

**UNIVERSIDADE BRASIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
CAMPOS FERNANDÓPOLIS S/P**

**ELIANE NOGUEIRA DE SOUZA SOUTO**

**EFEITO ANTIMICROBIANO DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE  
*Enterococcus faecalis***

**ANTIMICROBIAL EFFECT OF ESSENTIAL OILS ON *Enterococcus  
faecalis***

Fernandópolis, S/P

2024

**UNIVERSIDADE BRASIL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS**

**ELIANE NOGUEIRA DE SOUZA SOUTO**

**EFEITO ANTIMICROBIANO DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE**  
***Enterococcus faecalis***

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Prof.(a) Dra. Dora Inês Kozusny-Andreani.  
**Orientador(a)**

Prof.(a). Dr(a). Prof. Dr Acácio Navarrete.  
**Coorientador(a)**

Prof.<sup>a</sup>(o). Dr(a).Profa. Dra. Karina Camara Fernandes. **Coorientador(a)**

Fernandópolis-S/P  
2024

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Brasil,  
com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).**

S728e Souto, Eliane Nogueira de Souza.

Efeito antimicrobiano de óleos essenciais sobre enterococcus faecalis. / Eliane Nogueira de Souza Souto. - Fernandópolis -SP Universidade Brasil, 2024.

57f.:il.; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador (a): Prof.(a) Dra. Dora Inês Kozusny Andreani.  
Coorientador (a): Prof.(a) Dr. Acácio Aparecido Navarrete.  
Coorientador (a): Prof.(a) Dra. Karina Camara Fernandes.

1.Plantas medicinais. 2.Alecrim. 3.Orégano. 4.Atividade antibacteriana. I. Título.

CDD 615.3



**UNIVERSIDADE  
BRASIL**

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**ELIANE NOGUEIRA DE SOUZA SOUTO**

**"EFEITO ANTIMICROBIANO DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE  
ENTEROCOCCUS FAECALIS"**

**Dissertação** aprovada como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre no Programa de Mestrado em Ciências Ambientais** da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dra. Dóra Inês Kozusny Andreani  
(presidente-orientadora)

Prof. Dr. Luiz Sergio Vanzela

Dr. Sebastião Elias da Silveira

Fernandópolis-SP, 09 de abril de 2024.

**Prof. Dra. Dóra Inês Kozusny Andreani**  
(presidente-orientadora)



**UNIVERSIDADE  
BRASIL**

**Termo de Autorização**

**Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página  
WWW do Respeetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da  
CAPES**

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

**Título do Trabalho: "EFEITO ANTIMICROBIANO DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE  
ENTEROCOCUS FAECALIS"**

**Autor(es):**

Discente: Eliane Nogueira de Souza

Assinatura: *Eliane Nogueira de Souza*

**Orientador: Prof. Dra. Dóra Inês Kozusny Andreani**

Assinatura: *[Assinatura]*

Data: 27/03/2024

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente expresso minha gratidão a Deus pelo dom da vida e por me conceder a força e a energia necessárias para enfrentar o novo desafio que me propus, contando com a sabedoria Divina na realização desta etapa em minha jornada.

Ao meu esposo, José Vicente, agradeço por todo o amor, apoio, paciência e compreensão ao longo de cada fase vivenciada durante este curso.

Aos meus filhos, Wanderson Nogueira e Anniely Nogueira, agradeço por serem meus pilares, proporcionando suporte primordial em minha vida e estudos, contribuindo significativamente para a conquista desta vitória com esforço e dedicação.

A minha nora, Beatriz, que sempre se prontificou a me ajudar com carinho e paciência. Além disso, finalizando este curso, ela me dá a bela notícia da vinda, minha primeira neta (Cecília).

Aos meus pais, Osvaldo Antônio e Glória Nogueira, que sempre me incentivaram a buscar a realização dos meus sonhos e conquistas por meio dos estudos. Nunca desistir, pois as dificuldades nos tornam mais fortes e corajosos. Agradeço também aos meus irmãos, Erivelto, Helieny e Fabiana, por seu constante apoio.

Ao meu avô, José Nogueira, com 104 anos de idade, que, mesmo com pouco estudo, compreende a importância do desenvolvimento profissional.

À minha querida professora orientadora, Dra. Dora Inés Kozusny-Andreani, agradeço pela orientação, confiança, atenção e por acreditar em meu potencial, que em nenhum momento demonstrou desencorajamento e sim sempre com muito amor e dedicação pelo que faz. Reconheço sua grande disposição e ajuda ao longo desta jornada.

A todos os docentes da Universidade Brasil, expresso minha gratidão pela dedicação no ensino de excelência, demonstrando competência, esforço e sabedoria.

Aos colegas de sala de aula do curso de pós-graduação, compartilhamos experiências e conquistas de forma conjunta.

Ao Padre Marco Aurélio Eurípedes e Padre Hélio, agradeço pelas orações e apoio.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

*“Posso, tudo posso naquele que me fortalece  
Nada e ninguém no mundo vai me fazer desistir  
Quero, tudo quero, sem medo entregar meus projetos  
Deixar-me guiar nos caminhos  
Que Deus desejou pra mim e ali estar.  
Vou perseguir tudo aquilo que Deus já escolheu pra mim  
Vou persistir, e mesmo nas marcas daquela dor  
Do que ficou, vou me lembrar.  
E realizar o sonho mais lindo que Deus sonhou  
Em meu lugar estar na espera de um novo que vai chegar  
Vou persistir, continuar a esperar e crer  
E mesmo quando a visão se turva e o coração só chora  
Mas na alma, há certeza da vitória...  
Eu vou sofrendo, mas seguindo  
Enquanto tantos não entendem  
Vou cantando minha história, profetizando  
Que eu posso, tudo posso em Jesus”*

*Compositor: Celina Isaura Leite Borges.*

*“Tudo posso naquele que me fortalece” ... (Filipenses 4:13).*

## RESUMO

Na presente pesquisa, foi avaliada a atividade antimicrobiana de óleos essenciais contra a cepa padrão de *Enterococcus faecalis*. Foram determinadas a concentração inibitória mínima e a concentração bactericida mínima dos óleos de alecrim, capim cidreira, orégano e rosa mosqueta. Além disso, foi analisada a porcentagem de redução das unidades formadoras de colônias em relação a diferentes concentrações dos óleos e tempos de exposição. Com os óleos de alecrim e de orégano que apresentaram atividade antibacteriana em concentrações menores, para inibir o crescimento bacteriano (12,5% e 3,2%, respectivamente). Verificou-se que esses óleos, juntamente com os de capim cidreira e rosa mosqueta, apresentaram atividade antibacteriana contra *Enterococcus faecalis* ambos com a concentração de 25%. Observou-se que a nulidade na contagem de unidades formadoras de colônias foi alcançada em 120 minutos para o óleo de alecrim a 12,5% e em 60 minutos para o óleo de orégano, 180 minutos para óleo de capim cidreira e 210 minutos para o óleo de rosa mosqueta. Esses resultados indicam a possibilidade de utilização dos óleos essenciais na terapia antibacteriana contra infecções causadas por *E. faecali*

**Palavras-chave:** Plantas medicinais; alecrim; orégano; atividade antibacteriana.

## ABSTRACT

In the present research, the antimicrobial activity of essential oils against the standard strain of *Enterococcus faecalis* was evaluated. The minimum inhibitory concentration and the minimum bactericidal concentration of rosemary, lemongrass, oregano, and rosehip oils were determined. Additionally, the percentage reduction of colony-forming units in relation to different oil concentrations and exposure times was analyzed. With rosemary and oregano oils showing antibacterial activity at lower concentrations to inhibit bacterial growth (12.5% and 3.2%, respectively). It was found that these oils, along with lemongrass and rosehip oils, exhibited antibacterial activity against *Enterococcus faecalis*, both at a concentration of 25%. It was observed that the nullification of colony-forming unit counts was achieved in 120 minutes for rosemary oil at 12.5% and in 60 minutes for oregano oil, 180 minutes for lemongrass oil, and 210 minutes for rosehip oil. These results indicate the possibility of using essential oils in antibacterial therapy against infections caused by *E. faecalis*.

Keywords: Medicinal plants; rosemary; oregano; antibacterial activity

## DIVULGAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO

Este estudo analisou os potenciais antibacterianos de quatro óleos essenciais: alecrim, capim cidreira, orégano e rosa mosqueta, em relação à bactéria *Enterococcus faecalis*, conhecida por causar infecções. Descobriu-se que o óleo de orégano foi o mais eficaz, precisando de menor quantidade para parar o crescimento bacteriano. O alecrim também mostrou bons resultados, diminuindo a quantidade de bactérias ao longo do tempo. O capim cidreira e o rosa mosqueta foram menos eficazes, mas ainda assim mostraram algum potencial em concentrações mais altas. Esses resultados são empolgantes porque sugerem que os óleos essenciais podem ser usados para criar novos tratamentos contra infecções bacterianas, oferecendo uma alternativa natural aos antibióticos tradicionais. Isso é importante porque muitas bactérias estão se tornando resistentes aos antibióticos, então encontrar novas maneiras de combatê-las é essencial para a saúde pública.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Orégano ( <i>Origanum vulgare</i> ).....	24
Figura 2 – Capim cidreira ( <i>Cymbopogon citratus</i> ).....	26
Figura 3 – Alecrim ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.).....	27
Figura 4 – Rosa mosqueta ( <i>Rosa rubiginosa</i> spp. <i>Affinis</i> / <i>Rosa canina</i> L.).....	28
Figura 5 – Método de microdiluição em placas para determinação da concentração inibitória mínima (CIM).....	32
Figura 6 – Comportamento da carga microbiana em relação ao tempo de exposição ao óleo de alecrim nas concentrações estudadas.....	37
Figura 7 – Comportamento da carga microbiana em relação ao tempo de exposição ao óleo de capim cidreira nas concentrações estudadas.....	39
Figura 8 – Comportamento da carga microbiana em relação ao tempo de exposição ao óleo de orégano nas concentrações estudadas.....	42
Figura 9 – Comportamento da carga microbiana em relação ao tempo de exposição ao óleo de rosa mosqueta nas concentrações estudadas.....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Concentrações mínima inibitória e bactericida para cada um dos óleos avaliados no estudo.....	34
Tabela 2 - Contagem microbiana do <i>Enterococcus faecalis</i> submetido ao óleo essencial de alecrim nas suas respectivas concentrações.....	35
Tabela 3 - Contagem microbiana do <i>Enterococcus faecalis</i> submetido ao óleo essencial de capim cidreira nas suas respectivas concentrações.....	38
Tabela 4 - contagem microbiana do <i>Enterococcus faecalis</i> submetido ao óleo essencial de orégano nas suas respectivas concentrações.....	41
Tabela 5 - mostra a contagem microbiana do <i>Enterococcus faecalis</i> submetido ao óleo essencial de rosa mosqueta nas suas respectivas concentrações.....	44
Tabela 6 - Média±desvio padrão (Mediana) da variação percentual (%) da contagem microbiana em relação aos óleos essenciais avaliados.....	46

## **LISTA DE SIGLAS**

ATP - adenosina trifosfato

BHI - Brain Heart Infusion Agar(meio de cultivo)

C° - grau celso

CBM - concentração bactericida mínima

CFU - ou UFC - unidade formadora de colônias

CIM - concentração inibitória mínima

CLSI - Clinical and Laboratory Standards Institute

IRA - Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde

µL - microlitro

MDA - Malondialdeído

MHA OU MHB - Muller Hinton

NaCl - cloreto de sódio

OE(S) - óleo(s) essencial(s)

OEO - óleo essencial de orégano

PBS - Tampão de Fosfato Salino

PNPMF - Plantas Medicinais e Fitoterápicos

RAM - resistência Microbiana

ROS - Reactive Oxygen Species

RPM - rotação por minuto

T° - temperatura

V/V - Volume/volume

## Sumário

1. 1. INTRODUÇÃO.....	15
2. 2. OBJETIVO GERAL.....	17
<b>2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>17</b>
3. 3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
<b>3.1 ENTEROCOCCUS FAECALIS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 MULTIRRESISTÊNCIA À ANTIMICROBIANOS .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 ÓLEOS ESSENCIAIS.....</b>	<b>21</b>
<b>3.4 ÓLEO DE ORÉGANO (ORIGANUM VULGARE L.).....</b>	<b>24</b>
<b>3.5 CAPIM CIDREIRA (CYMBOPOGON CITRATUS).....</b>	<b>26</b>
<b>3.6 ALECRIM (ROSMARINUS OFFICINALIS L.).....</b>	<b>27</b>
<b>3.7 ROSA MOSQUETA (ROSA RUBIGINOSA SPP. AFFINIS/ROSA CANINA L.).....</b>	<b>28</b>
4. 4. MATERIAL E MÉTODOS .....	30
<b>4.1 LINHAGEM BACTERIANA E MEIOS DE CULTIVO .....</b>	<b>30</b>
<b>4.2 ÓLEOS ESSENCIAIS.....</b>	<b>30</b>
<b>4.3 TESTE DE ESTERILIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL .....</b>	<b>31</b>
<b>4.4 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA (CIM) E CONCENTRAÇÃO BACTERICIDA MÍNIMA (CBM) .....</b>	<b>31</b>
<b>4.5 CINÉTICA BACTERICIDA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS.....</b>	<b>32</b>
<b>4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....</b>	<b>33</b>
5. 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34

6. 6. CONCLUSÃO.....	47
7. REFERÊNCIAS.....	48

## 1. INTRODUÇÃO

Os microrganismos, como bactérias, vírus e fungos desempenham papéis importantes na manutenção do equilíbrio da saúde humana; alguns deles são benéficos, como nos processos digestivos, sintetizando vitaminas e fortalecendo o sistema imunológico. Porém, alguns microrganismos patogênicos podem causar doenças, sendo de suma importância o controle e prevenção de infecções. O *enterococcus faecalis* pode causar Infecções intestinais, infecções do trato urinário, resistência a antibióticos e transmissão de doenças com contaminação direta ou indireta. O *Enterococcus faecalis* é uma bactéria Gram-positiva, que faz parte do sistema gastrointestinal humano, e coloniza também em animais, servindo de reservatório de bactérias e genes com capacidade de causar infecções resistentes a antimicrobianos (GIRIDHARA UPADHYAYA *et al.*, 2020).

