



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
CAMPUS III - JUAZEIRO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS ENGENHARIA
DE BIOPROCESSOS E BIOTECNOLOGIA

ATIVIDADE BIOLÓGICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE ÓREGANO, TANGERINA
E MANJERICÃO

GRAZIELA DE MENEZES ARAÚJO

JUAZEIRO – BA

2024

GRAZIELA DE MENEZES ARAÚJO

**ATIVIDADE BIOLÓGICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE ÓREGANO, LARANJA E
MANJERICÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da UNEB – Universidade do Estado da Bahia – Campus III, como requisito para concessão do grau de Engenheira de Bioprocessos e Biotecnologia.

Orientadora: Dra. Sara Samanta da Silva Brito

JUAZEIRO - BA

2024


GRAZIELA DE MENEZES ARAÚJO

**ATIVIDADE BIOLÓGICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE ORÉGANO,
TANGERINA E MANJERICÃO**


Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, pelo Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Campus III, da Universidade do Estado da Bahia.

Aprovado em 17/12/2024


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **SARA SAMANTA DA SILVA BRITO**
Data: 03/09/2025 18:40:57-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Sara Samanta da Silva Brito
(Presidente/Orientador (a))
Universidade do Estado da Bahia – UNEB

Documento assinado digitalmente
 **LUANA PEREIRA GONCALVES**
Data: 04/09/2025 11:28:36-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. Luana Pereira Gonçalves
Universidade do Estado da Bahia – UNEB

Documento assinado digitalmente
 **ICARO VINICIUS SANTANA GOMES**
Data: 09/09/2025 11:47:55-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Mac. Ícaro Vinícius Santana Gomes
Universidade do Estado da Bahia- UNEB

JUAZEIRO-BAHIA
DEZEMBRO,2024

RESUMO

Plantas medicinais ricas em compostos bioativos, têm sido utilizados em diversas aplicações, incluindo o controle de fitopatógenos nas culturas agrícolas. Este trabalho avaliou a eficácia dos óleos essenciais de *Ocimum basilicum* (manjeriço), *Origanum vulgare* (orégano) e *Citrus reticulata* (tangerina) no controle da antracnose em mangueiras, causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides*. A metodologia envolveu a extração dos óleos essenciais por hidrodestilação, análise dos compostos bioativos por cromatografia gasosa, avaliação da atividade antioxidante pelo método DPPH e ensaios antifúngicos usando o caldo para determinar a Concentração Inibitória Mínima (MIC). Os resultados mostraram que os óleos apresentam alto potencial antifúngico, com o óleo de *Ocimum basilicum* apresentando o maior rendimento (10,0%) quanto pela maior eficácia no controle do patógeno, seguido pelos óleos de *Citrus reticulata* (1,16%) e *Origanum vulgare* (0,86%). A análise antioxidante confirmou a presença de compostos fenólicos e terpenos, que conferem elevada bioatividade aos óleos. Ensaio antifúngicos evidenciaram uma inibição significativa do crescimento micelial do fungo, com resultados consistentes após 24 e 48 horas. Esse estudo reforça o evidencia o potencial dos óleos essenciais como agentes alternativas e sustentáveis de fitopatógenos, contribuindo práticas agrícolas mais ecológicas, reduzindo o uso de fungicidas sintéticos.

Palavras-chaves: Agricultura sustentável, controle antifúngico, atividade antioxidante.

ABSTRACT

Medicinal plants rich in bioactive compounds have been used in several applications, including the control of phytopathogens in agricultural crops. This study evaluated the efficacy of essential oils from *Ocimum basilicum* (basil), *Origanum vulgare* (oregano) and *Citrus reticulata* (tangerine) in the control of anthracnose in mango trees, caused by the fungus *Colletotrichum gloeosporioides*. The methodology involved the extraction of essential oils by hydrodistillation, analysis of bioactive compounds by gas chromatography, evaluation of antioxidant activity by the DPPH method and antifungal assays using the broth to determine the Minimum Inhibitory Concentration (MIC). The results showed that the oils have high antifungal potential, with *Ocimum basilicum* oil presenting the highest yield (10.0%) and the greatest efficacy in controlling the pathogen, followed by *Citrus reticulata* (1.16%) and *Origanum vulgare* (0.86%) oils. Antioxidant analysis confirmed the presence of phenolic compounds and terpenes, which confer high bioactivity to the oils. Antifungal assays showed significant inhibition of mycelial growth of the fungus, with consistent results after 24 and 48 hours. This study reinforces the potential of essential oils as alternative and sustainable agents of phytopathogens, contributing to more ecological agricultural practices and reducing the use of synthetic fungicides.

