 2017). Outros constituintes majoritários incluíram o cis-β-ocimeno (25,9%) e o germacreno-D (11,5%), ambos descritos na literatura por apresentarem atividades antimicrobianas e antioxidantes (FIDAN H, et al., 2019).

Tabela 1 - Principais compostos encontrados na varredura feita da amostra de OEAC, classe, áreas relativas dos picos, índices de retenção experimental e na literatura e referencial bibliográfico.

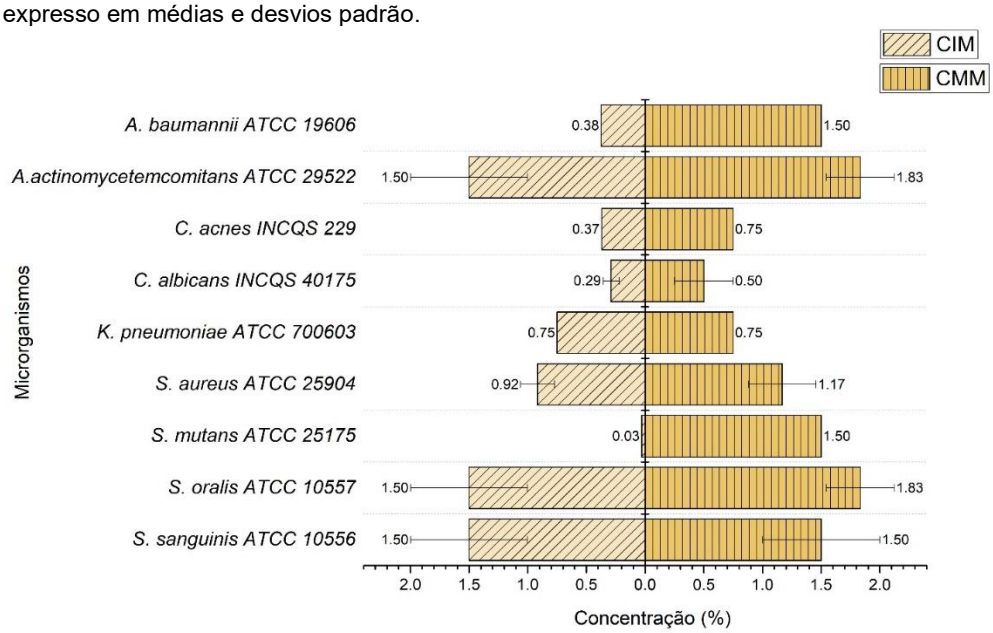
Composto	Classe	Área (%)	IR exp.	IR lit.
α-tujeno	Monoterpeno	0.8	923	925
sabineno	Monoterpeno	0.7	974	974
β-mirceno	Monoterpeno	0.7	991	991
cis-β-ocimeno	Monoterpeno	25.9	1040	1041
trans-β-ocimeno	Monoterpeno	1.4	1051	1052
γ-terpineno	Monoterpeno	0.6	1064	1064
alo-ocimeno	Monoterpeno	0.6	1133	1132
terpinen-4-ol	Monoterpeno	0.6	1084	1084
eugenol	Fenilpropanoide	47.3	1366	1362
α-copaeno	Sesquiterpeno	1.9	1388	1390
β-bourboneno	Sesquiterpeno	0.9	1398	1401
β-elemeno	Sesquiterpeno	0.8	1401	1403
trans-cariofileno	Sesquiterpeno	3.7	1436	1431
germacreno-D	Sesquiterpeno	11.5	1499	1503
δ-cadineno	Sesquiterpeno	0.6	1538	1540
TOTAL		**98.0%**		

Legenda: IR exp: índice de retenção no experimento; IR lit: índice de retenção na literatura.
Fonte: Moraes MFL, et al., 2026.

Atividade antimicrobiana

Nos ensaios de CIM, o OEAC apresentou atividade antimicrobiana frente a microrganismos Gram-positivos, Gram-negativos e leveduras, com valores variando entre 1,5% e 0,03% (**Gráfico 1**). De forma consistente, nos testes de CMM, observou-se ação microbicida do óleo em concentrações entre 0,5% e 1,83%, o que é sustentado pela literatura, que descreve que óleos essenciais ricos em eugenol atuam predominantemente por meio de alterações na integridade e na funcionalidade da membrana citoplasmática, promovendo aumento da permeabilidade celular, desequilíbrio iônico e perda de componentes intracelulares essenciais (MARCHESE, et al., 2017; NISAR MF, et al., 2021). Esses eventos comprometem o metabolismo energético e a organização estrutural das células microbianas, podendo ainda estar associados à indução de estresse oxidativo e a danos em macromoléculas.