As vias de transmissão dos micro-organismos podem impactar em maior capacidade da patogenicidade dos mesmos. Destaca-se as principais vias de transmissão: via aérea, via oral, vias invasivas, via cutânea/mucosas (TEIXEIRA, D. A, *et.at* 2020). A busca por alternativas, através de óleos vegetais, é impulsionada pela crescente resistência microbiana, uma preocupação global devido à resistência dos microrganismos a múltiplos medicamentos e às mutações frequentes. Fatores como o uso inadequado de antibióticos contribuem para essa resistência, tornando esses óleos uma opção promissora para combater infecções.

As plantas medicinais são fontes de diferentes metabólitos secundários bioativos, utilizados no desenvolvimento de agentes terapêuticos inovadores que apresentam benefícios à saúde (MOHAMED, ALOTAIBI, 2023).

As plantas aromáticas produtoras de grandes quantidades de óleos essenciais são importantes ingredientes terapêuticos utilizados no desenvolvimento de novos medicamentos para o tratamento de diversas doenças devido à sua conhecida eficácia, pelas suas propriedades antivirais, antidiabéticas, anticancerígenas, antibacterianas, antioxidantes e de aromaterapia (BORZINI *et al.*, 2016; DHIFI *et al*, 2016).

Os óleos essenciais são ingredientes bioativos com uma variedade de estruturas, como mono-terpenos, di-terpenos e sesqui-terpenos, elementos fenólicos, ingredientes contendo enxofre e componentes fenilpropanóides. Esses componentes,

utilizados de forma individual ou associados, podem ser empregados para novas e valiosas aplicações na saúde humana, na agricultura e no meio ambiente. Os óleos essenciais poderiam ser explorados como alternativa ou complementos aos compostos sintéticos da indústria química (HAZEM, IPPOLITO, 2017; RAMSEY *et al.*, 2020; OSAILI *et al.*, 2023).

Estudos recentes sugerem que os óleos essenciais podem contribuir para a regulação e modulação de vários biomarcadores e vias celulares responsáveis pela saúde metabólica, bem como para o desenvolvimento de muitas doenças, incluindo carcinoma (FENG *et al.*, 2021; PERUMALSAMY *et al.*, 2022, SHARMA *et al.*, 2022), diabetes (AWADALLAH *et al.*, 2017), doenças cardiovasculares (ALMANAITYTE *et al.*, 2020) e infecções bacterianas (OSAILI *et al.*, 2021, BOWBE *et al.*, 2023).

Os bioativos vegetais presentes nos óleos essenciais, apresentam poderosas capacidades antimicrobianas contra uma variedade de fungos, bactérias Gram-negativas e Gram-positivas, inclusive cepas multirresistentes aos antibióticos, e biofilmes microbianos (LANG, BUCHBAUER, 2012; JANANI *et al.*, 2021; SHAHINA *et al.*, 2022; NEAGU *et al.*, 2023).

Na odontologia, estudos mostra que extratos aquosos e óleos essenciais como os de orégano, tomilho, capim-limão, alecrim e melaleuca têm sido considerados como alternativas promissoras contra *Enterococcus faecalis* (NAGY-BOTA *et al.*, 2021; NAGY-BOTA *et al.*, 2021).

*Enterococcus faecalis* é uma espécie de bactéria Gram-positiva anaeróbia facultativa (ZANCAN *et al.*; 2018). Possui capacidade de colonizar ou aderir às superfícies proteicas e formar biofilmes, um dos mais importantes fatores de virulência. Apresentam alta resistência a elevados pH e concentrações salinas (GHASEMI *et al.*, 2020).

## 2. OBJETIVO GERAL

Objetivou-se nesta pesquisa avaliar *in vitro* a atividade microbiana dos óleos essenciais de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.), capim-cidreira (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf), e rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa* spp. *affinis*/*Rosa canina* L.) frente ao *Enterococcus faecalis*.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) dos óleos essenciais de *Rosmarinus officinalis* L., *Origanum vulgare* L., *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf e *Rosa canina* L.
- Avaliar o tempo de sobrevivência das bactérias por meio da curva de crescimento.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 *ENTEROCOCCUS FAECALIS*

Bactérias do gênero *Enterococcus* são um componente da microbiota natural do trato gastrointestinal tanto em humanos quanto em animais (HOLLENBECK, RICE, 2012). Os enterococos são cocos Gram-positivos, podendo ser visualizados como células individuais, arranjados aos pares ou em cadeias, não formam esporos, classificam-se como anaeróbios facultativos, o que significa que podem sobreviver tanto na presença quanto na ausência de oxigênio, sendo negativos para a enzima catalase (FISHER, PHILLIPS, 2009).

Os enterococos são microrganismos oportunistas em hospedeiros heterólogos, adaptados a ambientes ricos em nutrientes, com baixo teor de oxigênio, como o trato gastrointestinal e o trato genital feminino, sendo abundantemente encontrados nas fezes humanas. Tornam-se resistentes e persistentes em ambientes hospitalares (NOWAKIEWICZ, A. *et al* 2017). São capazes de se adaptar a diferentes condições ambientais, crescem em temperaturas de 10°C a 45°C, sendo a ideal 35°C, podendo resistir a 60° C, valores de pH entre 6 e 9 e altas concentrações de sal 6,5% NaCl (LINDENSTRAUSS *et al.*, 2013).

O gênero *Enterococcus*, por meio de biofilmes, possibilita a colonização de diversas superfícies, conferindo proteção contra agentes antimicrobianos e fagócitos, além de contribuir para a adesão e invasão de células hospedeiras (GARSIN *et al.*, 2014; WERNER, 2017). A substância de agregação (SA) e o ácido lipoteicóico são fatores de virulência relevantes, facilitando a adesão e resistência à fagocitose. Outros fatores, como a produção de gelatinase e hialuronidase, estão associados à destruição tecidual. Ao aderir e invadir tecidos, o microrganismo se multiplica e resiste aos mecanismos de defesa do hospedeiro. A resposta inflamatória exacerbada induzida por *E. faecalis* e seus fatores adversos contribui para danos teciduais em infecções persistentes (ZANDONÁ, 2017).

*Enterococcus faecalis* apresenta virulência decorrente de vários fatores, tais como colonização eficaz, competição bacteriana, resistência às defesas do hospedeiro, produção de toxinas e indução de inflamação. Esses fatores variam desde potencializadores até causadores diretos de infecções, desempenhando um papel fundamental na patogenicidade bacteriana (TORTORA *et al.*, 2017).

A complexa epidemiologia da bactéria, com múltiplas linhagens, destaca a habilidade de se ajustar à diversidade de nichos ecológicos. Esse fenômeno ressalta o desafio significativo que *Enterococcus faecalis* representa em contextos clínicos e ambientais (RUIZ-GARBAJOSA *et al.*, 2021).

### 3.2 MULTIRRESISTÊNCIA À ANTIMICROBIANOS

A Resistência Microbiana (RAM) compromete a eficácia da prevenção e tratamento de diversas infecções, abrangendo bactérias, fungos e parasitas. Esse fenômeno ocorre quando microrganismos sofrem alterações após exposição a antimicrobianos, como antibióticos e antifúngicos, resultando em organismos ultrarresistentes. Isso torna os medicamentos ineficazes, permitindo a persistência das infecções e aumentando o risco de propagação. A RAM representa uma ameaça crescente à saúde pública global, demandando ação coordenada de todos os setores governamentais e sociais (SWEILEH, 2021).

O aumento da resistência bacteriana aos antibióticos, incluindo riscos significativos de morte, invalidez, necessidade de cuidados intensivos, internações prolongadas e a utilização de antibióticos alternativos mais dispendiosos e prejudiciais à economia (ANVISA, 2020).

A resistência bacteriana aos antibióticos continua a ser uma grave ameaça à saúde humana. Os óleos essenciais (OE) são conhecidos há muito tempo como agentes antibacterianos com amplos arsenais. Muitos são capazes de penetrar na membrana bacteriana e também podem ser eficazes contra as defesas bacterianas, como biofilmes, bombas de efluxo e detecção de quórum sensing. Foi documentado que os OE combatem bactérias resistentes a medicamentos sozinhos e/ou com antibióticos (BOREN, CROWN, CARLSON, 2020; BARROS, 2022).

A resistência a antimicrobianos é um problema de saúde que requer o desenvolvimento de novas ferramentas de materiais antimicrobianos eficazes para limitar o uso dos antibióticos atuais e aliviar o fardo da infecção. Os óleos essenciais (OE) surgiram como produtos antimicrobianos alternativos devido à sua atividade e amplo espectro contra microrganismos, além de seu status ecologicamente correto e de segurança humana (BHATTACHARYA *et al.*, 2021; RAHAYU *et al.*, 2022).

O uso de óleos essenciais (OEs) se destaca como uma importante alternativa antimicrobiana e conservante natural para os alimentos. Isso se deve ao fato de que

o uso indiscriminado de antimicrobianos sintéticos. Essa problemática já está sendo observada em diversas bactérias, incluindo *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e *Clostridium perfringens*, em relação a diferentes antibióticos (QUEIROZ *et al.*, 2023).

Os microrganismos têm capacidade de mutação genética, o que leva ao surgimento de novas espécies. Essa mutação é exacerbada por fatores ambientais adversos, muitas vezes decorrentes do uso excessivo e indiscriminado de antibióticos. A pressão seletiva causada por esses medicamentos pode promover o surgimento de bactérias resistentes. As Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) representam um sério problema de saúde pública. Enfatizando a importância dos profissionais de saúde no controle de infecções em ambientes hospitalares e na conscientização da população sobre o uso responsável de antimicrobianos (LIMA, V.C.C.*et al.*, 2022). Ressaltar a importância da prática regular de higienização, sobretudo das mãos e dos alimentos, além do uso apropriado de antibióticos.

Os enterococos, membros do estreptococo do grupo D, estudos de homologia de DNA indicam que formam um gênero distinto. Apesar de antes serem vistos como comensais, tornaram-se importantes patógenos hospitalares, responsáveis por diversas infecções graves, sendo sua prevalência influenciada pela capacidade de resistir a antibióticos. A colonização gastrointestinal por enterococos, notadamente *Enterococcus faecium* resistente à ampicilina, está associada à exposição a antibióticos parenterais (HOLLENBECK, RICE, 2012).

O crescimento da multirresistência bacteriana destaca a necessidade premente de novos estudos sobre propriedades antimicrobianas e substâncias inovadoras. O Brasil, conhecido por sua abundante diversidade de plantas e vegetais com princípios ativos, desempenha um papel fundamental nesse contexto, oferecendo recursos que têm sido utilizados desde a antiguidade para alívio de sintomas e tratamento de infecções na saúde humana. Na medicina popular, há uma tendência crescente de utilizar plantas medicinais simultaneamente com medicamentos sintéticos. Isso resulta em uma alta procura por plantas medicinais e aromáticas em diversos países, conforme observado por SANTOS *et al.* (2011). A extração de óleos derivados de plantas, além de ser um método econômico, surge como uma alternativa acessível no tratamento de infecções, oferecendo uma abordagem complementar na busca por soluções de saúde.

Para evitar a colonização por cepas virulentas bactérias, é necessário utilizar os protocolos de assepsia e antisepsia corretamente (desinfecção e esterilização) em ambientes e materiais, principalmente no ambiente hospitalar, laboratorial e odontológico. Uma das medidas de prevenção e controle é a prática de higienização adequada e o uso de antimicrobianos direcionados para o seu combate (ANDERSON *et al.*, 2019).

### 3.3 ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos essenciais (OE) são misturas aromáticas de componentes ativos com aroma forte obtidas de plantas aromáticas. Os OE naturais são compostos por monoterpenos, sesquiterpenos, monoterpenos oxigenados, sesquiterpenos oxigenados e fenólicos. Devido à sua volatilidade, os óleos essenciais são facilmente extraídos de uma variedade de fontes naturais utilizando o método de destilação a vapor. Os óleos essenciais são um ingrediente terapêutico importante utilizado no desenvolvimento de novos veículos terapêuticos, devido às suas capacidades antivirais, antidiabéticas, anticancerígenas, antibacterianas, antioxidantes e de aromaterapia (MOHAMED, ALOTAIBI, 2022).

Estudos evidenciam a atividade antibacteriana dos óleos essenciais e sua capacidade de serem usados em conjunto com fármacos, ampliando seu potencial terapêutico. São altamente eficazes contra microrganismos, mostrando-se eficazes em comparação aos antibióticos e antifúngicos. Sua combinação com drogas sintéticas melhora a eficácia, agindo de forma sinérgica. Podem ser uma alternativa aos antimicrobianos sintéticos para combater microrganismos resistentes, agindo em diversos alvos, como a membrana citoplasmática e síntese de proteínas. A combinação de óleo essencial com antibióticos tradicionais não só aumenta a eficácia do tratamento, mas também permite reduzir as doses, diminuindo potencialmente os efeitos colaterais (MITTAL *et al.*, 2019; EL BAABOUA *et al.*, 2022).