Keywords: Sustainable agriculture, antifungal control, antioxidant activity.

Sumário

1. Introdução.....	7
2. Material e Método	9
2.1 Local do experimento	9
2.2 Extrações dos Óleos Essenciais	9
2.3 Determinação dos Compostos Fenólicos.....	10
2.4 Atividade Antioxidante pelo Método DPPH.....	10
2.5 Atividade Antimicrobiana.....	10
3 Resultados e Discussão.....	11
4 Conclusão	14
5. Referências Bibliográficas.....	15

1. INTRODUÇÃO

As plantas medicinais são uma rica fonte de compostos com propriedades microbianas, destacando-se os óleos voláteis extraídos de diversas espécies. Possuem componentes que apresentam diversas propriedades como: antioxidante, antiinflamatória, antiviral, antifúngica, analgésica, sedativa, espasmo líticas, antimicrobiana, dentre outras (Varquez et al. 2019). Os óleos essenciais são líquidos aromáticos podem ser derivados de folhas, flores, raízes e frutos, no entanto concentram a maior parte de seus compostos bioativos nas folhas, que são frequentemente a principal fonte de extração (Falleh et al., 2020; Raveau et al., 2020).

Além das diversas atividades terapêuticas mencionadas, a atividade antifúngica dos óleos essenciais está ligada à presença de compostos voláteis, que atuam interagindo com a membrana plasmática dos fungos, interrompendo funções essenciais como as mitocondriais. Esse mecanismo resulta em permeabilização, causando rupturas na membrana celular e levando à morte do patógeno (Mutlu-Ingok et al., 2020; Tariq et al., 2020). Entre as famílias vegetais produtoras desses compostos, destacamse Lamiaceae e Rutaceae, amplamente reconhecidas por suas propriedades terapêuticas, com espécies como *Ocimum basilicum* (manjeriço), *Origanum vulgare* (orégano) e *Citrus reticulata* (tangerina).

O *Ocimum basilicum*, pertencente à família Lamiaceae, conhecido como manjeriço apresenta a capacidade de prosperar em diversas faixas de temperatura. O óleo essencial de manjeriço tem sido objeto de estudos que demonstram sua eficácia como agente antimicrobiano e anti-inflamatório, evidenciando seu potencial terapêutico (Shirazi et al., 2014). A composição do seu óleo essencial pode variar amplamente devido a fatores como sazonalidade, localização geográfica e estágio de desenvolvimento da planta.

Apesar dessa variação, seus principais constituintes geralmente incluem monoterpenos oxigenados e compostos aromáticos, como eucaliptol, linalol, eugenol, carvacrol dentre outras. Esses componentes conferem ao óleo essencial propriedades bioativas que despertam interesse crescente na pesquisa científica (Elgndi, 2017), como a sua eficácia como aditivo alimentar e sua versatilidade em indústrias farmacêuticas e cosméticas têm sido exploradas devido às propriedades antimicrobianas, antioxidantes e aromáticas.

O *Origanum vulgare*, conhecido como orégano, espécie aromática, tradicional em temperos e planta medicinal. Essa planta com origem Europeia, possui diversas propriedades terapêuticas, incluindo ações antibacterianas, anticancerígenas e digestiva (Lan et al., 2022).