Gráfico 1 - Perfil antimicrobiano do OEAC determinado pelos ensaios de CIM e CMM (%) expresso em médias e desvios padrão.

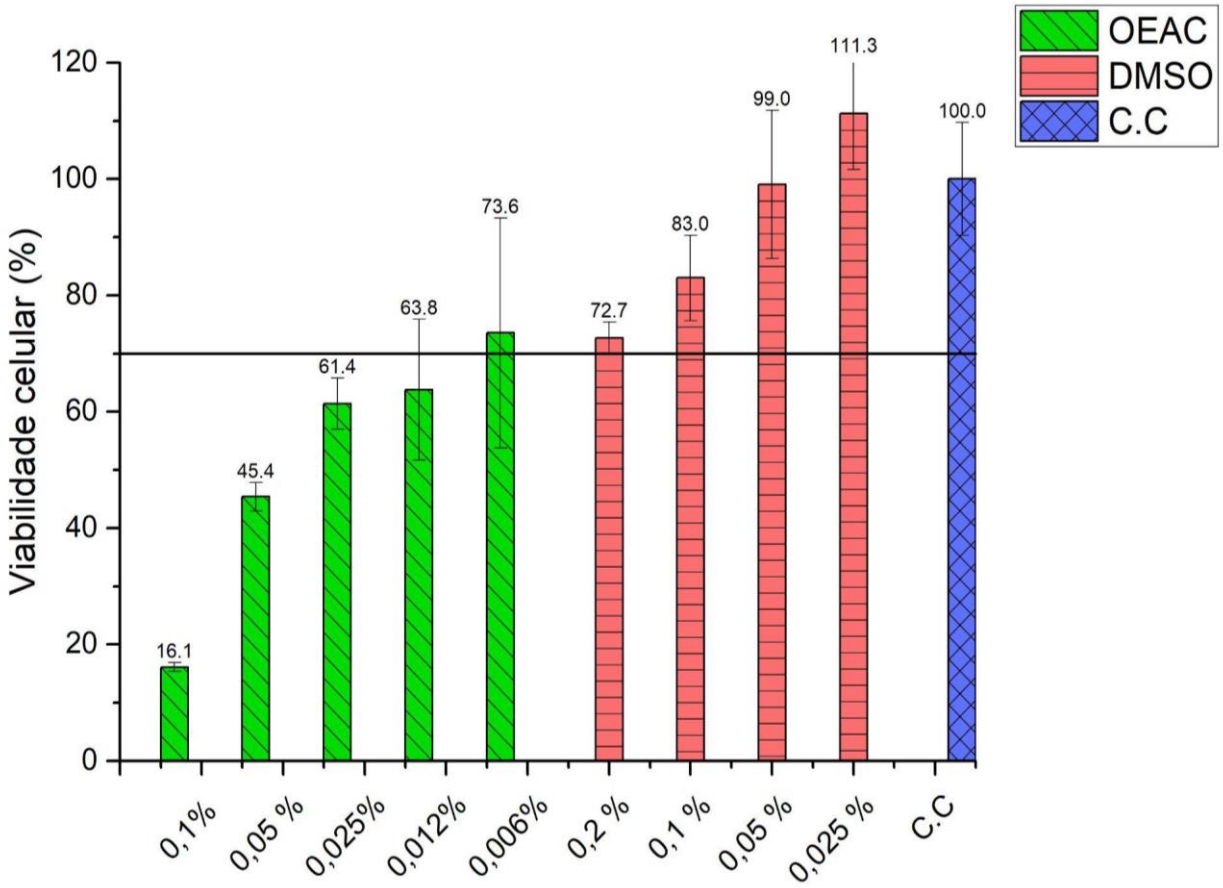


Legenda: CIM: concentração inibitória mínima; CMM: concentração microbicida mínima.
Fonte: Moraes MFL, et al., 2026.

Citotoxicidade

O **Gráfico 2** apresenta a porcentagem de viabilidade celular da linhagem J774A.1 após exposição ao OEAC e ao DMSO, em comparação com o controle de crescimento. De acordo com a norma ISO 10993-519 (2009), valores de viabilidade celular inferiores a 70% indicam potencial citotóxico do material avaliado. Considerando esse critério, observa-se que o OEAC apresentou diferentes níveis de atividade citotóxica, variando conforme a concentração testada. O óleo essencial demonstrou efeito citotóxico nas concentrações de 0,1%, 0,05%, 0,025% e 0,012%, enquanto na concentração de 0,006% foi classificado como levemente citotóxico para as células. Embora a avaliação de citotoxicidade *in vitro* constitua etapa fundamental na triagem inicial de segurança biológica, esse modelo não possui caráter conclusivo para a determinação do perfil toxicológico integral do composto. Por se tratar de sistemas celulares isolados, tais ensaios fornecem indicadores preditivos, porém limitados, sendo indispensável a realização de estudos complementares em modelos teciduais e *in vivo* para elucidação da farmacocinética, da biodistribuição e da segurança sistêmica do insumo (EISENBRAND G, et al., 2002).

