



ELAINE ANDRADE DE PAULO

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE ÓLEOS
ESSENCIAIS APLICADOS A ALIMENTOS: UMA REVISÃO
ATUALIZADA**

LAVRAS - MG

2023

ELAINE ANDRADE DE PAULO

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE ÓLEOS
ESSENCIAIS APLICADOS A ALIMENTOS: UMA REVISÃO
ATUALIZADA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso
de Engenharia de Alimentos, para a obtenção
do título de Bacharel.

Prof. Dr. Leonardo do Prado Silva
Orientador

**LAVRAS – MG
2023**

ELAINE ANDRADE DE PAULO

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE ÓLEOS
ESSENCIAIS APLICADOS A ALIMENTOS: UMA REVISÃO
ATUALIZADA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso
de Engenharia de Alimentos, para a obtenção
do título de Bacharel.

Aprovado por:

Leonardo do Prado Silva (ORIENTADOR)
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

Fabiana Reinis Franca Passamani
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

Paula de Paula Menezes Barbosa
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

LAVRAS – MG

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me sustentado até aqui, pela força e ânimo de cada dia, pois nessa caminhada por várias vezes pensei em desistir, em abandonar tudo e parar, mas nesses momentos uma força interior sempre agiu em mim e me fez levantar e seguir em frente.

Agradeço a cada um dos meus familiares, em especial a minha amada mãe, Marília, mulher forte e guerreira, que mesmo não tendo formação superior sempre reconheceu a importância dos estudos e na sua simplicidade sempre me apoio e orou por mim. Sem suas orações, mãe, certamente não estaria aqui hoje.

Agradeço aos meus colegas e amigos, em especial aqueles que aqui conheci e tive a oportunidade de conviver nesses últimos anos.

A Universidade Federal de Lavras, juntamente com seus docentes, técnicos e servidores.

Agradeço de modo especial ao meu orientador, Leonardo, por me auxiliar nessa última e tão complexa etapa do processo.

Por último e não menos importante ao meu amado namorado, companheiro, parceiro e amigo, Fábio, que trilhou ao meu lado cada passo desse caminho. Obrigada pela paciência e compreensão, por ter escutado minhas lamúrias, choros e histórias. Obrigada por sempre me incentivar e não deixar que continuasse sentada ao longo do caminho, quando parecia que não aguentava mais, obrigada por segurar minha mão e seguir comigo.

RESUMO

Os óleos essenciais (OE) compreendem em compostos líquidos, oleosos e aromáticos, extraídos de diferentes partes das plantas e hoje são amplamente utilizados em diferentes áreas devidos aos efeitos antibacteriano, antifúngico, antioxidante, aromatizante e flavorizante. Diferentes plantas são comumente utilizadas para a extração de OE, como as popularmente conhecidas como alecrim, citronela, coentro, manjeriço, tomilho, cravo, orégano, hortelã, canela, gengibre, pimenta, entre outras. A fim de evitar que microrganismos patogênicos normalmente associados a contaminação e deterioração dos alimentos é comum que dentro da indústria de alimentos seja feito o uso de aditivos e conservantes sintéticos. Entretanto, frente aos malefícios que estes compostos podem trazer a saúde humana, cada vez mais, tem sido buscada alternativas mais naturais e que resultem em menores prejuízos para as pessoas, como é o caso dos OE. Assim, o objetivo da pesquisa foi evidenciar por intermédio de uma revisão de literatura a ação antifúngica e antibacteriana dos OE aplicada aos alimentos.

Palavras-chave: Óleos essenciais. Indústria de alimentos. Conservantes naturais. Patógenos, Deteriorantes.

ABSTRACT

Essential oils (EO) comprise liquid, oily and aromatic compounds, extracted from different parts of plants and today are widely used in different areas due to their antibacterial, antifungal, antioxidant, flavoring and flavoring effects. Different plants are commonly used for EO extraction, such as those popularly known as rosemary, citronella, coriander, basil, thyme, cloves, oregano, mint, cinnamon, ginger, pepper, among others. In order to prevent pathogenic microorganisms normally associated with food contamination and deterioration, it is common within the food industry to use synthetic additives and preservatives. However, in view of the harm that these compounds can bring to human health, more and more natural alternatives have been sought that result in less harm to people, as is the case with EO. Thus, the objective of the research was to demonstrate, through a literature review, the antifungal and antibacterial action of EO applied to food.