Os óleos essenciais, extraídos de plantas aromáticas e medicinais, são produtos naturais relevantes e representam uma parte importante da farmacopeia tradicional. O uso de alguns óleos e seus constituintes individuais é predominantemente direcionado para inibir vários fitopatógenos, patógenos humanos e insetos, tornando-os essenciais como agentes antimicrobianos e fármacos

alternativos (ELSHAFIE, CAMELE, 2017). Essa aplicação é claramente evidenciada em sua eficácia nas indústrias alimentícia e farmacêutica.

Os mecanismos de ação dos óleos essenciais sobre os microrganismos incluem a degradação da parede celular, danificando as proteínas da membrana, aumento da permeabilidade, causando vazamento de íons e outros componentes celulares, redução da força motriz do próton, redução do pool intracelular de adenosina trifosfato (ATP) e aumento da hidrólise (WIJESUNDARA, N. *et al* 2021). Esses mecanismos atuam sinergicamente para exercer efeitos antimicrobianos sobre os microrganismos, contribuindo para a eficácia dos óleos essenciais como agentes antimicrobianos naturais.

A medicina complementar busca tratar infecções bacterianas resistentes usando terapias naturais, principalmente de origem vegetal. As plantas medicinais, cujos princípios ativos são farmacologicamente comprovados e incluídos na farmacopeia, tem seu uso crescente tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento, sendo amplamente empregadas na preparação de uma variedade de produtos, desde extratos até compostos quimicamente puros. Essas plantas desempenham um papel cada vez mais importante como coadjuvantes e alternativas no tratamento de diversas doenças, particularmente em países em desenvolvimento, onde a medicina popular desempenha um papel significativo como alternativa para questões de saúde (OLIVEIRA *et al.*, 2007; ASSIS, 2018).

O Ministério da Saúde define as plantas medicinais como todas aquelas que tem uma ou mais de suas propriedades que podem ser de uso terapêutico ou que sejam precursoras de semissíntese químico-farmacêutica. As raízes, folhas, sementes, cascas ou outros constituintes possuem atividades terapêuticas, tônicas, purgativas, curativas ou características farmacológicas ao ser aplicadas em humanos ou outros animais. Também como espécie vegetal, cultivada ou não, derivado do vegetal como o produto da extração de planta medicinal *in natura* ou da droga vegetal na forma de extrato, tintura, alcoólata, óleo fixo e volátil, cera, exsudato e outros derivados (BRASIL, 2016).

Decreto nº 5.813, de 22 de junho, criou a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF) (BRASIL, 2006 apud pedroso 2021), com diretrizes e princípios desenvolvidos e implementados de forma eficaz, com o objetivo do uso seguro e racional pela população.

Os medicamentos derivados de plantas são considerados alternativas seguras em comparação com os medicamentos sintéticos, devido à sua fácil disponibilidade, baixo custo (MITTAL *et al.*, 2019). Podem ser utilizados de diversas formas, como extratos, chá, infusões e óleos essenciais (SANTOS, 2017). O Brasil por ser contempla com um dos bioma mais antigo e rico em biodiversidade de plantas e vegetais medicinais que o cerrado oferece, conta também com a rede de herbário que ajuda nas pesquisas e conservação das diversificadas espécies de plantas.

Os óleos essenciais são amplamente empregados na aromatização de alimentos, bebidas e produtos de confeitaria, graças à versatilidade da sua composição e à notável capacidade antimicrobiana. A baixa toxicidade os torna valiosos como agentes naturais de conservação de alimentos (OUSSALAH, CAILLET, LAROIX, 2006). Reconhecidos como poderosos agentes antimicrobianos presentes em plantas, são fundamentais para a mitigação de doenças e prejuízos econômicos causados por microrganismos patogênicos. Além de suas propriedades *antimicrobianas*, *esses óleos também exibem atividade antioxidante e anti-inflamatória* (BORZINI *et al.*, 2016; DHIFI *et al.*, 2016). No entanto, os óleos essenciais são sensíveis à luz, ar, calor, umidade e metais, geralmente apresentando-se incolores ou amarelados (SANTOS, 2017). Essa vulnerabilidade destaca a necessidade de manipulação e armazenamento adequados para preservar sua eficácia.

### 3.4 ÓLEO DE ORÉGANO (*ORIGANUM VULGARE L.*)

FIGURA 1 - Orégano (*Origanum vulgare L.*)



Fonte: Autoria própria

Orégano, conhecido cientificamente como *Origanum vulgare L.*, pertence à família Lamiaceae, conhecida por seu uso culinário e medicinal ao longo dos séculos. Caracteriza-se por suas pequenas folhas ovais verdes e flores roxas, sendo nativo da Europa, embora seja cultivado em várias regiões do mundo (LUKAS, SCHMIDERER, NOVAK, 2015). Conforme ilustrado na figura 1, o orégano, com suas folhas frescas e as também as desidratadas, é usado como tempero nos alimentos.

O orégano é conhecido como tomilho espanhol e manjerona selvagem, uma planta perene, com flores, amplamente utilizada em temperos para enriquecer o sabor dos alimentos. Além disso, apresenta propriedades medicinais: anti-inflamatórias, antifúngicas, antissépticas, antioxidantes, emenagogas, carminativas, tônicas, expectorantes e digestivas, fortalecendo o sistema imunológico devido às vitaminas e minerais como ferro, cálcio, manganês, magnésio e cobre (OLIVEIRA, 2010).

O óleo essencial de *Origanum vulgare L.*, composto pelo monoterpene fenólico carvacrol, um fitoconstituente predominante devido à sua ação antibacteriana (LEUTHIER *et al.*, 2021). A composição também varia de conforme fatores geográficos que influenciam na qualidade e quantidade do óleo essencial de orégano, que pode conter carvacrol, de timol, de  $\gamma$ -terpineno, p-cimeno e de linalol (KARIMINIK *et al.*, 2019; REIS *et al.*, 2020). Apresenta atividade significativa contra bactérias Gram-negativas e Gram-positivas

(COSTA; FERREIRA, 2021), característica promissora contra bactérias multirresistentes, como *Enterococcus faecalis*, frequentemente associada a infecções hospitalares (LAMBERTE *et al.*, 2020).

O óleo essencial de orégano (OEO) demonstrou sensibilidade em todas as cepas de *Staphylococcus aureus* testadas. Evidenciou uma redução no processo de formação do biofilme sob a influência do OEO, indicando sua capacidade de degradar o biofilme em diferentes concentrações. As propriedades antioxidantes elevadas do OEO também foram observadas, sugerindo seu potencial uso como agente antiestático e contribuinte para a desintegração do biofilme (KRYVTSOVA *et al.*, 2020).

O efeito antibacteriano do óleo essencial de orégano (OEO) também foi investigado por VASCONCELOS *et al.* (2019) contra cepas de *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens* e *Acinetobacter baumannii* resistentes a carbapenêmicos. O OEO demonstrou efeitos inibitórios significativos contra as cepas bacterianas testadas, com concentrações inibitórias mínimas (CIMs) de 0,059% para *K. pneumoniae* e *S. marcescens*, e de 0,015% para *A. baumannii*. Além disso, observou-se que o OEO inibiu as cepas testadas tão rapidamente quanto os efeitos da polimixina em *A. baumannii* e mais rapidamente do que os efeitos da polimixina e gentamicina em *K. pneumoniae* e *S. marcescens*, respectivamente.

ZHAN *et al.*, (2022) avaliaram a ação e o mecanismo antimicrobiano do óleo essencial de orégano contra *E. faecalis*. A concentração inibitória mínima (CIM) do óleo contra cepas de *E. faecalis* (ATCC 29212 e nove isolados) caracterizou-se pela redução dos níveis intracelulares de trifosfato de adenosina (ATP), hiperpolarização da membrana celular, aumento das espécies reativas de oxigênio intracelulares (ROS), elevação das concentrações de malondialdeído extracelular (MDA), diminuição da integridade da membrana celular e causando alterações morfológicas nas células. Em biofilmes, apresentou atividade eficaz de inativação contra *E. Faecalis*, reduzindo o número de células viáveis, a viabilidade celular e os exopolissacarídeos do biofilme, além de destruir sua estrutura.

### 3.5 CAPIM CIDREIRA (*CYMBOPOGON CITRATUS*)

Figura 2 - Capim cidreira (*Cymbopogon citratus*)



Fonte: próprio autor

Capim cidreira, de nome Científico *Cymbopogon citratus*, pertencente à família Poaceae, é uma erva perene aromática com propriedades medicinais e culinárias, também conhecido como capim-limão (SMITH *et al.*,2010). Segundo SILVA *et al.* (2014), o óleo essencial de capim-limão possui potencial aplicação no controle de microrganismos, tornando-o uma opção interessante em diversos contextos, desde a indústria farmacêutica até a indústria de alimentos, onde pode ser utilizado como conservante natural.

A planta de *Cymbopogon citratus*, conforme mostra a figura 1, é uma gramínea de folhas longas e estreitas, de cor verde vibrante, caracterizada por um aroma cítrico distintivo originário de seus óleos essenciais (BROWN, GREEN, 2015 ). Suas atividades biológicas incluem alcaloides, terpenoides, derivados de fenilpropanoides, flavonoides, carotenoides, taninos, glicosinolatos, pigmentos, ceras, óleos, esteróis e clorofila (TAIZ ZEIGER, 2009). Esses compostos são responsáveis pelo aroma cítrico e a presença de flavonoides atua como atividade antibacteriana, antifúngica e antioxidante (LINS, 2015).

A atividade antibacteriana do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* tem sido relatada contra diversos patógenos, incluindo bactérias Gram-positivas e Gram-negativas e fungos (CIMANGA, *et al.*, 2002). O óleo apresenta uma abundância de monoterpenos oxigenados, sendo que, dentre eles, os citrais A

(45,7%), B (31,6%) e geraniol (5,9%) se destacam (LAWAL *et al.*, 2017; MARINKOVIĆ *et al.*, 2021).

### 3.6 ALECRIM (ROSMARINUS OFFICINALIS L.)

Figura 3 - Alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.)



Fonte: Autoria própria

O alecrim, visualizado na figura 3 e de nome científico é *Rosmarinus officinalis* L, é uma planta perene e aromática da região do Mediterrâneo, pertencente à família Lamiaceae, uso em cosmético e culinário (OLIVEIRA; VEIGA, 2019).

As atividades antioxidantes do alecrim estão associadas aos compostos ácido carnósico, rosmanol, ácido rosmarínico, ácido oleanólico, ácido ursólico, carnosol, ácido betulínico e ácido oleanólico (BENINCÁ *et al.*, 2017; ANDRADE *et al.*, 2018). O ácido carnósico é um composto bioativo conhecido por sua ação analgésica (MAIONE *et al.*, 2017).

Devido às suas propriedades antioxidantes e antimicrobianas, o alecrim é benéfico no tratamento de diversas doenças cutâneas, como alopecia, feridas, envelhecimento da pele e dermatite atópica (LI POMI, 2023).

O ácido rosmarínico, reconhecido por suas propriedades anti-infecciosas, antioxidantes, anti-inflamatórias e imunomoduladoras, tem sido explorado por sua atividade anticancerígena em diferentes alvos moleculares. A nanomedicina tem se dedicado ao desenvolvimento de sistemas de liberação terapêutica para melhorar sua biodisponibilidade (CHAITANYA, 2022).

O ácido carnósico e o carnosol destacam-se também pela sua capacidade regulatória no metabolismo lipídico e glicídico, sendo considerados para o tratamento do diabetes *mellitus* e suas complicações (BAO, 2020).

Os compostos fenólicos de *Rosmarinus officinalis*, apresentam potencial terapêutico em distúrbios neurológicos, incluindo doenças neurodegenerativas, priônicas, isquemia cerebral, dor neuropática e encefalomielite (GHASEMZADEH, 2017; LI X, 2018).

O Alecrim, com propriedades estimulantes, é recomendado para controlar tosse, gripe, crises de asma e má digestão. Ademais, exibe ação diurética, auxiliando no controle da hipertensão arterial. Contribui para a melhoria da vascularização sanguínea e impede o acúmulo de placas de colesterol nas artérias, dificultando a oxidação do LDL, o que é benéfico para a saúde cardiovascular (AFONSO, *et al.*, 2010). É eficaz no alívio de dores reumáticas, entorses e contusões, sendo rico em minerais como potássio, cálcio, sódio, magnésio e fósforo (GUERRA, BRUNA, 2023).

### 3.7 ROSA MOSQUETA (*ROSA RUBIGINOSA SPP. AFFINIS/ROSA CANINA L.*)

Figura 4 - Rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa spp. Affinis/ Rosa canina L.*)



Fonte: <https://pixabay.com/pt/images/search/rosa%20mosqueta/>

A rosa mosqueta, apresentada na figura 4 e de nome científico *Rosa affinis rubiginosa spp. affinis*, é conhecida pelo óleo extraído de suas sementes contidas no fruto que a planta produz. Esse óleo é amplamente aplicado nas indústrias cosmética, farmacêutica e alimentícia, oferecendo benefícios como função bactericida e fungicida (SANTANA, 2015).

O óleo essencial de rosa mosqueta é rico em ácidos linoleico, linolênico e oleico, possuindo alta concentração de vitamina C, além de vitaminas A, B1, B2,

K e P, sais minerais, ácidos fenólicos (ácidos cumárico, metil éster, vanilina e ácido vanílico), tocoferóis e carotenos, flavonoides e taninos (ILYASOGLU, 2014). Apresenta ação anti-inflamatória e antiestresse oxidativo, sendo utilizado em casos de psoríase e dermatite atópica para promover a regeneração celular (BUTNARU *et al.*, 2019). É também usado em baixas concentrações em *blends* capilares (DE PAULA, 2023).

O alto valor nutritivo dos frutos da rosa mosqueta, que possuem elevadas concentrações de vitamina C e carotenoides (licopeno, beta-caroteno e rubixantina), é aproveitado na fabricação de marmeladas, geleias e sucos (SANTOS, 2009).