Gráfico 2 - Porcentagem de crescimento celular da linhagem de macrófagos murinos J774A.1 frente a diferentes concentrações do OEAC e DMSO (nas mesmas concentrações utilizadas para solubilização do óleo) em relação ao controle de crescimento, expressa em médias e desvios padrão.



Legenda: OEAC: Óleo essencial de alfavaca-cravo; DMSO: dimetilsulfóxido (controle do solvente); C.C: controle de crescimento.
Fonte: Moraes MFL, et al., 2026.

No que se diz respeito a concentração de uso de óleos essenciais para o uso em mucosa oral, estudos indicam que concentrações de até 2% são eficazes para a antissepsia bucal e controle de biofilme sem que ocorram danos citotóxicos severos ao tecido (TISSERAND R e YOUNG R, 2013). No contexto da aplicação tópica, a literatura sugere que para o uso dermatológico contínuo em áreas extensas seja utilizada uma diluição entre 0,5% e 1%. Contudo, em aplicações localizadas, a concentração pode ser de até 5% desde

que sejam respeitados os limites de segurança para componentes fenólicos, evitando reações de hipersensibilidade (SARKIC A e STAPPEN I, 2018). Considerando a necessidade de manter concentrações dentro de faixas seguras, a incorporação de óleos essenciais em sistemas avançados de liberação controlada desponta como estratégia tecnológica particularmente promissora. A incorporação do óleo de *Ocimum gratissimum* em nanoemulsões e lipossomas, por exemplo, permite a liberação controlada dos seus constituintes, garantindo a penetração em tecidos profundos sem a necessidade de elevar a dosagem para níveis citotóxicos (BILIA AR, et al., 2019).

Na indústria cosmética, os sistemas *drug delivery* viabilizam o desenvolvimento de produtos anti-idade, conservantes naturais e novas formulações, em que a estabilidade química é essencial para garantir o potencial antioxidante e antimicrobiano do insumo (SARKIC A e STAPPEN I, 2018). Assim, a caracterização química e avaliação da citotoxicidade do óleo de *Ocimum gratissimum* fornece parâmetros críticos para a transposição do conhecimento tradicional em insumos farmacêuticos e cosméticos inovadores. Como resultado, essa abordagem consolida bases científicas robustas para a prospecção e o desenvolvimento racional de produtos de origem natural, em consonância com as demandas contemporâneas da saúde pública, da inovação tecnológica e do uso sustentável da biodiversidade (NEWMAN DJ e CRAGG GM, 2020).

Embora os resultados deste estudo sejam promissores, as avaliações de citotoxicidade e de atividade antimicrobiana foram conduzidas exclusivamente em modelos *in vitro*, que, apesar de permitirem uma triagem inicial de segurança e eficácia, não reproduzem a complexidade das interações farmacocinéticas e farmacodinâmicas características de organismos vivos (EISENBRAND G, et al., 2002).

Ademais, é preciso considerar que a variabilidade química do óleo, influenciada por fatores sazonais e geográficos, delimita a abrangência interpretativa dos achados, indicando que os dados apresentados correspondem especificamente ao lote analisado (KPOVIESSI BY, et al., 2012). Para viabilizar a aplicação definitiva desse ativo em formulações farmacêuticas e cosméticas, torna-se necessária a realização de estudos de estabilidade acelerada, ensaios de permeação cutânea e mucosa, bem como testes de irritabilidade dérmica *in vivo*, etapas essenciais para a confirmação de sua segurança e confiabilidade tecnológica (TISSERAND R e YOUNG R, 2013).

Em perspectiva translacional, a investigação da incorporação do óleo em sistemas de nanoencapsulamento voltados à liberação controlada de fármacos desponta como uma perspectiva futura capaz de contornar limitações inerentes, como a volatilidade, e de sustentar a validação do óleo essencial de *Ocimum gratissimum* como alternativa sustentável e eficaz, articulando conhecimento tradicional, inovação biomédica e enfrentamento da resistência bacteriana nas áreas de odontologia, medicina e veterinária (NEWMAN DJ e CRAGG GM, 2020).