Keywords: Essencial oils. Food industry. Natural preservatives. Pathogens, Deterioration.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 ÓLEOS ESSENCIAIS (OE)	9
2.2 PRINCIPAIS PATÓGENOS E DETERIORADORES DE INTERESSE PARA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	13
2.2.1 <i>Escherichia coli</i>	13
2.2.2 <i>Salmonella</i> spp	15
2.2.3 <i>Staphylococcus aureus</i>	16
2.2.4 <i>Bacillus cereus</i>	17
2.2.5 <i>Listeria monocytogenes</i>	18
2.3 Fungos filamentosos	19
2.4 Uso dos OE nos alimentos e suas limitações	20
3. METODOLOGIA	21
4. DESENVOLVIMENTO	22
5. CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais (OE) são solúveis em solvente orgânicos, aromáticos e compreendem uma mistura de compostos voláteis de baixo peso molecular que são insolúveis em água. Eles podem ser extraídos das seguintes partes das plantas: sementes, folhas, raízes, frutas, cascas e madeiras (LIMA, 2022; MAIA *et al.*, 2015). Os OE são o produto do metabolismo secundário das plantas e podem ser extraídos por intermédio de diferentes técnicas, como por intermédio da destilação, maceração, prensagem a frio, entre outras (POMBO *et al.*, 2018). Conforme a sua composição química, eles podem ser classificados em 2 tipos: 1) fenilpropanóides que abrangem as cumarinas, aldeídos aromáticos, propenilbenzenos e alibenzenos; 2) terpenóides que são os monoterpenos, sesquiterpenos e outros terpenóides (SIMÕES *et al.*, 2017).

Diferentes plantas são comumente utilizadas para a extração de OE, como as popularmente conhecidas como alecrim, citronela, coentro, manjeriço, tomilho, cravo, orégano, hortelã, canela, gengibre, pimenta, entre outras. Podem ser usadas de forma isolada ou associadas, resultando em uma interação positiva que é nomeada como sinergismo, ou seja, os benefícios são maiores do que quando os compostos são utilizados de forma isolada (SANTOS; PICCOLI; TEBALDI, 2017).

Os OE são uma alternativa para o uso em conjunto com outros meios de preservação de produtos alimentícios devido a seu potencial antimicrobiano (POMBO, 2018). Além de atender a demanda por produtos com baixa toxicidade para o homem e baixo impacto para meio ambiente. (MARCOLINA, 2021). Eles são promissores para área de alimentos, principalmente no que diz respeito às Doenças Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA)

As DTHA ainda compreendem um problema de saúde pública, visto que normalmente expressam-se por intermédio de surtos, ou seja, os casos não ocorrem isolados, mas são observados em um grupo de indivíduos. Elas são desencadeadas pela ingestão de alimentos e/ou água contaminada por toxinas ou patógenos vivos que podem desencadear quadros clínicos resultantes de infecções, intoxicações e toxicoinfecções (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Dentre os micro-organismos associados a DTHA, destacam-se no Brasil a *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus* (POMBO *et al.*, 2018).

As indústrias de alimentos têm como desafio controlar a deterioração dos alimentos, principalmente aquela relacionada à deterioração por ações microbiológicas ou enzimáticas. Essa deterioração pode ocorrer nas diferentes etapas de produção como no processamento, acondicionamento, estocagem, impactando não só na perda de qualidade e prejuízos econômicos, mas também podendo expor o consumidor a DTHA (FAVA *et al.*, 2012; RAJKOVIC, 2014).

Nessa perspectiva, as indústrias para evitar que microrganismos patogênicos normalmente associados a DTHA se multipliquem nos alimentos utilizam diferentes métodos de conservação, dentre eles a adição de aditivos e conservantes sintéticos. Entretanto, frente aos malefícios que estes compostos podem trazer a saúde humana, cada vez mais, tem sido buscada alternativas mais naturais e que resultem em menores prejuízos para as pessoas, como é o caso dos OE.

As plantas aromáticas e especiarias são utilizadas por longo tempo, seja na área de perfumaria, medicina popular ou culinária. Atualmente ganha ênfase como agente antimicrobiano natural em produtos alimentícios. (BALLESTER *et al.*, 2013).