Os frutos apresentam uma grande concentração de ácidos graxos essenciais, necessários para diversos processos fisiológicos, tais como a manutenção da integridade da pele, a estrutura das membranas celulares e a síntese de compostos biologicamente ativos. Entre essas ações, destacam-se a anticarcinogênese, antiaterosclerose, inibição de radicais livres, alteração na composição e no metabolismo do tecido adiposo, imunomodulação, atividade antibacteriana e antidiabética. Além dos frutos, os óleos, as folhas e as sementes também são ricos em minerais (SANTOS 2009, SELAHVARZIAN *et al.*, 2018).

Um estudo realizado por YILMAZ e ERCISLI (2018) na Turquia para examinar as atividades antibacterianas de algumas espécies de rosas (*Rosa pisiformis*, *Rosa canina*, *Rosa villosa*) revelou que as atividades antibacterianas variaram nos extratos etanólicos obtidos a partir de diferentes espécies de roseira. Enquanto isso, a concentração inibitória mínima (CIM) para *Yersinia enterocolitica*, *Enterococcus faecalis* e *Bacillus cereus* variou de 9 a 11%, indicando que *R. canina* teve a maior atividade antibacteriana em comparação com outras espécies examinadas.

## 4. MATERIAL E METÓDOS

Os estudos de investigação da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais foram desenvolvidos no Laboratório de Microbiologia da Universidade Brasil, no polo localizado na cidade de Fernandópolis, SP.

### 4.1 LINHAGEM BACTERIANA E MEIOS DE CULTIVO

Utilizou-se a linhagem de *Enterococcus faecalis* ATCC 17978 (*American Type Culture Collection*). Para cultivo, empregou-se ágar sangue agar (Oxoid®), com incubação a 35°C por 48 horas. As suspensões bacterianas foram preparadas a partir de três a quatro colônias da linhagem de *E. faecalis* cultivadas em ágar sangue, inoculadas em meio Brain Heart Infusion Broth (BHI, Oxoid®) e incubadas em condições de aerobiose por 24 horas a 37° C. *Procedeu-se à centrifugação* (4000 rpm) por cinco minutos. Em seguida, o sobrenadante foi descartado, e o material precipitado ressuspensionado em solução estéril de NaCl (0,85%), sendo novamente submetido a centrifugação. Este procedimento foi repetido cinco vezes com o objetivo de remover os componentes do meio de cultura.

Após este procedimento, a suspensão bacteriana foi diluída em solução salina estéril (NaCl, 0,85%) até atingir a turbidez correspondente ao tubo 0,5 da escala de MacFarland, equivalente à concentração de  $1,5 \times 10^6$  UFC/mL. Essa suspensão bacteriana foi utilizada como inóculo para a avaliação antibacteriana dos óleos pela técnica de microdiluição em placas (CLSI, 2015), visando à obtenção da concentração inibitória mínima (CIM), da concentração bactericida mínima (CBM) e à cinética bactericida dos óleos essenciais.

### 4.2 ÓLEOS ESSENCIAIS

Foram utilizados quatro óleos essenciais adquiridos na FERQUIMA Indústria e Comércio Limitada, localizada em Varginia Grande Paulista, SP, Brasil. Os óleos essenciais empregados foram de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), capim-cidreira (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf), orégano (*Origanum vulgare* L.) e rosa mosqueta (*Rosa canina* L.). Os experimentos foram

conduzidos empregando-se concentrações que variaram de 0,00% a 100%, incluindo controles negativo e positivo.

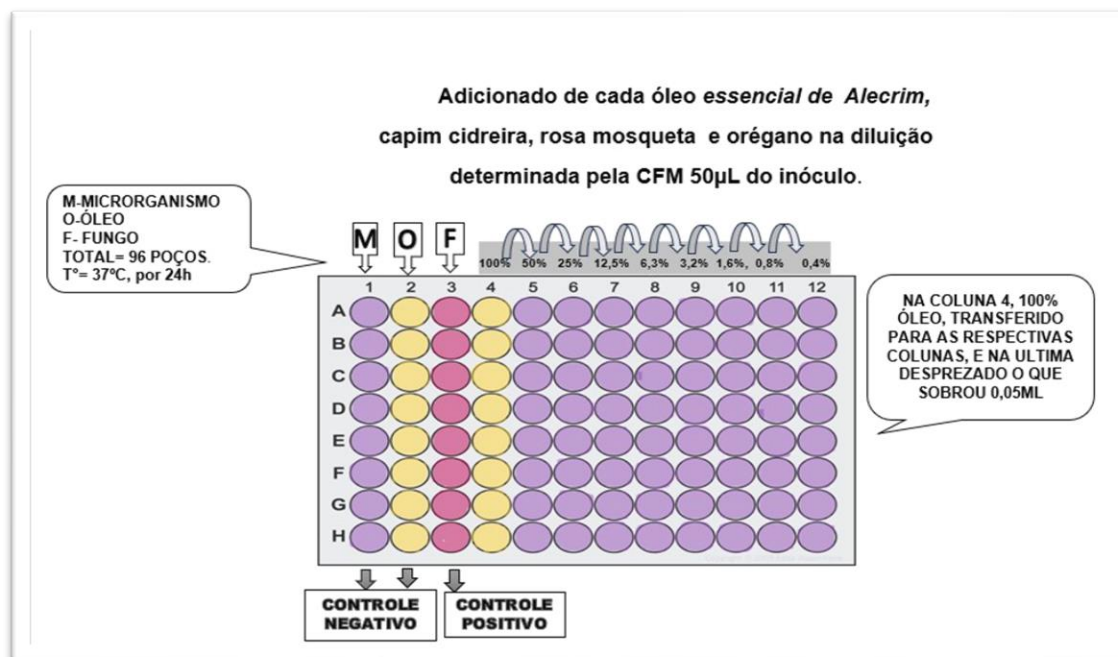
#### 4.3 TESTE DE ESTERILIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL

Para assegurar a esterilidade dos óleos essenciais, foram preparadas diluições destes em uma placa de microtitulação de 96 poços, incluindo um controle de crescimento (BHI + Tween 80) e um controle de esterilidade (óleo de teste BHI + Tween 80+). As placas foram incubadas a 37°C durante 24 horas. A presença de crescimento bacteriano contaminante foi indicada pela presença de um 'pellet' branco no fundo do poço. O óleo foi considerado estéril quando não havia crescimento bacteriano ou ausência de "pellet" (ALLAHGHADRI *et al.*, 2010).

#### 4.4 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA (CIM) E CONCENTRAÇÃO BACTERICIDA MÍNIMA (CBM)

Todas as avaliações foram realizadas em caldo BHI suplementado com detergente Tween 20, na concentração, concentração final de 0,5% (v / v). A linhagem de *E. Faecalis* foi suspensa em caldo BHI para dar uma densidade final de  $10^6$  CFU mL<sup>-1</sup>, e estas foram confirmadas por contagens de células viáveis. A concentração inibitória mínima (CIM) e a concentração bactericida mínima (CBM) foram avaliadas de acordo o procedimento recomendado pela Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) 2015. A CIM foi determinada por um método de microdiluição em placas de noventa e seis poços (Figura 5). Após incubação a 37°C por 24h a CIM foi avaliada, sendo que presença de células bacterianas viáveis nas concentrações não inibitórias foi determinada pela adição, em cada amostra, do corante 2,3,5 -*Triphenyltetrazolium Chloride*, no volume de 50 µL. Isto tornou possível distinguir as amostras vivas, coloridas de vermelho, daquelas mortas que mantiveram a sua cor. A concentração inibitória mínima foi considerada como a menor concentração de óleo essencial capaz de inibir o desenvolvimento bacteriano (SYLVESTER, 2011).

Figura 5 - Método de microdiluição em placas para determinação da concentração inibitória mínima (CIM)



Fonte: próprio autor

A concentração bactericida mínima (CBM) foi determinada após a obtenção dos resultados da CIM. As placas de microdiluição contendo poços com crescimentos visíveis ou não, foram agitados vigorosamente com o auxílio do micropipetador, e em seguida 100µL da solução de cada poço foram transferidos para placas de Petri contendo meio agar sangue e incubados a 37°C por 24 h. Designou-se como CBM a concentração mínima em que não ocorreu crescimento bacteriano.

#### 4.5 CINÉTICA BACTERICIDA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

Foram escolhidos óleos essenciais com atividade antibacteriana em concentrações mínimas. A curva de morte celular de *Enterococcus faecalis* foi realizada de acordo com a metodologia de RAMLI *et al.* (2017). No ensaio foram empregados os valores de CIM obtidos anteriormente no bioensaio de microplaca, assim como uma inferior e outra superior a CIM. Os óleos ozonizados e *in natura* foram diluídos com o meio de caldo Muller Hinton (MHB) contendo inóculo de aproximadamente 10<sup>6</sup> UFC mL<sup>-1</sup>. Em diferentes intervalos

de tempo de exposição (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 minutos), 0,1 mL da suspensão foi diluído em série em solução salina tamponada com fosfato (PBS) a 1% e plaqueado em ágar Muller Hinton (MHA). As placas foram incubadas a 37°C por 24 horas, quando as colônias foram contadas.

Para a avaliação da eficácia do efeito antimicrobiano de cada um dos óleos essenciais, a variação da carga microbiana foi analisada o óleo essencial que apresentou a maior variação negativa (queda) na contagem microbiana. Nesse contexto, a variação percentual da contagem microbiana foi determinada através da seguinte equação:

$$\text{Contagem microbiana}_{\text{óleo essencial}}(\%) = \frac{(\text{Contagem}_{10\text{min}} - \text{Contagem}_{0\text{min}})}{\text{Contagem}_{0\text{min}}} \times 100$$

Para entender melhor o resultado da equação acima, variações negativas mostram diminuição na contagem microbiana e variações positivas mostram aumento da contagem microbiana nos tempos avaliados.

#### 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram realizadas as seguintes análises:

- Análise descritiva das concentrações mínima inibitórias e bactericida de cada um dos óleos essenciais.
- Teste de Kruskal-Wallis para comparar a contagem microbiana e a variação da contagem microbiana de acordo com o tipo de óleo essencial.
- Gráficos de linha para análise da contagem microbiana de acordo com o tipo de óleo essencial.
- Gráficos de intervalos de confiança da variação da contagem microbiana de acordo com o tipo de óleo essencial.
- Todos os testes estatísticos foram aplicados com nível de significância de 5% ( $P < 0,05$ ).
- Software utilizado: Minitab 17 (Minitab Inc.).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quatro óleos essenciais foram estudados de acordo com a sua capacidade antimicrobiana, ou seja, foi avaliada a capacidade destes óleos em agir de forma eficaz contra a proliferação de *Enterococcus faecalis*. A Tabela 1 mostra as concentrações inibitórias mínimas e as concentrações bactericidas mínimas para cada um dos óleos avaliados.

Tabela 1 - Concentrações mínima inibitória e bactericida para cada um dos óleos avaliados no estudo

Óleo essencial	CIM <sup>1</sup>	CBM <sup>1</sup>
Alecrim	12,5%	12,5%
Capim cidreira	25%	50%
Orégano	3,2%	3,2%
Rosa mosqueta	25%	25%

<sup>1</sup> CIM: concentração inibitória mínima e CBM: concentração bactericida mínima.

A Tabela 1 evidencia que as maiores concentrações inibitórias mínimas foram observadas para os óleos de capim cidreira e rosa mosqueta, ambos com concentração igual a 25%. A menor concentração mínima inibitória foi observada para o óleo de orégano com 3,2%. Para a concentração bactericida mínima foi observado que o óleo de capim cidreira foi o que apresentou maior concentração, 50%, para que garantir a morte de *Enterococcus faecalis*. O óleo de orégano se destacou como o agente com menor concentração para garantir o mesmo efeito, com 3,2%.

A Tabela 2 mostra a contagem microbiana do *Enterococcus faecalis* submetido ao óleo essencial de alecrim nas suas respectivas concentrações.