CONCLUSÃO

Conclui-se que o óleo essencial de *Ocimum gratissimum* avaliado apresentou composição química rica em metabólitos bioativos, com predominância de eugenol, além de atividade antimicrobiana frente a bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e leveduras de relevância clínica. A citotoxicidade observada demonstrou comportamento dependente da concentração, indicando a necessidade de definição de faixas seguras de uso. Assim, o OEAC apresenta potencial promissor para futuras aplicações farmacêuticas e cosméticas, especialmente em formulações de uso tópico ou sistemas de liberação controlada. Contudo, são necessários estudos complementares de estabilidade, permeação, irritabilidade, segurança sistêmica e eficácia em modelos *in vivo* antes de sua aplicação prática.

FINANCIAMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - Brasil (processo BDT-00012-25).

REFERÊNCIAS

1. ADAMS RP. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. Carol Stream: Allured Business Media, 2012.
2. BILIA AR, et al. Essential oils loaded in nanosystems: a developing strategy for a successful therapeutic approach. Pharmaceutics, 2019; 11(4): 147.
3. CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. 32 ed. Wayne: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2022.
4. EISENBRAND G, et al. Methods of in vitro toxicology. Food and Chemical Toxicology, 2002; 40(2-3): 193-293.
5. FARIA TJ, et al. Antifungal activity of essential oil isolated from Ocimum gratissimum L. (eugenol chemotype) against phytopathogenic fungi. Brazilian Archives of Biology and Technology, 2006; 49(6): 867-871.
6. FIDAN H, et al. Chemical composition and antimicrobial activity of Laurus nobilis L. essential oils from Bulgaria. Molecules, 2019; 24: 804.
7. HYLDGAARD M, et al. Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. Frontiers in Microbiology, 2012; 3: 12.
8. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). Biological evaluation of medical devices. Part 5: Tests for cytotoxicity: in vitro methods. 3 ed. Geneva: ISO, 2009.
9. KPADONOU KPOVIESSI BG, et al. In vitro antitrypanosomal and antiplasmodial activities of crude extracts and essential oils of Ocimum gratissimum Linn from Benin and influence of vegetative stage. Journal of Ethnopharmacology, 2014; 155(3): 1417-1423.
10. KPOVIESSI BY, et al. Chemical variation of essential oil constituents of Ocimum gratissimum L. from Benin, and impact on antimicrobial properties and toxicity against Artemia salina Leach. Chemistry and Biodiversity, 2012; 9(1): 139-150.
11. MARCHESE A, et al. Antimicrobial activity of eugenol and essential oils containing eugenol: a mechanistic viewpoint. Critical Reviews in Microbiology, 2017; 43(6): 668-689.
12. MATASYOH JC, et al. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Ocimum gratissimum L. from different populations of Kenya. Food Chemistry, 2007; 101(4): 1397-1401.
13. MELO RS, et al. Chemical composition and antimicrobial effectiveness of Ocimum gratissimum L. essential oil against multidrug-resistant isolates of Staphylococcus aureus and Escherichia coli. Molecules, 2019; 24(21): 3864.
14. NAKAMURA CV, et al. Antibacterial activity of Ocimum gratissimum L. essential oil. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 1999; 94(5): 675-678.
15. NASCIMENTO GGF, et al. Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic-resistant bacteria. Brazilian Journal of Microbiology, 2000; 31(4): 247-256.
16. NASCIMENTO M, et al. Chemical profile of essential oil of Ocimum gratissimum L. and evaluation of antibacterial and drug resistance-modifying activity by gaseous contact method. Pharmacognosy Journal, 2015; 8: 4-9.
17. NEWMAN DJ, CRAGG GM. Natural products as sources of new drugs over the nearly four decades from 01/1981 to 09/2019. Journal of Natural Products, 2020; 83(3): 770-803.
18. NISAR MF, et al. Pharmacological properties and health benefits of eugenol: a comprehensive review. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2021; 2021: 2497352.
19. PRABUSEENIVASAN S, et al. In vitro antibacterial activity of some plant essential oils. BMC Complementary and Alternative Medicine, 2006; 6: 39.
20. SARKIC A, STAPPEN I. Essential oils and their single compounds in cosmetics – a critical review. Cosmetics, 2018; 5(1): 11.
21. SILVA FT, et al. Impact of microencapsulation on chemical stability and antimicrobial activity of Ocimum gratissimum L. essential oil. Industrial Crops and Products, 2021; 170: 113755.
22. TAVARES LCD, et al. Hydroalcoholic extract of Punica granatum L. (pomegranate) leaf: a promising phytotherapeutic agent against oral pathogens. Microbe, 2025; 7: 100384.
23. TISSERAND R, YOUNG R. Essential oil safety: a guide for health care professionals. 2 ed. St Louis: Elsevier Health Sciences, 2013.
24. VAN DEN DOOL H, KRATZ PD. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. Journal of Chromatography A, 1963; 11: 463-471.