Seu óleo essencial tem em sua composição monoterpenos, hidrocarbonetos de sesquiterpenos, conhecidos como compostos fenólicos (Fikry et al, 2019), sua atividade antioxidante está associada a presença de carcravol, p-cymene e timol. A aplicação dessas composições pode ser usada em indústrias farmacêuticas e alimentícias, como alternativa para antioxidantes sintéticos (Bounar et al., 2020). Além disso, apresenta também potencial antifúngico contra vários microrganismos como *Botrytis cinérea*, *Penicillium italicum* e *P. digitatum*, *Fusarium culmorum*, *F. equiseti*, *F. avenaceum* e *F. moniliforme* (Bounar et al., 2020).

O gênero *Citrus*, fazem partes das plantas mais conhecidas e consumidas no mundo, incluindo a tangerina, laranjas, mandarinas e limões. Suas principais características são: doce, pouca acidez, aroma e sabor agradável, podendo ser consumida in natura (Zayed A et al., 2021). Os óleos cítricos contêm quase 99% de componentes voláteis, sendo sua composição química depende da espécie e método de extração (Mahato et al., 2019). Os óleos essenciais do gênero *Citrus* são conhecidos por suas propriedades biológicas, incluindo efeitos antissépticos e calmantes. A composição química dos óleos cítricos, predominada por limoneno, linalol e citronelal, varia conforme a espécie e o método de extração (Mahato et al., 2019). O óleo essencial de tangerina (*Citrus reticulata*) é amplamente estudado por suas aplicações antifúngicas, sendo eficaz contra fungos pós-colheita como *Colletotrichum gloeosporioides* e *Alternaria alternata* (Daferea et al., 2013).

Na agricultura, doenças como a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum* spp., representam uma ameaça significativa para diversas culturas, incluindo manga, mamão e citrus, causando perdas pós-colheita que podem chegar a 70% (Phoulivong et al., 2010). Estudos sugerem que óleos essenciais podem ser alternativas promissoras para o manejo de doenças agrícolas, reduzindo os riscos associados aos fungicidas químicos (Raveau et al., 2020; Lima et al., 2021). No entanto, a eficácia dos óleos essenciais varia conforme o tipo de óleo e as condições de aplicação. Dias et al. (2020) constataram que os óleos essenciais de alecrim e noni apresentaram baixa eficácia na redução do crescimento de *C. gloeosporioides* em mamões.

Em contrapartida, o uso de vapor de óleo essencial de capim-limão demonstrou ser uma estratégia eficaz para controlar a antracnose em mamões, sem interferir no processo de amadurecimento da fruta (Ali, Pheng; Mustafa, 2015). O óleo essencial de arruda (*Ruta graveolens* L.), combinado com revestimento de quitosana em emulsão, mostrou excelente ação antifúngica, inibindo o crescimento micelial e a germinação de conídios de *C.*

gloeosporioides. Esse método foi eficiente tanto *in vitro* quanto *in situ* em mamões, preservando as características organolépticas dos frutos (PeraltaRuiz et al., 2020).

Outro exemplo promissor é o uso de cera de carnaúba associada a óleos essenciais, como os de canela e alecrim, que reduziu significativamente o desenvolvimento de *C. truncatum* em mamões. Combinações com óleos de capim-limão e palmarosa também se mostraram eficazes no controle de *Alternaria alternata*, sem comprometer a qualidade dos frutos (Nascimento, 2020).

Com base nos avanços recentes sobre o potencial biológico dos óleos essenciais, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a atividade antifúngica e antioxidante dos óleos essenciais de *Ocimum basilicum* (manjeriço), *Origanum vulgare* (orégano) e *Citrus reticulata* (tangerina), visando identificar suas aplicações no controle de fitopatógeno, como o *Colletotrichum spp.* causador da antracnose em culturas agrícolas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia Microbiana (LBM), na Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus III, no Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS), localizado no município de Juazeiro - BA.

2.2 EXTRAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

Foram utilizadas 50g de folhas de orégano (*Origanum vulgare*) e 100g de casca de tangerina (*Citrus reticulata*) adquiridas do mercado local, o óleo de manjeriço foi adquirido comercialmente, já extraído, conforme os padrões exigidos para uso científico. As folhas e as cascas foram previamente secas em estufa por 48h, a 40°C. Após a secagem foram separadas em amostras, armazenadas e identificadas adequadamente até o processo de extração.