Tabela 2 - Média±desvio padrão (Mediana) da contagem microbiana do *Enterococcus faecalis* submetido ao óleo essencial de alecrim

Tempo (min)	Concentrações			
	0% (controle)	6,25%	12,5%	25%
0	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a
30	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	2,0.10 <sup>3</sup> ±1,0.10 <sup>3</sup> (2,0.10 <sup>3</sup> ) c	9,0.10 <sup>2</sup> ±1,0.10 <sup>2</sup> (9,0.10 <sup>2</sup> ) b	3,6.10 <sup>2</sup> ±1,5.10 <sup>2</sup> (4,0.10 <sup>2</sup> ) b
60	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	5,4.10 <sup>3</sup> ±1,5.10 <sup>2</sup> (5,5.10 <sup>3</sup> ) b	1,1.10 <sup>2</sup> ±1,5.10 <sup>1</sup> (1,2.10 <sup>2</sup> ) c	1,9.10 <sup>1</sup> ±1,0 (1,9.10 <sup>1</sup> ) c
90	1,1.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,1.10 <sup>6</sup> ) b	4,3.10 <sup>1</sup> ±0,5.10 <sup>1</sup> (4,0.10 <sup>1</sup> ) e	1,4.10 <sup>1</sup> ±0,0 (1,4.10 <sup>1</sup> ) d	4,6±2,5 (5,0) d
120	1,0.10 <sup>6</sup> ±5,7.10 <sup>4</sup> (1,0.10 <sup>6</sup> ) c	6,7.10 <sup>1</sup> ±0,5 (6,7.10 <sup>1</sup> ) d	0,0±0,0 (0,0) e	0,0±0,0 (0,0) e
150	1,0.10 <sup>6</sup> ±1,0.10 <sup>5</sup> (1,0.10 <sup>6</sup> ) c	6,9 ±2,7 (8,0) f	0,0±0,0 (0,0) e	0,0±0,0 (0,0) e
180	8,6.10 <sup>5</sup> ±1,1.10 <sup>5</sup> (8,0.10 <sup>5</sup> ) d	0,0±0,0 (0,0) g	0,0±0,0 (0,0) e	0,0±0,0 (0,0) e
210	2,3.10 <sup>5</sup> ±5,7.10 <sup>4</sup> (2,0.10 <sup>5</sup> ) f	0,0±0,0 (0,0) g	0,0±0,0 (0,0) e	0,0±0,0 (0,0) e
240	3,8.10 <sup>5</sup> ±1,1.10 <sup>4</sup> (3,8.10 <sup>5</sup> ) e	0,0±0,0 (0,0) g	0,0±0,0 (0,0) e	0,0±0,0 (0,0) e
Valor P <sup>1</sup>	0,001	0,001	0,001	0,001

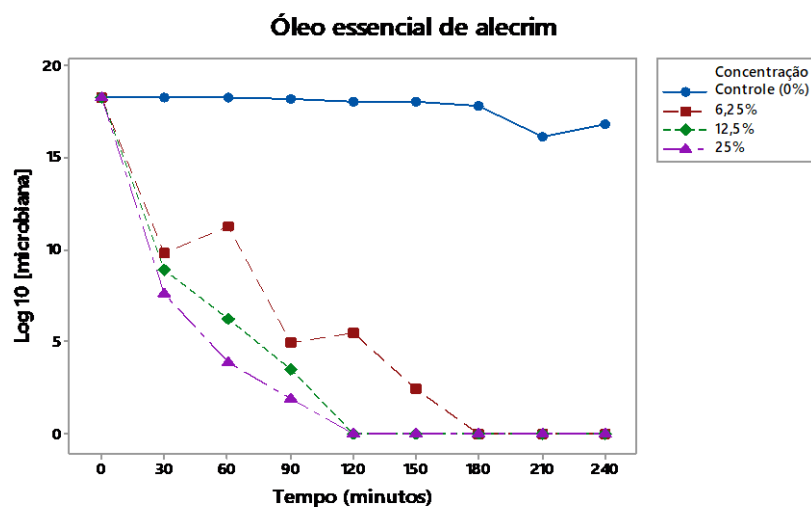
<sup>1</sup> Valor P referente ao teste de Kruskal-Wallis a P<0,05. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla de Dunn a P<0,05.

Os resultados apresentados na Tabela 2 evidenciam a presença de diferenças significativas na contagem microbiana ao longo do tempo de exposição do microrganismo ao óleo essencial de alecrim em todas as concentrações avaliadas. No tratamento controle as maiores contagens foram observadas nos tempos iniciais, até 90 minutos, diminuindo de forma significativa sua contagem, atingindo o menor valor de contagem microbiana no tempo de 210 minutos. Para a concentração de 6,25%, a contagem microbiana diminuiu de forma significativa dos tempos 0 ao tempo de 150 minutos, sendo nula a partir do tempo de 180 minutos de exposição ao óleo essencial.

As concentrações de 12,5% e 25% apresentaram comportamento semelhante, ou seja, a redução da carga microbiana foi significativa do tempo 0 ao tempo de 90 minutos, sendo nula a partir do tempo de 120 minutos de exposição ao óleo essencial. A Figura 6 mostra o comportamento da ação do óleo essencial de alecrim nas concentrações avaliadas no estudo para cada tempo de exposição.

KANT *et al.*, (2018) avaliaram a concentração inibitória mínima (CIM) e a atividade antibiofilme do óleo de alecrim contra quatro organismos Gram-positivos (*Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* e *Enterococcus faecalis*) e seis Gram-negativos (*Salmonella enterica* sorovar *Typhi*, *Escherichia coli*, *Shigella flexneri*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus mirabilis* e *Klebsiella pneumoniae*). Os autores concluíram que o óleo essencial de alecrim possui potente atividade antimicrobiana, antibiofilme e antioxidante.

Figura 6 - Comportamento da carga microbiana em relação ao tempo de exposição ao óleo de alecrim nas concentrações estudadas



A Tabela 3 mostra a contagem microbiana do *Enterococcus faecalis* submetido ao óleo essencial de capim cidreira nas suas respectivas concentrações.

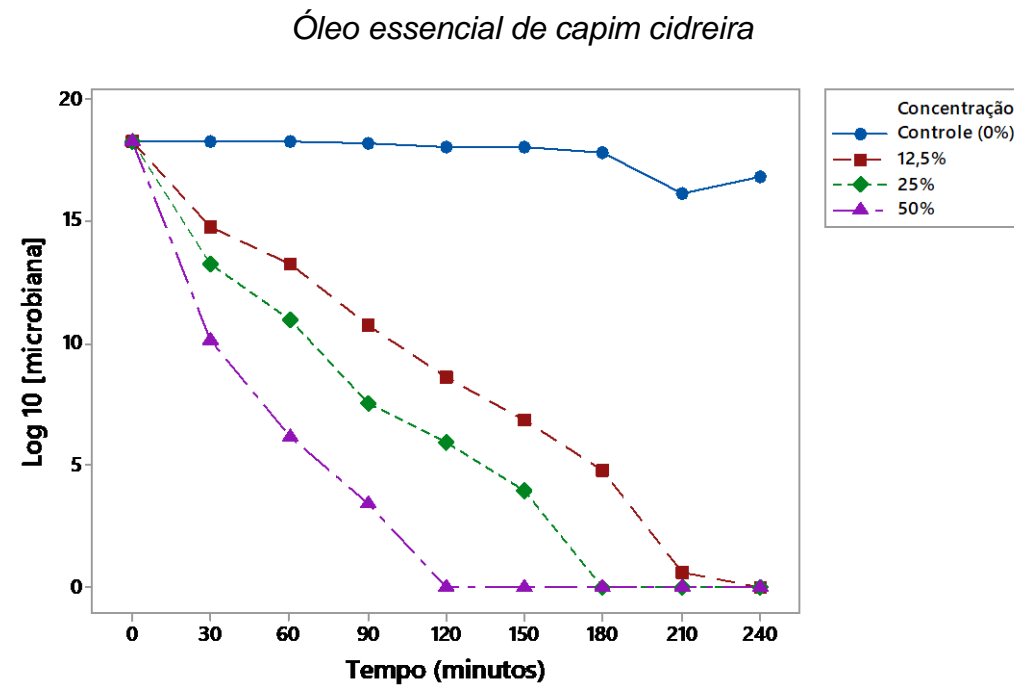
Os resultados da Tabela 3 mostram presença de diferenças significativas na contagem microbiana quando os tempos de exposição ao óleo essencial de capim cidreira foram comparados em todas as concentrações avaliadas ( $P=0,001$ ). A concentração de 12,5% mostrou diminuição gradativa da carga microbiana ao longo do tempo de exposição, promovendo concentração nula de microrganismo no tempo de 240 minutos. A concentração de 25% apresentou diminuição gradativa da carga microbiana até 150 minutos com contagem microbiana nula a partir de 180 minutos. A concentração de 50% foi a mais efetiva, diminuindo a carga microbiana de forma significativa até 90 minutos com carga microbiana nula a partir de 120 minutos.

Tabela 3 - Média±desvio padrão (Mediana) da contagem microbiana do *Enterococcus faecalis* submetido ao óleo essencial de capim cidreira

Tempo (min)	Concentrações			
	0% (controle)	12,5%	25%	50%
0	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a
30	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	8,3.10 <sup>4</sup> ±5,7.10 <sup>3</sup> (8,0.10 <sup>4</sup> ) b	2,5.10 <sup>4</sup> ±1,0.10 <sup>3</sup> (2,5.10 <sup>4</sup> ) b	2,3.10 <sup>3</sup> ±1,5.10 <sup>2</sup> (2,4.10 <sup>3</sup> ) b
60	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	2,5.10 <sup>4</sup> ±2,5.10 <sup>3</sup> (2,5.10 <sup>4</sup> ) c	4,4.10 <sup>3</sup> ±1,0.10 <sup>2</sup> (4,4.10 <sup>3</sup> ) c	1,1.10 <sup>2</sup> ±1,0.10 <sup>1</sup> (1,1.10 <sup>2</sup> ) c
90	1,1.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,1.10 <sup>6</sup> ) b	3,7.10 <sup>3</sup> ±2,0.10 <sup>2</sup> (3,7.10 <sup>3</sup> ) d	3,2.10 <sup>2</sup> ±1,1.10 <sup>1</sup> (3,2.10 <sup>2</sup> ) d	1,4.10 <sup>1</sup> ±2,0 (1,4.10 <sup>1</sup> ) d
120	1,0.10 <sup>6</sup> ±5,7.10 <sup>4</sup> (1,0.10 <sup>6</sup> ) c	7,3.10 <sup>2</sup> ±5,7.10 <sup>1</sup> (1,8.10 <sup>2</sup> ) e	9,3.10 <sup>1</sup> ±5,7 (9,0.10 <sup>1</sup> ) e	0,0±0,0 (0,0) e
150	1,0.10 <sup>6</sup> ±1,0.10 <sup>5</sup> (1,0.10 <sup>6</sup> ) c	1,8.10 <sup>2</sup> ±5,7 (1,8.10 <sup>2</sup> ) f	2,0.10 <sup>1</sup> ±0,5 (2,0.10 <sup>1</sup> ) f	0,0±0,0 (0,0) e
180	8,6.10 <sup>5</sup> ±1,1.10 <sup>5</sup> (8,0.10 <sup>5</sup> ) d	3,9.10 <sup>1</sup> ±0,0 (3,9.10 <sup>1</sup> ) g	0,0±0,0 (0,0) g	0,0±0,0 (0,0) e
210	2,3.10 <sup>5</sup> ±5,7.10 <sup>4</sup> (2,0.10 <sup>5</sup> ) f	1,6±0,5 (2,0) h	0,0±0,0 (0,0) g	0,0±0,0 (0,0) e
240	3,8.10 <sup>5</sup> ±1,1.10 <sup>4</sup> (3,8.10 <sup>5</sup> ) e	0,0±0,0 (0,0) i	0,0±0,0 (0,0) g	0,0±0,0 (0,0) e
Valor P <sup>1</sup>	0,001	0,001	0,001	0,001

<sup>1</sup> Valor P referente ao teste de Kruskal-Wallis a P<0,05. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla de Dunn a P<0,05.

Figura 7 - Comportamento da carga microbiana em relação ao tempo de exposição ao óleo de capim cidreira nas concentrações estudadas



A Tabela 4 mostra a contagem microbiana do *Enterococcus faecalis* submetido ao óleo essencial de orégano nas suas respectivas concentrações.

Os resultados da Tabela 4 mostram presença de diferenças significativas na contagem microbiana quando os tempos de exposição ao óleo essencial de orégano foram comparados em todas as concentrações avaliadas ( $P=0,001$ ). A concentração de 1,6% mostrou diminuição gradativa da carga microbiana até 90 minutos, promovendo concentração nula de microrganismo no tempo de 120 minutos. A concentração de 3,2% apresentou diminuição gradativa da carga microbiana até 30 minutos com contagem microbiana nula a partir de 60 minutos. Comportamento semelhante foi observado para a concentração de 6,25%, em que a carga microbiana diminuiu de forma significativa até 30 minutos com carga microbiana nula a partir de 60 minutos.

As folhas de capim cidreira utilizadas na forma de chá, com a planta fresca, para proporcionar efeitos calmantes em casos de ansiedade e insônia, (BORTOLUZZI, *et al* 2020). Eficiente no auxílio do tratamento da hipertensão arterial, o óleo essencial apresenta efeito antiespasmódico, analgésico, antifúngicos, antimicrobianos, anticarcinogênicas, antihelmínticas, inseticida e larvicida entre outros benefícios terapêuticos. O citral, um componente em maior quantidade no óleo essencial desta planta (OLIVEIRA, C. C. A. de .; SANTOS, J. S.2021; DA SILVA *et al.*,2016).