O objetivo principal deste foi evidenciar por intermédio de uma revisão de literatura as informações existentes sobre as propriedades antimicrobianas dos óleos essenciais aplicada aos alimentos. Como objetivos específicos foram estabelecidos: demonstrar o que são os OE; destacar quais tem sido mais amplamente utilizado devido a suas propriedades antifúngicas e antibacterianas; e por fim, avaliar a efetividade dos óleos essenciais no controle de diferentes micro-organismos em alimentos e sua ação como conservante natural.

A presente pesquisa justifica-se, pois, a cada dia, o interesse sobre o tema é crescente, entretanto, ainda falta avaliações consolidadas sobre esse assunto. Compreender a sua efetividade e também os efeitos que podem surgir de sua utilização são essenciais para que seu uso seja realizado de forma eficiente e segura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ÓLEOS ESSENCIAIS (OE)

Os OE compreendem em compostos líquidos, oleosos e aromáticos, extraídos de diferentes partes das plantas e hoje são amplamente utilizados em diferentes áreas devido aos seguintes efeitos: antibacteriano, antifúngico, antiviral, repelente e antioxidante. Além disso, devido aos efeitos que causa ao Sistema Nervoso Central (SNC) é amplamente utilizado como base da aromaterapia para alívio de sintomas como náuseas, dor, depressão, ansiedade, insônia entre outros sinais clínicos de origem psicossomática (FARRAR, FARRAR, 2020). Eles também são amplamente utilizados principalmente dentro da indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia devido a sua ação aromatizante, flavorizante e conservante (DHAKAD *et al.*, 2018; SHARMA *et al.*, 2019).

Nas plantas os OE têm como função garantir a sobrevivência delas frente a agressões como radiação ultravioleta, insetos e micro-organismos (COSTA *et al.*, 2015). Os principais compostos presentes nos OE e que atuam diretamente no controle de micro-organismos são o eugenol, alicina, timol e carvacrol (MORO *et al.*, 2015).

Os efeitos antimicrobianos dos OE ocorrem, pois, estes compostos adentram a membrana do patógenos, causando alteração e instabilidade, alterações na permeabilidade, perda de constituintes celulares, inativação enzimática e indução da morte (CASTORANI; FIGUEIREDO, 2018). Na tabela 1 são apresentados alguns OE e seus mecanismo de ação em determinados micro-organismos.

Tabela 1 - Mecanismo de ação de alguns OE contra determinados micro-organismos

Nome científico	Nome Popular	Micro-organismo direcionado	Efeito observado	Referências
<i>Allium sativum</i>	Alho	<i>Escherichia coli</i>	Vazamento induzido de material celular	. HYLDGAARD <i>et al.</i> , 2012
<i>Litsea cubeba</i>	Pimenta Chinesa	<i>E. coli</i>	Desestabilização da membrana externa e interna	LI <i>et al.</i> , 2014
<i>Foeniculum vulgare</i>	Erva doce brasileira	<i>Shigella dysenteriae</i>	Perda de integridade da membrana	DIAO <i>et al.</i> , 2014
<i>Forsythia koreana</i>	Sino Dourado	<i>S. aureus</i> <i>E.coli</i> <i>L. monocytogenes</i>	Perda de integridade da membrana e aumento da permeabilidade	YANG <i>et al.</i> , 2015
<i>Piper nigrum</i>	Pimenta do Reino	<i>E. coli</i>	A célula torna-se furada, enrugada ocorrendo o vazamento de material intracelular.	. ZHANG <i>et al.</i> , 2017
<i>Cuminum cyminum</i>	Cominho	<i>B. cereus</i> <i>B. subtilis</i>	Mudanças no citoplasmas	. HYLDGAARD <i>et al.</i> , 2012
<i>Dipterocarpus gracilis</i>	Castanha de macaco	<i>B. cereus</i> <i>Proteus mirabilis</i>	Ruptura da membrana celular	ZHANG <i>et al.</i> , 2016

Continuação - Tabela 1

Nome científico	Nome Popular	Micro-organismo direcionado	Efeito observado	Referência
<i>Ocimum gratissimum</i>	Manjeriço	<i>E. coli</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	Membrana permeabilizada	HYLDGAARD <i>et al.</i> , 2012
<i>Coriaria nepalensis</i>	Coriaria	<i>Candida isolates</i>	Inibição da biossíntese de ergosterol e interrupção da integridade da membrana	AIJAZ <i>et al.</i> , 2011
<i>Curcuma longa</i>	Açafrão da terra	<i>Aspergillus flavus</i>	Inibição da biossíntese de ergosterol	HUA <i>et al.</i> , 2011
<i>Origanum vulgare</i>	Orégano	<i>S. aureus</i>	Membrana permeabilizada	LAMBERT <i>et al.</i> , 2012
<i>Mentha longifolia</i>	Hortelã Silvestre	<i>Escherichia coli</i> <i>Salmonella Typhimurium</i>	Danos na parede celular	. HYLDGAARD <i>et al.</i> , 2012