A extração dos óleos foi realizada pelo processo de hidrodestilação, com uso do aparelho Clevenger modificado, durante aproximadamente duas horas cada extração. Após as extrações, as amostras foram acondicionadas em frascos vedados, identificados e

mantidos em geladeira até o momento da implementação do bioensaio. O rendimento dos óleos essenciais foi calculado utilizando a fórmula:

Rendimento (%) = (massa do óleo essencial (g)/ massa da planta seca utilizada (g)x100).

2.3 DETERMINAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos dos óleos essenciais foram quantificados através da metodologia descrita por Boulanouar et al. (2013), indicando a quantidade de flavanois e ácido hidroxicinâmico. Para isso, 1 mL do óleo essencial foi diluído em com 1 mL de etanol aquoso (95% v/v) contendo 0,1% de ácido clorídrico e 8 mL de ácido clorídrico a 2%. A absorvância foi medida em 320 nm para ácido hidroxicinâmico, 360 nm para flavanois utilizando o espectrofotômetro de marca Kasuaki. Os resultados foram expressos ácido caféico (CAE) para derivados de hidroxicinâmico e quercetina (QE) para flavonoides.

2.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DPPH

A avaliação da atividade antioxidantes dos óleos essenciais, foi feita pelo método 2,2-difenil-1-picil-didrazila (DPPH). Foi preparada uma solução de DPPH em concentrações diferentes. Os óleos essenciais foram diluídos em metanol nas concentrações (0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,50; 1,0;2,0 mg/mL). Para avaliação, foram adicionadas em tubo de ensaio 10 mg/mL da solução estoque de DPPH, seguido 2 mL da solução de óleos essenciais. Posteriormente, foi preparada o branco, sendo uma mistura de 2 mL de metanol e a solução de DPPH. Após 60 minutos em repouso em temperatura ambiente no escuro, foram realizadas leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 517nm. A atividade antioxidante foi calculada de acordo com a equação:

$AA = [(ADPPH-AS) / ADPPH] \times 100$, onde, AS: absorvância da solução do OE, ADPPH: absorvância da solução de DPPH.

A concentração necessária para inibir 50% do radical DPPH (EC50) foi determinada a partir do gráfico de percentual de inibição em função da concentração dos óleos essenciais.

2.5 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

A atividade antimicrobiana dos óleos essenciais foi avaliada pela metodologia de da Concentração Inibitória Mínima (MIC). Para isso foi utilizado o fungo *Colletotrichum* spp pertencente à coleção de culturas do Laboratório de Biotecnologia Microbiana (LBM) da

UNEB, no Departamento de Tecnologia de e Ciências Sociais, Campus III, localizado em Juazeiro-BA, isolado da cultura da manga. O *Colletotrichum* spp. foi inoculado em meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-ágar) e incubado em temperatura ambiente por 10 dias. Após o período de incubação, foram selecionadas colônias puras, que apresentavam características típicas de *Colletotrichum* spp. para serem utilizadas nos experimentos subsequentes.

A Concentração Inibitória Mínima (MIC) foi determinada através da diluição dos óleos essenciais em meio de cultivo líquido do tipo batata-dextrose (BD) nas concentrações 2,0; 1,0; 0,50; 0,25; 0,15 $\mu\text{L}/\text{mL}$ diluído com Tween 80 (5%), em placa de Elisa contendo 96 poços em cada poço foi adicionada a suspensão de esporos fúngicos na concentração de 10^6 conídios/mL. Cada óleo essencial foi distribuído, em duplicada, além dos controles que continham apenas o meio BD e o fungo; o meio BD e o Tween 80 (5%) e o meio de cultivo apenas.