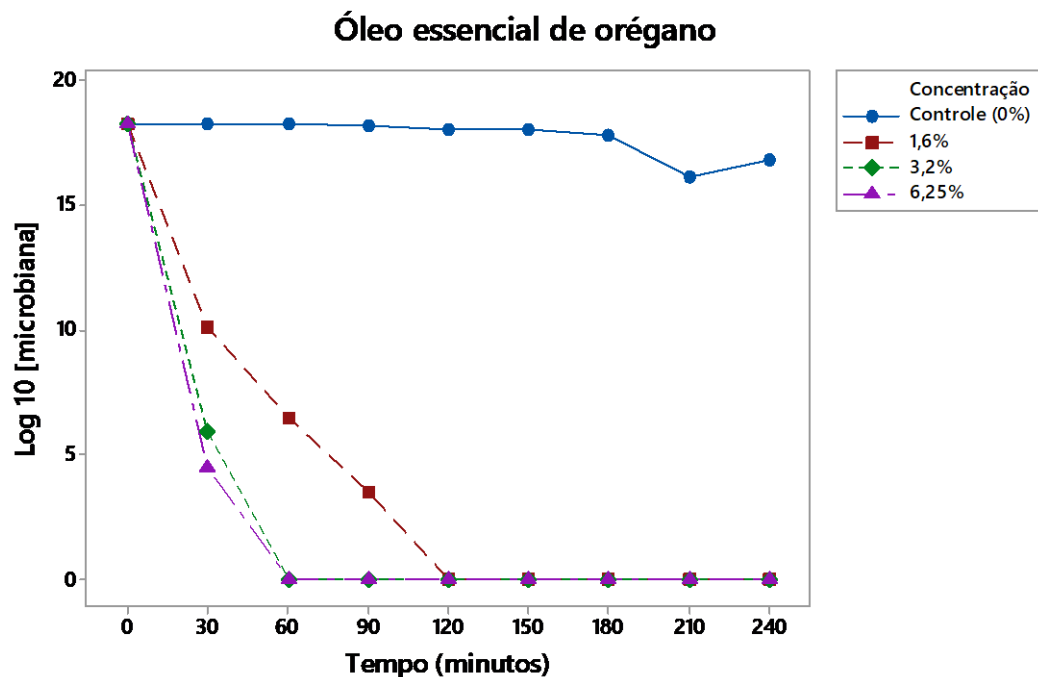
Tabela 4 - Média±desvio padrão (Mediana) da contagem microbiana do *Enterococcus faecalis* submetido ao óleo essencial de orégano

Tempo (min)	Concentrações			
	0% (controle)	1,6%	3,2%	6,25%
0	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a
30	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	2,3.10 <sup>3</sup> ±1,5.10 <sup>2</sup> (2,3.10 <sup>3</sup> ) b	9,3.10 <sup>1</sup> ±1,1.10 <sup>1</sup> (1,0.10 <sup>2</sup> ) b	3,3.10 <sup>1</sup> ±1,5.10 <sup>1</sup> (3,0.10 <sup>1</sup> ) b
60	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	1,4.10 <sup>2</sup> ±1,5.10 <sup>1</sup> (1,4.10 <sup>2</sup> ) c	0,0±0,0 (0,0) c	0,0±0,0 (0,0) c
90	1,1.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,1.10 <sup>6</sup> ) b	1,4.10 <sup>1</sup> ±0,5 (1,4.10 <sup>1</sup> ) d	0,0±0,0 (0,0) c	0,0±0,0 (0,0) c
120	1,0.10 <sup>6</sup> ±5,7.10 <sup>4</sup> (1,0.10 <sup>6</sup> ) c	0,0±0,0 (0,0) e	0,0±0,0 (0,0) c	0,0±0,0 (0,0) c
150	1,0.10 <sup>6</sup> ±1,0.10 <sup>5</sup> (1,0.10 <sup>6</sup> ) c	0,0±0,0 (0,0) e	0,0±0,0 (0,0) c	0,0±0,0 (0,0) c
180	8,6.10 <sup>5</sup> ±1,1.10 <sup>5</sup> (8,0.10 <sup>5</sup> ) d	0,0±0,0 (0,0) e	0,0±0,0 (0,0) c	0,0±0,0 (0,0) c
210	2,3.10 <sup>5</sup> ±5,7.10 <sup>4</sup> (2,0.10 <sup>5</sup> ) f	0,0±0,0 (0,0) e	0,0±0,0 (0,0) c	0,0±0,0 (0,0) c
240	3,8.10 <sup>5</sup> ±1,1.10 <sup>4</sup> (3,8.10 <sup>5</sup> ) e	0,0±0,0 (0,0) e	0,0±0,0 (0,0) c	0,0±0,0 (0,0) c
Valor	0,001	0,001	0,001	0,001

P<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Valor P referente ao teste de Kruskal-Wallis a P<0,05. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla de Dunn a P<0,05.

Figura 8 - Comportamento da carga microbiana em relação ao tempo de exposição ao óleo de orégano nas concentrações estudadas



A Tabela 5 mostra a contagem microbiana do *Enterococcus faecalis* submetido ao óleo essencial de rosa mosqueta nas suas respectivas concentrações.

Os resultados da Tabela 5 mostram presença de diferenças significativas na contagem microbiana quando os tempos de exposição óleo essencial de rosa mosqueta foram comparados em todas as concentrações avaliadas ( $P=0,001$ ). A concentração de 12,5% mostrou diminuição gradativa da carga microbiana até 240 minutos, não havendo carga microbiana nula no tempo avaliado. A concentração de 25% apresentou diminuição gradativa da carga microbiana até 180 minutos com contagem microbiana nula a partir de 210 minutos. Para a concentração de 50% foi possível observar que a carga microbiana diminuiu de forma significativa até 150 minutos de exposição ao óleo, com carga microbiana nula a partir de 180 minutos.

Em um estudo conduzido por ALTUN *et al.* (2022), o carvacrol foi identificado como o principal componente do óleo essencial de orégano (OEO). O orégano demonstrou uma notável atividade antibacteriana, com a concentração inibitória mínima variando entre 0,125% e 1,00%. Também apresentou um efeito sinérgico quando combinado com outros óleos. Esses

resultados sugerem que o óleo essencial de orégano, tanto quando usados isoladamente quanto em combinação com outros óleos, pode ser considerado um agente antibacteriano promissor contra patógenos. O componente carvacrol apresentou efeito antibacteriano contra cepas de *Acinetobacter baumannii* multirresistentes , sugerindo seu potencial uso no tratamento de infecções por essas cepas e uma associação significativa da atividade do OEO com ruptura da membrana celular, desestabilização e apoptose (AMARAL *et al.*,2020).

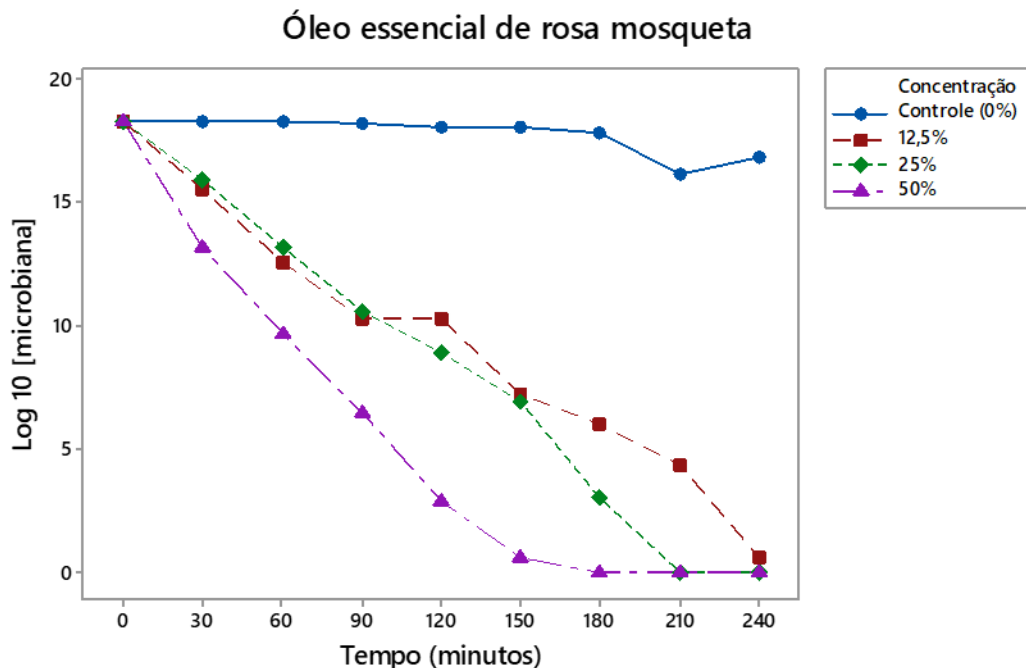
Tabela 5 - Média±desvio padrão (Mediana) da contagem microbiana do *Enterococcus faecalis* submetido ao óleo essencial de rosa mosqueta

Tempo (min)	Concentrações			
	0% (controle)	12,5%	25%	50%
0	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a
30	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	1,4.10 <sup>5</sup> ±4,1.10 <sup>4</sup> (1,6.10 <sup>5</sup> ) b	2,0.10 <sup>5</sup> ±3,6.10 <sup>4</sup> (2,1.10 <sup>5</sup> ) b	2,3.10 <sup>4</sup> ±1,5.10 <sup>3</sup> (2,4.10 <sup>4</sup> ) b
60	1,2.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,2.10 <sup>6</sup> ) a	1,6.10 <sup>4</sup> ±6,0.10 <sup>3</sup> (1,3.10 <sup>4</sup> ) c	2,7.10 <sup>4</sup> ±1,6.10 <sup>4</sup> (2,4.10 <sup>4</sup> ) c	1,6.10 <sup>3</sup> ±1,0.10 <sup>2</sup> (1,6.10 <sup>3</sup> ) c
90	1,1.10 <sup>6</sup> ±0,0 (1,1.10 <sup>6</sup> ) b	2,6.10 <sup>3</sup> ±5,7.10 <sup>2</sup> (3,0.10 <sup>3</sup> ) d	3,2.10 <sup>3</sup> ±1,1.10 <sup>2</sup> (3,2.10 <sup>3</sup> ) d	1,4.10 <sup>2</sup> ±0,0 (1,4.10 <sup>2</sup> ) d
120	1,0.10 <sup>6</sup> ±5,7.10 <sup>4</sup> (1,0.10 <sup>6</sup> ) c	2,6.10 <sup>3</sup> ±5,7.10 <sup>2</sup> (3,0.10 <sup>3</sup> ) d	9,3.10 <sup>2</sup> ±5,7.10 <sup>1</sup> (9,0.10 <sup>2</sup> ) e	9,0±0,0 (9,00) e
150	1,0.10 <sup>6</sup> ±1,0.10 <sup>5</sup> (1,0.10 <sup>6</sup> ) c	2,4.10 <sup>2</sup> ±1,1.10 <sup>1</sup> (2,4.10 <sup>2</sup> ) e	2,0.10 <sup>2</sup> ±5,7 (2,0.10 <sup>2</sup> ) f	1,6±0,5 (2,0) f
180	8,6.10 <sup>5</sup> ±1,1.10 <sup>5</sup> (8,0.10 <sup>5</sup> ) d	9,6.10 <sup>1</sup> ±1,1.10 <sup>1</sup> (9,0.10 <sup>1</sup> ) f	1,0.10 <sup>1</sup> ±0,0 (1,0.10 <sup>1</sup> ) g	0,0±0,0 (0,0) g
210	3.10 <sup>5</sup> ±5,7.10 <sup>4</sup> (2,0.10 <sup>5</sup> ) f	2,6.10 <sup>1</sup> ±1,1 (2,6.10 <sup>1</sup> ) g	0,0±0,0 (0,0) h	0,0±0,0 (0,0) g
240	3,8.10 <sup>5</sup> ±1,1.10 <sup>4</sup> (3,8.10 <sup>5</sup> ) e	1,6±0,5 (2,0) h	0,0±0,0 (0,0) h	0,0±0,0 (0,0) g
Valor	0,001	0,001	0,001	0,001

P<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Valor P referente ao teste de Kruskal-Wallis a P<0,05. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla de Dunn a P<0,05.

Figura 9 - Comportamento da carga microbiana em relação ao tempo de exposição ao óleo de rosa mosqueta nas concentrações estudadas



A variação percentual da contagem microbiana foi determinada por meio de estatísticas descritivas (Tabela 6) a fim de observar quais óleos essenciais obtiveram maior eficácia na redução da contagem microbiana.

As propriedades medicinais da rosa mosqueta no tratamento de doença das articulações que resulta da degeneração da cartilagem e do osso subjacente. Além disso, existem evidências sobre as propriedades antibacterianas, anticancerígenas, antidiabéticas e antiobesidade (SELAHVARZIAN *et al.*, 2018; BUTNARU *et al.*, 2019).

Tabela 6 - Média±desvio padrão (Mediana) da variação percentual (%) da contagem microbiana em relação aos óleos essenciais avaliados

Óleos essenciais	Variação da carga microbiana	Valor P <sup>1</sup>
Alecrim (12,5%)	-93,6±6,7 (-94,9) b	0,001
Capim cidreira (50%)	-95,5±5,5 (-97,9) ab	
Orégano (3,2%)	-99,9±0,0 (-99,9) a	
Rosa mosqueta (25%)	-85,6±9,9 (-86,6) c	

<sup>1</sup> Valor P referente ao teste de Kruskal-Wallis a  $P < 0,05$ . Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste de comparação múltipla de Dunn a  $P < 0,05$ .

O resultado da Tabela 6 indicou a presença de diferenças significativas ( $P=0,001$ ) na variação da contagem microbiana nas concentrações bactericidas mínimas de cada óleo essencial. O óleo de orégano apresentou maior efetividade antimicrobiana por resultar em redução da carga microbiana em 99,9% em 60 minutos de exposição. Não houve diferenças significativas na redução microbiana dos óleos de orégano e capim cidreira, pressupondo que o óleo de capim cidreira também se mostrou efetivo contra o microrganismo avaliado, já que apresentou redução percentual microbiana média de 95,5%.

O óleo de alecrim apresentou redução microbiana média de 93,6% e o óleo de rosa mosqueta apresentou redução microbiana média de 85,6%, mostrando-se o menos efetivo contra o microrganismo avaliado.

## 6. CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia utilizada e os resultados obtidos, os óleos de alecrim, capim-cidreira, orégano e rosa mosqueta apresentaram atividade antibacteriana frente ao *Enterococcus faecalis*. As concentrações mínimas desses óleos foram eficazes tanto na inibição do crescimento bacteriano quanto na eliminação das colônias bacterianas. Destaca-se que os óleos de alecrim e o orégano apresentaram as menores concentrações eficazes, com o óleo de orégano alcançando uma redução de 99,9% na contagem microbiana, seguido pelo alecrim com 93,6%, capim-cidreira com 95,5% e rosa mosqueta com 85,6%. O tempo de sobrevivência das bactérias, avaliado por meio da curva de crescimento, revelou que a nulidade na contagem de unidades formadoras de colônias foi alcançada em diferentes intervalos de tempo para cada óleo, sendo 60 minutos para o óleo de orégano na concentração de 3,2%, 120 minutos para o óleo de alecrim na concentração de 12,5%, e o capim-cidreira e rosa mosqueta, ambos com a concentração de 25%, com diferença nos intervalos de tempo foram 180 minutos para o óleo de capim cidreira e de 210 minutos para o óleo de rosa mosqueta.