Fonte: Adaptado (CHOUHAN; SHARMA; GULERIA, 2017)

Existem mais de 3000 OE conhecidos e entre esses cerca de 300 têm importância comercial e são utilizados em diferentes áreas. (BARBOSA *et al.*,2019) Os mais conhecidos encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Principais óleo essenciais utilizados na indústria de alimentos.

Nome Científico	Família	Nome popular	Parte utilizada para extração do OE
<i>Anthemis nobilis</i>	<i>Asteraceae</i>	Camomila Romana	Flores frescas e secas
<i>Cananga odorata</i>	<i>Annonaceae</i>	Ylang Ylang	Flores frescas
<i>Cinnamomum cassia</i>	<i>Lauraceae</i>	Canela Chinesa	Cascas
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	<i>Lauraceae</i>	Canela Verdadeira	Folhas
<i>Citrus aurantifolia</i>	<i>Rutaceae</i>	Limão Tahiti	Casca
<i>Citrus aurantium</i>	<i>Rutaceae</i>	Laranja Azeda	Casca/ Flores
<i>Citrus bergamia</i>	<i>Rutaceae</i>	Laranja Bergamota	Casca da fruta não totalmente madura
<i>Citrus limon</i>	<i>Rutaceae</i>	Limão Siciliano	Casca
<i>Citrus reticulata</i>	<i>Rutaceae</i>	Tangerina	Casca
<i>Citrus sinensis</i>	<i>Rutaceae</i>	Laranja Doce	Casca da fruta
<i>CitrusX paradisi</i>	<i>Rutaceae</i>	Toranja (Grapefruit)	Casca do fruto
<i>Coriandrum sativum</i>	<i>Apiaceae</i>	Coentro	Sementes
<i>Cuminum cyminum</i>	<i>Apiaceae</i>	Cominho	Sementes
<i>Cymbopogon flexuosus</i>	<i>Poaceae</i>	Capim Limão	Sementes
<i>Eugenia caryophyllata</i>	<i>Myrtaceae</i>	Cravo da Índia	Botões secos, folhas e haste
<i>Foeniculum vulgare</i>	<i>Apiaceae</i>	Erva Doce	Semente

Continuação - **Tabela 2.**

Nome Científico	Família	Nome popular	Parte utilizada para extração do OE
<i>Juniperus communis</i>	<i>Cupressaceae</i>	Baga de Zimbro	Fruto
<i>Melissa officinalis</i>	<i>Laminaceae</i>	Erva Cidreira	Folhas
<i>Mentha piperita</i>	<i>Laminaceae</i>	Hortelã Pimenta	Planta Florida
<i>Mentha spicata</i>	<i>Laminaceae</i>	Hortelã Verde	Folhas
<i>Ocimum basilicum</i>	<i>Laminaceae</i>	Manjeriçã	Folhas e flores
<i>Origanum majorana</i>	<i>Laminaceae</i>	Manjerona	Ramos e subunidades floridas
<i>Origanum vulgare</i>	<i>Laminaceae</i>	Orégano	Folhas e flores
<i>Pelargonium graveolens</i>	<i>Geraniaceae</i>	Malva Cheirosa	Flores e Folhas
<i>Pepir nigurm</i>	<i>Piperaceae</i>	Pimenta Preta	Frutos secos
<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Laminaceae</i>	Alecrim	Ramos floridos
<i>Salvia sclarea</i>	<i>Laminaceae</i>	Sálvia	Folhas e flores
<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Laminaceae</i>	Tomilho	Folhas e flores
<i>Zingiber officinale</i>	<i>Zingiberaceae</i>	Gengibre	Rizomas frescos

Fonte: Adaptado (SILVA, 2021). Óleo essencial (OE).