A avaliação se deu através de observação visual do crescimento do microrganismo nos poços por 24h e 48h comparando com o controle positivo. Após esse período, alíquotas de 10 μL de cada poço onde o crescimento fúngico não foi observado, foi inoculado em placas de petri com meio de cultivo padrão batata-dextrose-ágar (BDA) para avaliar se a atividade fungistática ou fungicida dos óleos essenciais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O óleo essencial de tangerina extraído no estudo apresentou coloração amarelada e um rendimento de 0,86%, por outro lado, o óleo extraído do orégano apresentou coloração transparente com um rendimento de 1,16 %, superior ao óleo essencial de tangerina. Em relação a atividade antioxidante foi observado que o óleo essencial de tangerina possui maior atividade antioxidante, necessitando de menor concentração ($EC_{50} = 1,23 \text{ mg. mL}^{-1}$) para inibir 50% dos radicais livres entre os três óleos testados, seguido pelo manjeriço e orégano (Tabela 1).

Tabela 1. Atividade antioxidante dos óleos essenciais de *Origanum vulgare*, *Citrus reticulata*, *Ocimum basilicum* pelo método do DPPH (média \pm desvio padrão).

Espécie	EC 50 (mg. mL ⁻¹)
<i>Origanum vulgare</i> (Orégano)	5,57 \pm 3,31
<i>Citrus reticulata</i> (Tangerina)	1,23 \pm 1,02
<i>Ocimum basilicum</i> (Manjeriço)	1,45 \pm 1,03

Fonte: autora 2024

O gênero *Citrus* conhecido por conter mais de 170 compostos fitoquímicos, onde mais de 60 deles são flavonoides, sendo uma das frutas com mais alto nível de antioxidantes, possuindo propriedades anti-inflamatórias e antitumorais. O óleo essencial da tangerina foi extraído da casca da tangerina, segundo a literatura a casca ds espécies do gênero possuem grandes quantidades de compostos fenólicos, e são mais bioativos quando comparados ao suco da fruta, devido a sua alta atividade biológica (Raimundo, 2016).

O óleo essencial de orégano, em outros estudos, exibiu uma atividade antioxidante significativa, conforme demonstrado pelos valores consistentes de inibição da eliminação de radicais livres DPPH, que alcançaram 59,09% na concentração de 1000 ppm. Quando comparado com os resultados do estudo presente, essa atividade antioxidante também se revela promissora, destacando o potencial do óleo essencial de orégano como uma fonte eficaz de compostos antioxidantes. (Jnaid, Y. et al. 2016).

A atividade antioxidante do óleo essencial de manjerição se deve a sua composição química, rica em compostos fenólicos como o eugenol (Barbosa, Celma et al.,2020). Estudos com óleo de manjerição demonstraram que a atividade antioxidante variou de 100 a 77% de radicais livres nas maiores concentrações de (15,6; 7,8 e 3,9 $\mu\text{g. mL}^{-1}$), quando comparados aos resultados do presente estudo se mostraram promissores quando comparados a outros estudos (Vasconcelos et al., 2021; Barbosa, C. O. et al. 2020) e colaboradores também obtiveram forte potencial antioxidante para o óleo de manjerição pelo método DPPH, com CE_{50} 2,31 $\mu\text{g/mL}$, este resultado agrega um valor diferencial na produção de alimentos funcionais e biofilmes com funcionalidade de preservação ou controle de doenças crônicas.

Na tabela 2 é possível observar os resultados dos compostos fenólicos para os óleos essenciais estudados. Confirmando o resultado do potencial antioxidante visto anteriormente, o óleo essencial de tangerina apresenta a maior quantidade de flavanois totais e derivados do ácido hidroxicinâmico que são responsáveis por essa atividade, assim como o óleo essencial de manjerição. Outros autores já relataram a presença desses compostos em manjerição com valores muito inferiores ao encontrado no presente estudo, como Silva e Mayara (2011) que encontraram 14,87 mg/Eq/g, no entanto essa característica pode ocorrer em função das condições de clima, solo e manejo das plantas selecionadas para a extração.

Tabela 2. Flavanois totais (mg/QE.g^{-1}) e derivados do ácido hidroxicinâmico (mg/CAE.g^{-1}) dos óleos essenciais de *Origanum vulgare*, *Citrus reticulata*, *Ocimum basilicum* (média \pm desvio padrão).