Esses resultados sugerem que esses óleos possuem potencial como ingredientes em formulações antibacterianas, oferecendo alternativas naturais para o controle de infecções bacterianas causadas por *Enterococcus faecalis*. Contudo, são necessárias mais pesquisas para compreender completamente seus efeitos e garantir sua segurança e eficácia.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, MILESSA DA SILVA *et al.* **Interação entre antioxidantes naturais e espécies reativas do oxigênio nas doenças cardiovasculares: perspectivas para a contribuição do alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.)** Interaction between natural antioxidants and reactive oxygen species in cardiovascular diseases: perspectives. CEP, v. 5508, p. 000, 2010.

ALLAHGHADRI, TOLOU *et al.* Antimicrobial property, antioxidant capacity, and cytotoxicity of essential oil from cumin produced in Iran. **Journal of food science**, v. 75, n. 2, p. H54-H61, 2010.

ALMANAITYTE, M.; *et al.* Effect of carvacrol, TRP channels modulator, on cardiac electrical activity. *BioMed Res. Int.*, 6456805, 2020.

ALTERTHUM, Flavio; RÁCZ, Maria Lucia. **Microbiologia-Trabulsi Alterthum 6<sup>a</sup> Ed.-Ebook.** ,240- 235(3) 64.

AMARAL , S. C., *et al.* (2020). **Origanum vulgare essential oil: antibacterial activities and synergistic effect with polymyxin B against multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii***. *Molecular Biology Reports*, 47(12), 9615–9625. <https://doi.org/10.1007/s11033020-05989-0>. Acesso 23/11/2023.

ANDERSON, J. L., *et al.* A framework for the comprehensive evaluation of therapeutics to prevent antibiotic resistance. **The Journal of Antibiotics**, v. 72, n. 12, p. 819-827, 2019.

ANDRADE, J. M.; FAUSTINO, C.; GARCIA, C.; LADEIRAS, D.; REIS, C. P.; RIJO, P. *Rosmarinus officinalis* L.: an update review of its phytochemistry and biological activity. **Future science OA**, v. 4, n.4, p. FSO283, 2018. Acesso 23/01/2024.

ANVISA (2020). Agência Nacional de Vigilância Sanitária Resistência Microbiana: Saiba o que é e como evitar. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/resistencia-microbiana-saiba-o-que-e-e-como-evitar>. Acesso 03/01/2024.

AWADALLAH, S.; HASAN, *et al.* Waist circumference is a major determinant of oxidative stress in subjects with and without metabolic syndrome. **Diabetes Metab. Syndr. Clin. Res. Rev.**, 13, 2541–2547, 2019.

BAO, TIAN-QI, *et al.* Antidiabetic effects and mechanisms of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and its phenolic components. **The American Journal of Chinese Medicine**, v. 48, n. 06, p. 1353-1368, 2020.

BARROS, D. :Potencial Utilização de Sistemas Antimicrobianos Naturais como Conservantes Alimentares / Potential Use of Natural Antimicrobial Systems as Food Conservatives. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 6, p. 40476–

40491, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n6-547. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/12158>. Acesso em: 02/01/2024.

BENINCÁ, J. P.; DALMARCO, J. B.; PIZZOLATTI, M. G.; FRÖDE, T. S. **Analysis of the anti-inflammatory properties of Rosmarinus officinalis L. in mice**. Food Chemistry, v. 124, n. 2, p. 468-475, 2017.

BHATTACHARYA R, ROLTA R, DEV K, SOURIRAJAN A (2021) **Synergistic potential of essential oils with antibiotics to combat fungal pathogens**: Present status and future perspectives. Phytother Res 35:6089–6100. <https://doi.org/10.1002/ptr.7218>. Acesso em: 12/12/2023.

BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE. Normas de Desempenho para Testes de Sensibilidade Antimicrobiana: **15o Suplemento Informativo** [https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/metodo\\_ref\\_testes\\_diluicao\\_modulo4.pdf](https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/metodo_ref_testes_diluicao_modulo4.pdf). Acesso em 03/12/2023.

BORGES, CELINA. **Tudo posso**. Em: Renovação. CD, 2009. Disponível em: <https://www.letras.mus.br/celina-borges/144998/>. Acesso em 10/11/2023.

BOREN K, CROWM A, CARSON R. **Multidrug and pan-antibiotic resistance—the role of antimicrobial and synergistic essential oils**: a review. Natural Product Communications. 2020;15(10). <https://doi.org/10.1177/1934578X20962595>. Acesso em: 23/01/2024.

BORZINI, L.; CONDÒ, R.; DE DOMINICIS, P.; CASAGLIA, A.; CERRONI, L. Root Canal irrigation: chemical agents and plant extracts against *Enterococcus faecalis*. **Open Dent. J.** 2016, 10, 692–703.

BORTOLUZZI, *et al.* Efeito fitoterápico de plantas medicinais sobre a ansiedade: uma breve revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. 47, 2020.

BOWBE, K.H.; SALAH, K.B.H.; MOUMNI, S.; ASHKAN, M.F.; MERGHNI, A. **Anti-Staphylococcal activities of Rosmarinus officinalis and Myrtus communis essential oils through ROS-mediated oxidative stress**. Antibiotics, 12, 266, 2023. Disponível em :<https://doi.org/10.3390/antibiotics1202026>. Acesso em: 12/02/2024.

BRASIL(2016), Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. Política e Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica. – Brasília: **Ministério da Saúde**, 2016. Acesso em10/11/2023.

BROWN, R. L.; GREEN, J. M. Aroma characteristics of Cymbopogon citratus leaves. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 1, p. 107-114, 2015.

BUTNARU, E.; STOLERU, E.; BREBU, M.A.; DARIE-NITA, R.N.; BARGAN, A.; VASILE, C. **Chitosan-based bionanocomposite films prepared by emulsion technique for food preservation**. *Materials*. 2019, 12, 373. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ma12030373>. Acesso em: 12/02/2024.

CHAITANYA MVNL, RAMANUNNY AK, BABU MR, GULATI M, VISHWAS S, SINGH TG, CHELLAPPAN DK, ADAMS J, DUA K, SINGH SK. **Journey of Rosmarinic Acid from Biomedicine to Nanobiomedicine for Cancer Treatment: Current Strategies and Future Perspectives**. *Pharmaceutics*, 2022; 14(11):2401. Available at <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14112401>. Accessed on 23/01/2024.

CIMANGA, K., *et al.* Correlation between chemical composition and antibacterial activity of essential oils of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of Congo. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 79, n. 2, p. 213-20, 2002.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. **Normas de Desempenho para Testes de Sensibilidade Antimicrobiana: 15º Suplemento Informativo**. 2005.

CLINICAL LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI), 2011. Performance

CLSI-CLINICAL LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. **Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically**. Approved standard M07-A10. Pennsylvania, United States of America: National Committee for Clinical Laboratory Standards, 2015.

COSTA, Alef Goes; FERREIRA, Letícia Campos. **Potencial antimicrobiano do óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) e sua aplicação em alimentos**. 2021. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/7502>. Acesso em: 18/10/2023.

DA SILVA, Letícia de Pinho; RECK, Regina Tatiana; DA FONSECA, Francisco Noé. Desenvolvimento de formas farmacêuticas semissólidas a partir de capim-limão (*Cymbopogon citratus*). *Saúde e meio ambiente: revista interdisciplinar*, v. 5, n. 2, p. 82-92, 2016.

DE PAULA VALENTE, Priscila Lopes; DA SILVA OLIVEIRA, Nêisa. Tratamentos estéticos associados ao transplante capilar: uma revisão de escopo. **Revista Estética em Movimento**, v. 2, n. 1, 2023.

Dhifi W, Bellili S, Jazi S, Bahloul N, Mnif W. **Caracterização química de óleos essenciais e investigação de algumas atividades biológicas: uma revisão crítica**. *Medicamentos*. 2016; 3(4):25. <https://doi.org/10.3390/medicines3040025>. Acesso em: 18/10/2023.

EL BAABOUA A, EL MAADOUDI M, BOUYAHYA A, BELMEHDI O, KOUNNOUN A, CHEYADMI S, OUZAKAR S, SENHAJI NS, ABRINI J (2022) Evaluation of the combined effect of antibiotics and essential oils against *Campylobacter* multidrug resistant strains and their biofilm formation. **South African Journal of Botany**, v. 150, p. 451-465.

ELSHAFIE HS, CAMELE I. **An Overview of the biological effects of some mediterranean essential oils on human health.** Biomed Res Int.;2017 :9268468. 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/9268468>. Acesso em: 01/11/2023.

FENG, Y.; DENG, L.; GUO, H.; ZHAO, Y.; PENG, F.; WANG, G.; YU, C. **The anti-colon cancer effects of essential oil of *Curcuma phaeocaulis* through tumour vessel normalisation.** Front. Oncol. 4459, 728464, 2021.

FILIPENSES 4:13. **Bíblia Sagrada.** 22ª ed. São Paulo: Editora Ave Maria, 2021.

FISHER, K. e PHILLIPS, C. The mechanism of action of a citrus oil blend against *Enterococcus faecium* and *Enterococcus faecalis*. **Journal of Applied Microbiology**, v. 106, n. 4, p. 1343–9. 2009.

GARSIN, D. A FRANK KL, SILANPIÄÄ J, AUSUBEL FM, HARTKE A, SHANKAR N, MURRAY BE. Patogênese e Modelos de Infecção Enterocócica. 2014 Fev 7. In: Gilmore MS, Clewell DB, Ike Y, Shankar N, editores. **Enterococos: Dos Comensais às Principais Causas de Infecção Resistente a Medicamentos** [Internet]. Boston: Enfermaria de Olhos e Ouvidos de Massachusetts; 2014—. PMID: 24649512. Acesso em 12/12/2023.

GHASEMI, N., BEHNEZHAD, M., ASGHARZADEH, M., ZEINALZADEH, E., & KAFIL, H. S. Antibacterial Properties of Aloe Vera on Intracanal Medicaments Against *Enterococcus* biofilm at different stages of development. **International journal of dentistry.**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2020/8855277>. Acesso em: 13/02/2024.

GHASEMZADEH RAHBARDAR M., Amin B., Mehri S., Mirnajafi-Zadeh S.J., Hosseinzadeh H. **Efeitos anti-inflamatórios do extrato etanólico de *Rosmarinus officinalis* L. e ácido rosmarínico em um modelo de dor neuropática em ratos.** Biomed. Farmacoter. 2017;86:441–449. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2016.12.049>. Acesso em: 03/02/2024.

GUERRA, BRUNA. Publicado em: 06/07/2023, disponível em <https://meiosustentavel.com.br/beneficios-alecrim/> acesso em 23/01/2024. Acesso em: 17/11/2023.

HAZEM S. E.; IPPOLITO, C. **An Overview of the Biological Effects of Some Mediterranean Essential Oils on Human.** Health. BioMed Research International, 9268468, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/9268468>. Acesso em: 03/11/2023.

HOLLENBECK, BRIAN. L., RICE, LOUIS B. Intrinsic and acquired resistance mechanisms in enterococcus. **Virulence**, v. 3, n. 5, p. 421-569, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.05.007>.

ILYASOGLU, H. Characterization of rosehip (*Rosa canina* L.) **seed and seed oil.** Int. J. Food Prop. 2014, 17, 1591–1598. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.777075>. Acesso em: 05/11/2023.

Imagem **Rosa Mosqueta**/disponível em:  
<https://pixabay.com/pt/images/search/rosa%20mosqueta>.

JANANI K, TEJA KV, AJITHA P. Cytotoxicity of oregano essential oil and calcium hydroxide on L929 fibroblast cell: **A molecular level study**. *J Conserv Dent* 2021;24:457-63.

KANTH, M. K; MEHTA,N.; CHATLI, M. K.; MALAV, O. P.; KUMAR1, P.; WAGH, R. V.; PANWA, H. In-vitro assessment of antimicrobial, antibiofilm and antioxidant potential of essential oil from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) **Journal of Animal Research**: v.8 n.6, p. 989-998. 2018. <https://doi.org/10.30954/2277-940X.12.2018.7>. Acesso em: 03/02/2024.

KARIMINIK, ASHRAF *et al.* Chemical composition and antibacterial activity of the essential oils extracted from 4 medicinal plants (Labiatae) of Kerman, Iran. **Journal of Applied Biotechnology Reports**, v. 6, n. 4, p. 172-179, 2019.

KRYVTSOVA, M. V. Anty-microbial, and anty-biofilm-forming properties of *Origanum vulgare* L. essential oils on *Staphylococcus aureus* and its antioxidant action. **Studia Biologica**, v. 14, n. 2, p. 27-38, 2020.

LAMBERTE, L. E., CABRERA, E. C., RIVERA, W. L. (2020). Antimicrobial activity of oregano (*Origanum vulgare* Linn.) essential oil against multidrug-resistant bacteria. **Journal of Medicinal Plants Research**, 14(7), 313-320.

LANG G, BUCHBAUER G. A review on recent research results (2008–2010) on essential oils as antimicrobials and antifungal. **Flavour Fragr J** 27:13–39, 2012.

LAWAL, O.A., OGUNDAJO, A.L., AVOSEH, N.O. & OGUNWANDE, I.A., 2017. *Cymbopogon citratus*. In: KUETE, V. **Medicinal spices and vegetables from Africa**. Cambridge: Academic Press, Cap. 18, pp. 397-423. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-809286-6.00018-2> acesso em 10/11/2023.