2.2 PRINCIPAIS PATÓGENOS E DETERIORADORES DE INTERESSE PARA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

2.2.1 *Escherichia coli*

A bactéria *E. coli* encontra-se normalmente habitando o intestino dos animais, incluindo o de humanos, e sua presença nos alimentos pode ser um indicativo de contaminação por falhas higiênicas ou pela utilização de instrumentos ou água contaminada (SARTO; ZANUSSO JÚNIOR, 2014).

Ela é um bacilo gram-negativo que faz parte da família *Enterobacteriaceae* e são definidas como micro-organismo comensais, pois dentro do lúmen intestinal, se beneficiam do meio, ao mesmo tempo que, produzem substâncias que são essenciais para um bom funcionamento do organismo humano (Figura 1) (POMBO *et al.*, 2012).

No entanto, algumas cepas de *E. coli* são patogênicas entre elas estão as *E. coli* enteropatogênicas (EPEC), *E. coli* enterotoxigênicas (ETEC), *E. coli* enteroinvasora (EIEC) e *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), esses grupos de *E. coli* são associada ao consumo de alimentos. (SOUZA *et al.*, 2016)

Figura 1. *Escherichia coli*



Fonte: Phillips (2014)

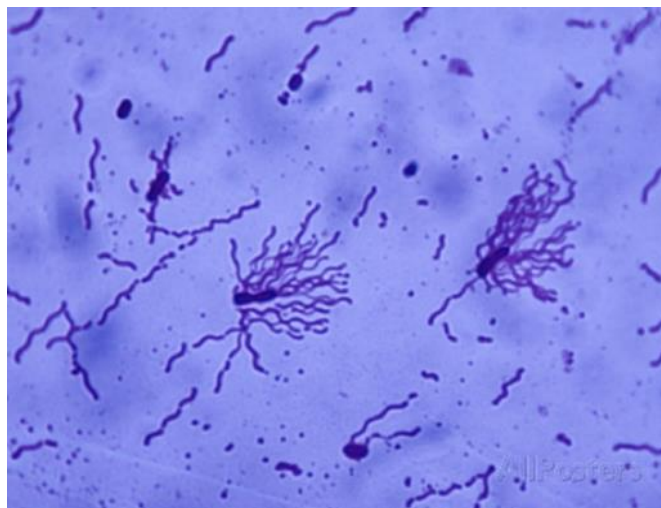
A *E. coli* tem crescimento ótimo na faixa de temperatura entre 35 °C a 40 °C e o efeito do pH no crescimento do micro-organismo depende do tipo de ácido presente no meio. *E. coli* consegue crescer a pH 4,5 ajustado com ácido clorídrico, mas não consegue crescer a esse mesmo pH quando ajustado com ácido láctico. (Yang *et al.*, 2020).

Os principais alimentos que se encontram associados a casos de DTHA causados por *E. coli* incluem queijos, comida pronta, leite não pasteurizado, carnes moídas e vegetais (REIS *et al.*, 2020).

2.2.2 *Salmonella* spp.

A contaminação de alimentos por *Salmonella* normalmente acontece em produtos à base de ovos, gemas cruas e carnes. Ela é uma bactéria em forma de bacilo e gram-positiva considerado o patógeno mais associado a doenças de origem alimentar no mundo (Figura 2) (POMBO *et al.*, 2012).

Tabela 2. *Salmonella*



Fonte: Cangussu (2016)

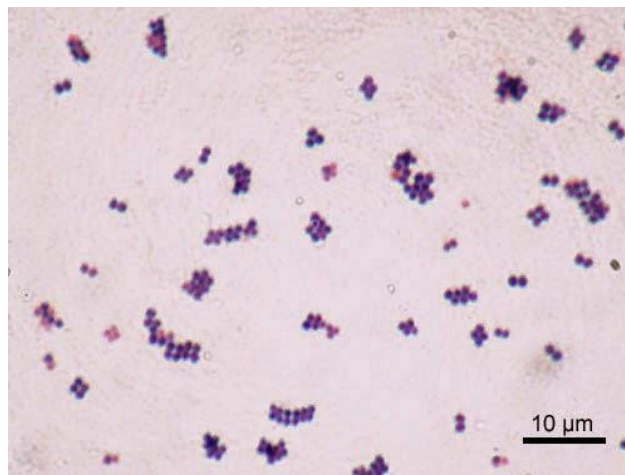
A *Salmonella* pode se desenvolver em ambientes com temperatura entre 7 °C e 48 °C e tem crescimento ótimo a temperatura entre 35 °C e 37 °C (LIAO, *et al.*; 2018). A atividade de água é limitada em 0,93 para seu crescimento e o pH ótimo se encontra na faixa de 6,5 e 7,5. (SANTOS, *et al.*; 2022).