Espécie	Flavanois totais (mg/QE.g ⁻¹)	Derivados do ácido hidroxicinâmico (mg/ACE.g ⁻¹)
<i>Origanum vulgare</i> (Orégano)	199,66 ± 80,74	214,63 ± 55,66
<i>Citrus reticulata</i> (Tangerina)	342,49 ± 291,44	464,75 ± 44,11
<i>Ocimum basilicum</i> (Manjeriçã)	321,86 ± 245,58	516,20 ± 73,01

Fonte: Autora 2024

Em relação a atividade antifúngica os resultados obtidos demonstram a eficiência dos óleos essenciais de orégano, tangerina e manjeriçã em todas as concentrações testadas. Com Concentração Mínima Inibitória (MIC) de 1,0 µL/mL para todas os óleos, como pode ser observado na Tabela 3.

A atividade antifúngica do óleo essencial de *Origanum vulgare* foi amplamente estudada, demonstrando resultados promissores contra diversos fungos fitopatogênicos. De acordo com Romero et al. (2012), o óleo apresentou inibição completa do crescimento micelial e da germinação de esporos em concentrações a partir de 500 ppm. Em concentrações mais baixas, como 250 ppm, a inibição foi parcial, variando conforme o fungo, sendo de 64,81% para *Corynespora cassiicola*, 73,95% para *Fusarium sp.* e 33,58% para *C. gloeosporioides*. Essa eficácia é atribuída ao alto teor de compostos fenólicos, como carvacrol e timol, que possuem capacidade de estabilizar radicais livres, contribuindo para sua ação antifúngica (Imran et al., 2022).

Tabela 3. Concentração Inibitória Mínima (MIC) dos óleos essenciais de *Origanum vulgare*, *Citrus reticulata*, *Ocimum basilicum* frente ao *Colletotrichum spp.*

Espécie	MIC (µL/mL)
<i>Origanum vulgare</i> (Orégano)	1,0
<i>Citrus reticulata</i> (Tangerina)	1,0
<i>Ocimum basilicum</i> (Manjeriçã)	1,0

Autora: 2024

Os óleos essenciais de espécies do gênero *Citrus* também têm sido estudados pela sua atividade antifúngica. Metoui et al. (2015) avaliaram o óleo essencial de *C. aurantium* (laranjaazedra) e observaram inibição do crescimento de fungos como *Fusarium spp.* e *Botrytis cinerea*, com taxas de inibição variando entre 38% e 84% em concentrações de 0,2 a 0,4 µL/mL. Embora eficazes, essas concentrações não atingiram 100% de inibição. Por outro lado, Chutia et al. (2019) destacaram que o óleo de *C. reticulata* (tangerina), em concentração de 0,2%, foi

capaz de inibir completamente o crescimento de fungos como *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum* e *Helminthosporium oryzae*, evidenciando uma eficácia elevada mesmo em concentrações inferiores à MIC de 1,0 µL/mL.

Para o óleo essencial de manjeriço, foram realizados estudos sobre o desempenho do óleo essencial do no controle da antracnose pós-colheita na Banana Prata, utilizando o método de diluição, o estudo in vitro apresentou o resultado de inibição total do *C. gloeosporioides* nas concentrações 4,5; 6,0; 7,5 µL/mL (Silva e Rafael. 2022). Esses estudos destacam a importância de investigar a composição química e as condições de aplicação dos óleos essenciais, uma vez que fatores como concentração, composição e método de aplicação influenciam diretamente na eficácia antifúngica.

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo reforçam o potencial dos óleos essenciais de *Citrus reticulata*, *Ocimum basilicum* e *Origanum vulgare* como agentes biológicos no manejo de fitopatógenos. A eficácia antioxidante do óleo essencial de tangerina, em particular, associada à elevada concentração de compostos fenólicos, demonstra sua relevância como alternativa natural aos antioxidantes sintéticos. O desempenho antifúngico consistente dos três óleos essenciais frente ao *Colletotrichum* spp., com Concentração Inibitória Mínima (CIM) de 1,0 µL/mL, evidencia sua viabilidade para o controle sustentável da antracnose em culturas agrícolas.