LEUTHIER , L. L.; SILVA, E. C. A. da .; ALMEIDA JÚNIOR, A. .; NUNES, J. M. F. F. .; SAMPAIO, F. C. .; FARIAS, I. A. P. Effect of *Origanum vulgare* L. essential oil and carvacrol on the growth of pathogenic bacteria in the oropharynx. **Research, Society and Development**,[S. l.], v. 10, n. 1, p. e45210111754, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i1.11754. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11754>. Acesso em: 18/12/2023.

Li Pomi F, PAPA V, *et al.* **Rosmarinus officinalis e Pele: Atividade Antioxidante e Possível Papel Terapêutico em Doenças Cutâneas**. *Antioxidantes (Basileia)*. 9 de março de 2023; 12(3):680. DOI: 10.3390/antiox12030680. PMID: 36978928; PMCID: PMC10045493. Acesso em: 07/11/2023.

Li X., ZHAO L., HAN J.-J., ZANG F., LIU S., *et al.* **Carnosol modula a diferenciação celular Th17 e o interruptor microglial na encefalomielite**

**autoimune experimental.** \*Frente. Imunol.\*2018;9:1807.  
10.3389/fimmu.2018.01807.

LIMA, V. C. C.; ROCHA, T. D.; TORRÃO, S. A. de A.; SALLES, M. C. S. . A **Importância do Controle das Infecções Hospitalares para Minimizar a Resistência Bacteriana.** Epitaya E-books,[S. l.], v. 1, n. 20, p. 66-99, 2022. DOI: 10.47879/ed.ep.2022595p66. Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/565>. Acesso em:

LINDENSTRAUSS, A. G.; BEHR, J.; EHRMANN, M. A.; HALLER, D.; VOGEL, R. F. Identification of fitness determinants in *Enterococcus faecalis* by differential proteomics. **Archives of microbiology**, v. 195, n. 2, p. 121–30, 2013.

LINS, ANALHA DYALLA FEITOSA *et al.* **Quantificação de compostos bioativos em erva cidreira (*Melissa officinalis* L.) e capim cidreira [(*Cymbopogon citratus* (dc) Stapf.)].** Gaia Scientia, v. 9, n. 1, p. 17-21, 2015. Disponível em Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/article/view/23991>. Acesso em: 28 nov. 2023.

LUKAS B, CHIMIDERER C, NOVAK J. **Essential oil diversity of European *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae).** Phytochemistry. 2015 Nov;119:32-40. doi:10.1016/j.phytochem.2015.09.008. Epub 2015 Oct 8. PMID: 26454793. Acessado em 11/11/2023.

MAIONE, F.; CANTONE, V.; PACE, S.; CHINI, M. G.; BISIO, A.; ROMUSSI, G.; BIFULCO, G. Anti-inflammatory and analgesic activity of carnosol and carnosic acid in vivo and in vitro and in silico analysis of their target interactions. **British journal of pharmacology**, v. 174, n. 11, p. 1497-1508,2017.

MARINKOVIĆ J, NIKOLIĆ B, MARKOVIĆ T, RADUNOVIĆ M, ILIĆ J, BOŠKOVIĆ M, ĆIRIĆ A, MARKOVIĆ D. ***Cymbopogon citratus* essential oil: an active principle of nanoemulsion against *Enterococcus faecalis* root canal biofilm.** Future Microbiol. 2021;16:907-918. <https://doi.org/10.2217/fmb-2021-0081>. Acesso em: 09/11/2023.

MITTAL, R. P.; RANA, A.; JAITAK, V. **Essential Oils: An Impending Substitute of Synthetic Antimicrobial Agents to Overcome Antimicrobial Resistance.** Curr Drug Targets. v.20, n.6,p.605624,2019.DOI:10.2174/1389450119666181031122917. PMID: 30378496. Acesso em: 28 /10/2023.

MOHAMED, A.A., ALOTAIBI, B.M. **Essential oils of some medicinal plants and their biological activities: a mini review.** J.Umm Al-Qura Univ. Appl. Sci. 9, 40–49 (2023). <https://doi.org/10.1007/s43994-022-00018-1>. Acesso em: 02/11/ 2023.

NAGY-BOTA , M.C.; MAN, A.; *et al.* **Essential Oils as Alternatives for Root-Canal Treatment and Infection Control against *Enterococcus faecalis*-A Preliminary Study.** Appl. Sci. 11, 1422, 2021. <https://doi.org/10.3390/app11041422>. Acesso em: 30/10/ 2023.

NEAGU, R.; POPOVICI, V.; *et al.* **Antibacterial and Antibiofilm Effects of Different Samples of Five Commercially Available Essential Oils.** *Antibiotics*, 12, 1191, 2023. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12071191>. Acesso em: 28/10/2023.

NOWAKIEWICZ, A. *et al.* **Determination of resistance and virulence genes in *Enterococcus faecalis* and *E. faecium* strains isolated from poultry and their genotypic characterization by ADSRRS-fingerprinting.** *Poultry science*, v. 96, n. 4, p. 986-996, 2017. Disponível em <https://doi.org/10.3382/ps/pew365>. Acesso em 13/01/2024.

OLIVEIRA FQ, GOBIRA B, GUIMARÃES C. BATISTA J, BARRETO M, SOUZA M, 2007. Espécies vegetais indicadas na odontologia. **Rev Bras Farmacogn** 17: 466-476. 2007.

OLIVEIRA, CARLOS EDUARDO VASCONCELOS DE. Influência de Timol e Carvacrol sobre o crescimento, características metabólicas e potencial enterotoxigênico de cepas de *Staphylococcus aureus* isoladas de alimentos. 2010. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Pernambuco.

OLIVEIRA, C. C. A. de .; SANTOS, J. S. **Active compounds of lemon grass (*Cymbopogon citratus*): a review.** *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 12, p. e263101220281, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i12.20281. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20281>. Acesso em: 10/01/2024.

OLIVEIRA, J. C. A.; VEIGA, R. S. Impacto do uso do alecrim-Rosmarinus officinalis L.-para a saúde humana. **Brazilian Journal of Natural Sciences**, v. 2, n. 1, p. 12-12, 2019.

OSAILI, T.M.; DHANASEKARAN, D.K.; ZEB, F.; FARIS, M.E.; NAJA, F.; RADWAN, H.; CHEIKH ISMAIL, L.; HASAN, H.; HASHIM, M.; OBAID, R.S. **A status review on health-promoting properties and global regulation of essential oils.** *Molecules*, 28,1809, 2023. <https://doi.org/10.3390/Molecules 28041809>. Acesso em: 10 nov. 2023.

OSAILI, T.M.; HASAN, F.; DHANASEKARAN, D.K.; OBAID, R.S.; AL-NABULSI, A.A.; KARAM, L.; SAVVAIDIS, I.N.; OLAIMAT, A.N.; AYYASH, M.; AL-HOLY, M. Effect of yogurt-based marinade combined with essential oils on the behavior of *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella* spp. in camel meat chunks during storage. **Int. J. Food Microbiol.**, 343, 109106, 2021.

OUSSALAH, M., CAILLET, S., LAROIX, M. Mechanism of action of Spanish Oregano, Chinese cinnamon, and savory essential oils against cell membrane and walls of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*. **Journal of Food Protection**, v.69, p.1046 – 1055, 2006.

PEDROSO, Reginaldo dos Santos; ANDRADE, Géssica; PIRES, Regina Helena. Plantas medicinais: uma abordagem sobre o uso seguro e racional. *Physis: Revista*

**de Saúde Coletiva**, v. 31, 2021. <https://doi.org/10.1590/S0103-73312021310218> . Acesso em: 5 dez. 2023.

PLANALTO. **Decreto nº 5813**, de 22 de junho de 2006. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Decreto.](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto.)>. Acesso em: Acesso em: 5 dez. 2023.

PERUMALSAMY, H; SHANMUGAM, R. *et al.* Nanoemulsion and encapsulation strategy of hydrophobic oregano essential oil increased human prostate cancer cell death via apoptosis by attenuating lipid metabolism. **Bioinorg. Chem. Appl.** 9569226, 2022.

RAMLI , S., RADU, S., Shaari, K. And Rukayadi, Y. Antibacterial activity of ethanolic extract of *Syzygium polyanthum* L. (Salam) leaves against foodborne pathogens and application as food sanitizer. **Biol. Med. Res. Int.:** v. 1, n.13, Article ID 9024246, 20.

Ramsey JT, Shropshire BC, Nagy TR, Chambers KD, Li Y, Korach KS. **Essential Oils and Health.** Yale J Biol Med. 2020 Jun 29;93(2):291-305.

RUIZ-GARBAJOSA P, *et al.* (2021). **Genomic analysis of vancomycin-resistant *Enterococcus faecalis* reveals an extensive repertoire of *E. faecalis* pathogenicity determinants.** mBio, 12(1), e02960-20.

SANTANA, F. B. **Uso de espectroscopia no infravermelho médio e análise discriminante por quadrados mínimos parciais na determinação de adulterações em óleos de andiroba, primula e rosa mosqueta.** 2015. f. 78. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

SANTOS, F. D. **Potencial de inibição de óleos essenciais alecrim (*Rosmarinus officinalis*) e citronela (*Cymbopogon winterianus*) para controle in vitro do fungo *Colletotrichum gloeosporioides*,** 2017.

SANTOS, J. S. D., VIEIRA, A. B. D., & KAMANDA, I. (2009). A Rosa Mosqueta no tratamento de feridas abertas: uma revisão. **Revista Brasileira de Enfermagem**, 62, 457-462. Disponível em <https://doi.org/10.1590/S0034-71672009000300020>. Acesso em 17/01/2024.

SANTOS, R. L.; GUIMARÃES, G. P.; NOBRE, M. S. C.; PORTELA, A. S. Análise sobre a fitoterapia como prática integrativa no Sistema Único de Saúde. **Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu.** v. 13, n. 4, p. 486-491, 2011.

SELAHVARZIAN A, *et al.* **Properties of *Rosa canina* L.** Herb. Med. J. 2018; 3(2):77-84.

SHAHINA Z, AL HOMSI R, PRICE JDW, WHITEWAY M, SULTANA T, DAHMS TES. **Rosemary essential oil and its components 1,8- cineole and  $\alpha$ -pinene induce ROS-dependent lethality and ROS-independent virulence inhibition in *Candida***

**albicans**. PLoS ONE 17(11): e0277097, 2022.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277097>. Acesso 07/11/2023.

SHARMA, M.; GREWAL, K.; *et al.* **Essential oils as anticancer agents: Potential role in malignancies, drug delivery mechanisms, and immune system enhancement**. *Biomed. Pharmacother.* 2022, 146, 112514.

SILVA F. F. M., Moura, L. F ,*et al.* (2014). **Análise da composição química do óleo essencial de capim santo (Cymbopogon citratus) obtido através de extrator por arraste com vapor d água construído com materias de fácil aquisição e baixo custo**.*Holos*,4, 144-152.

SMITH, A. B., *et al.* (2010). Historical and cultural uses of lemongrass. *Journal of Ethnopharmacology*, 127(3), 746-752.

SWEILEH, WALEED M. (2021). **Global research publications on irrational use of antimicrobials: call for more research to contain antimicrobial resistance**. *Globalization and Health* 17(1): 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12992-021-00754-9>. 08/11/2023.

SYLVESTER, P.W. **Optimization of the tetrazolium dye (MTT) colorimetric assay for cellular growth and viability**. *Meth. Mol. Biol.* v.716, p.157-168, 2011.  
Taiz L & Zeiger E. (2009) *Fisiologia Vegetal*. 4ª Edição. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820p.

REIS, J. *et al.* Avaliação Da Atividade Antimicrobiana Dos Óleos Essenciais Contra Patógenos Alimentares. *Brazilian Journal of Health Review*, 2020. v. 3, n. 1, p. 342–363. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n1-025>. Acesso em: 12 /12/2023.

TEIXEIRA, Daniel de Azevedo. **Microbiologia básica**. Teófilo Otoni: Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni, 2020.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12.ed. Artmed: Porto Alegre, 939 p., 2017.

WERNER G, *et al.* (2017). **Impact of antimicrobial chemotherapy on genetic diversity and persistence of human-associated Escherichia coli**. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 61(3), e 02.

WIJESUNDARA, N. *et al.* **Carvacrol exhibits rapid bactericidal activity against Streptococcus pyogenes through cell membrane damage**. *Scientific Reports*, v. 11, 15 jan. 2021.

YILMAZ SO, ERCISLI i S. **Antibacterial and antioxidant activity of fruits of some rose species from Turkey**. *Rom Biotech Lett.* 2011;16(4):6407-411.

VASCONCELOS, N. G., *et al.* (2019). *Origanum vulgare* L. essential oil inhibits the growth of carbapenem-resistant gram-negative bacteria. **Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 52, e20180502. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0502-2018>. Acesso em 23/01/2024.

ZANDONÁ, J.; SOUZA, M. A. Características microbiológicas, patogenicidade e viabilidade do *Enterococcus faecalis* e seu cultivo in vitro em pesquisas microbiológicas na área da Endodontia. **Revista da Faculdade de Odontologia - UPF**, [S. l.], v. 22, n. 2, 2017. DOI: 10.5335/rfo.v22i2.7225. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rfo/article/view/7225>. Acesso em: 5 dez. 2023.

ZANCAN, R.F., CALEFI, P.H.S., BORGES, M.M.B., LOPES, M.R.M., ANDRADE, F.B., VIVAN, R.R., & DUARTE, M. A. H. (2018). **Antimicrobial activity of intracanal medications against both *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* biofilm**. *Microscopy Research and Technique*, 1-7. <https://doi.org/10.1002/jemt.23192>. Acesso 22/10/2023.

ZHAN, Xiangjun *et al.* The antimicrobial and antibiofilm activity of oregano essential oil against *Enterococcus faecalis* and its application in chicken breast. **Foods**, v. 11, n. 15, p. 2296, 2022.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 5th edition. Essex: Prentice Hall, 2009. 960p.