A *Salmonella* causa intoxicação que apresentam como sintomas clínicos diarreia, febre e cólicas abdominais. A maior preocupação é quando a doença acomete idosos, crianças ou imunodeprimidos, podendo agravar-se e evoluir para o óbito do paciente (ASSIS, 2014).

2.2.3 *Staphylococcus aureus*

São bactérias em forma de cocos, gram-positivas que devido a suas enterotoxinas normalmente encontram-se associadas a surtos de toxinfecção alimentar (Figura 3) (POMBO *et al.*, 2012). Uma vez que estas bactérias se encontram normalmente na pele, mucosas do trato respiratório e intestino, sua presença nos alimentos é um indicativo de que houve manipulação inadequada dos produtos (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Figura 3. Coloração de Gram de *Staphylococcus aureus*.



Fonte: Teodoro (2015)

S. aureus é um dos patógenos humanos não formadores de esporos mais resistentes e pode sobreviver por períodos prolongados em estado seco. A temperatura de crescimento ótimo é 35 °C, mas pode se desenvolver entre 7 °C a 47,8 °C e podem produzir enterotoxinas termoresistentes a temperaturas entre 10 °C e 46 °C. O pH ideal está entre 7,0 e 7,5. Os *Staphylococcus* são atípicos, pois são capazes de crescer em baixas níveis de atividade de água, 0,86. (FEITOSA, *et al.*; 2017)

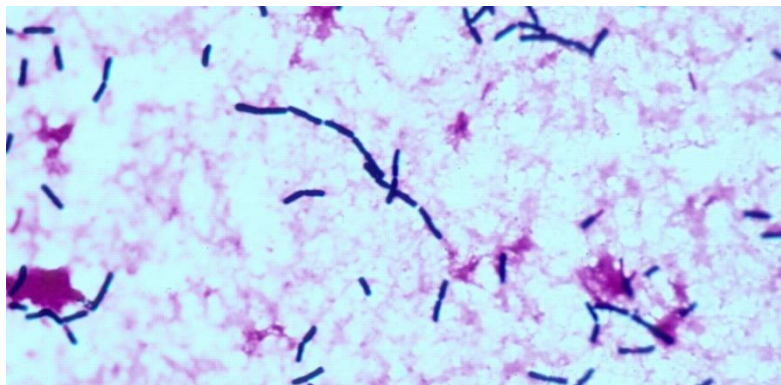
Os *Staphylococcus* encontram-se associados a diferentes tipos de manifestações clínicas como intoxicação alimentar, pneumonia, infecções

hospitalares e choque séptico devido a suas enterotoxinas. Por estarem presentes, fazem parte dos microrganismos residentes de diferentes áreas do corpo, os seres humanos são caracterizados como reservatórios de *Staphylococcus ssp.* e os principais transmissores (REIS *et al.*, 2020). As infecções de origem alimentar causadas por este patógenos causam principalmente náuseas, vômitos, prostração, cólicas e pressão baixa (EDUARDO *et al.*, 2009).

2.2.4 *Bacillus cereus*

A célula do *B. cereus* tem a forma de bastonetes de grandes dimensões, classificados como gram-positivo, anaeróbica facultativa e tem a capacidade de formar endósporos resistentes ao calor (Figura 4). O *B. cereus* produz 2 tipos de enterotoxinas, diarreica e emética, que são os agentes responsáveis pela intoxicação alimentar. O *B. cereus* cresce em uma faixa de temperatura de 4 °C a 48 °C. O crescimento ideal ocorre dentro da faixa de temperatura mais estreita de 28 °C a 35 °C e uma faixa de pH de 4,9 a 9,3 (FDA, 2012).