Embora os dados obtidos sejam promissores, há necessidade de estudos adicionais para investigar fatores como a estabilidade dos óleos essenciais em diferentes condições ambientais, métodos de aplicação em larga escala e possíveis impactos em outras culturas. Assim, espera-se que essas pesquisas complementares contribuam para a adoção de práticas agrícolas mais

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, A.; PHENG, T. W.; MUSTAFA, M. A. Application of lemongrass oil in vapour phase for the effective control of anthracnose of ‘Sekaki’ papaya. *Journal of Applied Microbiology*, v. 118, p. 1456-1464, 2015.
- BARBOSA, C. O. et al. Composição química e atividade antioxidante de espécies de *Ocimum* (manjeriço). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2020, São Paulo. Anais [...]. Campinas: Galoá, 2020. Disponível em: <https://proceedings.science/cbcta-2020/trabalhos/composicao-quimica-e-atividadeantioxidante-de-especies-de-ocimum-manjericao?lang=pt-br>. Acesso em: 7 dez. 2024.
- BETTIOL, W. M. A. B.; MORANDI, M. A. B. *Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2019.
- BOUNAR, R.; KRIMAT, S.; BOUREGHDA, H.; DOB, T. Análises químicas, efeitos antioxidantes e antifúngicos de óleos essenciais de orégano e tomilho sozinhos ou em combinação contra espécies selecionadas de *Fusarium*. *Jornal Internacional de Pesquisa Alimentar*, v. 27, n. 1, p. 66-77, 2020.
- BOULANOUAR, B. et al. Antioxidant activities of eight Algerian plant extracts and two essential oils. *Industrial Crops and Products*, v. 46, p. 85-96, 2013.
- CARVALHO, P.C.L.; SÁ, N.P.; LACERDA, I.C.A.; PATARO, C. Anti-Candida activity of cinnamon: inhibition of virulence factors of clinical strains of *Candida albicans* by essential oil of *Cinnamomum zeylanicum*. *PSM Microbiology*, v. 3, p. 4-12, 2018.
- DAFERERA, D. J.; ZIOGAS, B. N.; POLISSIOU, M. G. Analysis of essential oils from some Greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *Journal of Agriculture Food Chemical*, v. 48, p. 2576-2581, 2013.
- DE ALMEIDA, P. et al. Propriedades antioxidantes e antifúngicas dos óleos de orégano (*Origanum vulgare*) e hortelã (*Mentha arvensis*) e a comuna de *Penicillium*, para uso em alimentos. *Technology*, v. 42, e64921, 2022.
- DIAS, B. L. et al. Control of papaya fruits anthracnose by essential oils of medicinal plants associated to different coatings. *Journal of Medicinal Plants Research*, v. 14, n. 6, p.239-246, 2020
- ELGNDI, M.A. et al. Atividade antioxidante e citotóxica de óleos essenciais e extratos de *Satureja montana* L., *Coriandrum sativum* L. e *Ocimum basilicum* L. obtido por extração de fluidos supercríticos. *J. Supercrit. Fluidos*, v. 128, p. 128-137, 2017.
- FALLEH, H.; BEN JEMAA, M.; SAADA, M.; KSOURI, R. Óleos essenciais: um conservante alimentar ecológico promissor. *Química Alimentar*, v. 330, p. 127268, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127268>.

FIKRY, S.; KHALIL, N.; SALAMA, O. Perfil químico, dinâmica biostática e biocida de *Origanum vulgare* L. óleo essencial. *AMB Express*, v. 9, p. 41, 2019.

JNAID, Y.; YACOUB, R.; AL-BISKI, F. *Antioxidant and antimicrobial activities of Origanum vulgare essential oil*. *International Food Research Journal*, v. 23, n. 4, p. 1706-1710, 2016. Disponível em: <http://www.ifrj.upm.edu.my>. Acesso em: 12 jan. 2025.

LAN, W.; ZHAO, X.; CHEN, M.; XIE, J. Atividade antimicrobiana e mecanismo do óleo essencial de orégano contra *Shewanella putrefaciens*. *Journal of Food Safety*, v. 42, e12952, 2022.

LIMA, N. B. Etiologia e epidemiologia das espécies de *Colletotrichum* relacionadas com a antracnose em frutos de mangueira no nordeste brasileiro. 2021. 71 f. Tese (Doutorado) — Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2021.

MAHATO, N.; SHARMA, K.; KOTESWARARAO, R.; et al. Óleos essenciais cítricos: extração, autenticação e aplicação na preservação de alimentos. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 59, p. 611-625, 2019.

NASCIMENTO, M. T. A. Cobertura enriquecida com óleos essenciais no controle de *Colletotrichum truncatum* e *Alternaria alternata* em mamão. 42f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Mossoró-RN, 2020.

PERALTA-RUIZA, Y. et al. *Colletotrichum gloeosporioides* inhibition using chitosan-Ruta graveolens L essential oil coatings: Studies in vitro and in situ on *Carica papaya* fruit. *International Journal of Food Microbiology*, v. 326, p. 1-13, 2020.

PHOULIVONG, S. et al. *Colletotrichum gloeosporioides* is not a common pathogen on tropical fruits. *Fungal Diversity*, v. 44, n. 1, p. 33-43, 2010.

PITARO, S. P.; FIORANI, L. V.; JORGE, N. Potencial antioxidante dos extratos de manjeriço (*Ocimum basilicum* Lamiaceae) e orégano (*Origanum vulgare* Lamiaceae) em óleo de soja. Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus São José do Rio Preto, Rua Cristó, 2020.

RAIMUNDO, M. G. M. Manual de Citros. Coordenadoria de Desenvolvimento dos Agronegócios, São Paulo, 2018. Disponível em: (http://www.codeagro.sp.gov.br/uploads/publicacoes/Cesans/Manual_Citros_2016.pdf).

RAVEAU, R.; FONTAINE, J.; LOUNÈS-HADJ SAHRAOUI, A. Óleos essenciais como

potenciais produtos alternativos de biocontrole contra patógenos de plantas e ervas daninhas: uma revisão. *Alimentos*, v. 9, n. 3, p. 365, 2020.

SHIRAZI, M. T.; GHOLAMI, H.; KAVOOSI, G.; et al. Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of *Tagetes minuta* and *Ocimum basilicum* essential oils. *Food Science and Nutrition*, v. 2, n. 2, p. 146–155, 2014.

SILVA, R. S. C.; NEVES, L. C.; MELO FILHO, A. A.; et al. Desempenho de óleos essenciais de manjerição e melaleuca com potencial controle da antracnose na pós-colheita da banana prata. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 8, e51810817109, 2022.

SILVESTRI, J. D. F.; CZYZEWSKI, E.; LERIN, L.; et al. Perfil da composição química e atividade antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata*). *Revista Ceres*, v. 57, n. 5, p. 589-594, 2010.

TARIQ, S. et al. Uma revisão abrangente do potencial antibacteriano, antifúngico e antiviral dos óleos essenciais e seus constituintes químicos contra patógenos microbianos resistentes a medicamentos. *Patogênese Microbiana*, v. 134, p. 103580, 2020.

VAZQUEZ, M. J. B.; CHINCHILLA, F. G.; MOLINA, A. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Psidium guajava* and *Cymbopogon citratus*. *Agronomía Mesoamericana*, v. 30, n. 1, p. 147-163, 2019.

VASCONCELOS, S. C.; RÉGIS, L. A.; MENEZES FILHO, A. C. P.; CAZAL, C. M.; PEREIRA, P. S.; CHRISTOFOLI, M. Composição química, atividade bactericida e antioxidante dos óleos essenciais das folhas de *Ocimum basilicum* e *Ocimum gratissimum* (Lamiaceae). *Research, Society and Development*, v. 10, n. 8, e51810817109, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i8.17109.

ZAYED, A.; BADAWEY, M. T.; FARAG, M. A. Valorização e otimização da extração de sementes de citrinos para aplicações alimentares e alimentares funcionais. *Food Chemistry*, v. 355, p. 129609, 2021.