Figura 4. *Bacillus cereus*



Fonte: BOTTONE (2010)

A forma emética caracteriza-se por náuseas, vômitos e cólicas abdominais. Ela é associada ao consumo de alimentos contaminados, ou seja, pela ingestão da toxina pré-formada nos alimentos. A forma diarreica da doença é causada pela ingestão de

células ou esporos viáveis. Essas células crescem no corpo e secretam toxinas causada diarreia. (FSANZ, 2013)

Na maioria dos casos, as doenças associadas a *B. cereus* são quase exclusivamente o resultado de manuseio, armazenamento e resfriamento inadequados de alimentos que permitem o crescimento de *B. cereus* e/ou produção de toxinas eméticas. Uma ampla gama de alimentos tem sido associada como veículos de contaminação por *B. cereus*. Estes incluem arroz cozido ou frito, vegetais e carnes cozidas, massas, molho de baunilha, cremes, doces, saladas, sopas, sorvetes e ervas e especiarias (FDA 2012).

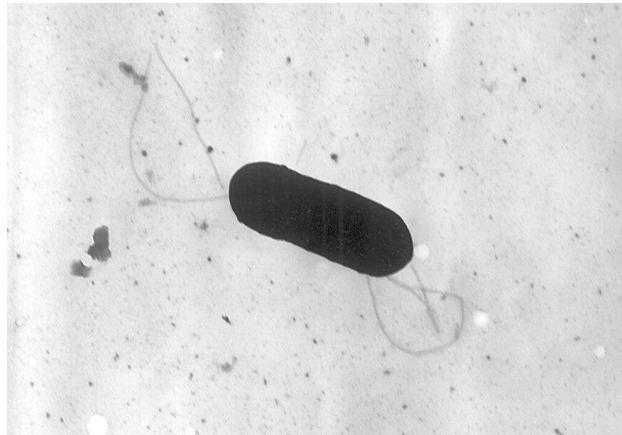
A proliferação do patógeno acontece quando produtos, como por exemplo o arroz, é armazenado em condições inadequadas, ficando exposto a temperaturas e umidade inadequadas (NUNES *et al.*, 2017).

2.2.5 *Listeria monocytogenes*

A *L. monocytogenes* é um micro-organismo extremamente patogênico e consegue sobreviver em situações adversas, como frente a valores baixos de pH, temperaturas adversas e taxa de umidade inconstantes. Apresenta crescimento ótimo a 37 °C, mas podem se desenvolver na faixa de 0 °C a 45 °C e o crescimento pode acontecer entre pH 6 e 9 e em meios suplementados com concentração de cloreto de sódio de até 10% (p/v). (MASSIA, 2022)

Esta bactéria é encontrada normalmente no solo, água, vegetais e animais e as infecções alimentares causadas por ela resultam em vômito e diarreia, e nos casos mais graves em confusão mental, dor de cabeça e convulsões (REIS *et al.*, 2020). Ao ser consumido por pessoas imunodeprimidas, idosos, crianças, recém-nascidos pode causar doenças graves podendo levar a óbito e no caso de gestantes pode ocasionar o aborto (Figura 5) (SILVA, 2021).

Figura 5. *Listeria monocytogenes*



Fonte: WHITE (2002)

A *L. monocytogenes* pode ser eliminada durante o tratamento térmico, se respeitado o binômio tempo e temperatura, mas alguns estudos demonstram que a contaminação dos produtos pode ocorrer após essa etapa, isso porque a *L. monocytogenes* tem a capacidade de formar biofilmes nos ambientes de processamento, quer em superfícies e quer nos equipamentos, o que dificulta a sua eliminação durante os processos de limpeza e de desinfecção. Embora, esse patógeno seja classificado como uma espécie mesófila, consegue crescer bem mesmo em temperaturas de refrigeração e permanece viável em vários produtos até o fim do prazo de validade (CAMARGO et al., 2017).

Os casos de DTHA ocorrem associados a disseminação e proliferação do *L. monocytogenes* em alimentos como sorvetes, queijos, patês de carne, aves, peixes, frutos do mar, vegetais crus, entre outros (REIS et al., 2020).

2.3 Fungos filamentosos

Na indústria de alimentos, os fungos são importantes agentes contaminantes de alimentos, causando sua deterioração, redução no valor nutricional e alterando suas qualidades organolépticas (MEDEIROS, 2015)

Os fungos normalmente desenvolvem-se em locais úmidos e como produtos de seu metabolismo geram substâncias denominadas como micotoxinas. A produção de micotoxinas depende de condições favoráveis como substrato, temperatura e umidade. (Arruda, 2018).

Alguns gêneros de fungos podem produzir micotoxinas, elas são metabólitos tóxicos secundários produzidos por fungos filamentosos e isso representa um risco a saúde pública, uma vez que estas substâncias não são degradadas durante o processamento térmico dos alimentos. (Figura 6) (MEDEIROS *et al.*, 2015).

Figura 6. Exemplo de fungo filamentoso: *Aspergillus ssp*



Fonte: Passos (2020)

Embora os fungos sejam de grande importância para o ramo alimentício e para a indústria farmacêutica, estes microrganismos também se encontram associados a grandes perdas econômicas (SOUZA *et al.*, 2017).

Entre as espécies de maior preocupação, devido a micotoxinas que produzem e seu efeito maléfico para a saúde do consumidor, destacam-se o *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. Entretanto, existem fungos que não representam ameaças à saúde humana, porém, causam grandes prejuízos econômicos por deixarem os alimentos com sabor e odor desagradáveis (ARRUDA; BERETTA, 2019).

2.4 Uso dos OE nos alimentos e suas limitações

A concentração dos componentes ativos dos OE pode estar sujeita a região de cultivo, a fase de desenvolvimento das plantas aromáticas, parte da planta escolhida para extração, ao clima e técnica de destilação. (CABARKAPA, 2016)

Os OE são uma alternativa para o uso em produtos alimentícios pelo fato de conferir propriedades desejáveis como antioxidantes, antifúngicas, antibacterianas e outras. (POMBO, 2018). No entanto os OE apresentam algumas características limitantes como sensibilidade a luz, temperatura, oxigênio além de serem voláteis e com odor intenso. (RADÜNZ *et al.*, 2019).

As concentrações de OE utilizadas podem influenciar negativamente as características organolépticas do produto, reduzindo a aceitação pelo consumidor. Além disso, a composição dos alimentos também pode influenciar na ação antimicrobiana dos OE. Ensaio *in vitro* mostram que altas concentrações de gordura no alimento podem proteger as bactérias por meio da formação de uma película protetora que absorve OE impedindo que o mesmo tenha ação sobre os microorganismos. (CABARKAPA, 2016)

Com base nessas limitações algumas tecnologias como nanoencapsulação, nanoemulsões e aplicação em materiais de embalagens e filmes de revestimento vêm sendo estudadas no intuito de solucionar essas questões. (PENELLI *et al.*, 2021).

A nanoencapsulação e a nanoemulsões são tecnologias que visam melhorar a estabilidade dos OE protegendo-os das condições ambientais. Essas tecnologias podem aumentar biodisponibilidade, facilitar a incorporação no alimento, mascarar seu odor e sabor característicos, além de diminuir a dose necessária para alcançar mesma eficiência biológica. (PENELLI *et al.*, 2021).

O desenvolvimento de embalagens ativas, utilizando OE, permitem a interação entre o alimento e a embalagem, promovendo atividade antimicrobiana e antioxidante, sem a necessidade de o óleo ser incorporado ao alimento (RIBEIRO-SANTOS *et al.*, 2017).

3. METODOLOGIA

Como método de pesquisa foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática de literatura de caráter descritivo e abordagem qualitativa. Na pesquisa qualitativa as informações obtidas podem ser expressas por meio de textos e imagens e se interligam com os dados publicados por outros autores estudiosos da área (ROSA, 2013). O levantamento de trabalhos foi realizado nas seguintes plataformas de dados: Scopus, Scielo, Banco Virtual de Saúde (BVS) e Google Acadêmico. Os seguintes descritores foram utilizados para pesquisa: "essential oil", "antimicrobial activity", "antibacterial", "óleos essenciais", "atividade antimicrobiana de óleos essenciais", "conservantes naturais", "patógenos alimentares". Os prefixos "E" e "AND" foram usados como operadores booleanos de pesquisa entre os descritores.

Como critérios de inclusão foram considerados artigos científicos em português e inglês, publicados nos últimos dez anos (2012 - 2022) e completos. Depois de coletados, todos os dados foram analisados com base no método denominado de "Análise de Conteúdo de Bardin", voltado ao tratamento de informações qualitativas. O método é dividido em três etapas: pré-análise, exploração de material e tratamento dos resultados (BARDIN, 2006).

4. DESENVOLVIMENTO

Os principais artigos e trabalhos encontrados com base nos descritores de busca encontram-se detalhados na tabela 3.

Tabela 3. Características dos principais trabalhos encontrados

Autor/Ano	Objetivo	Intervenção (óleo essencial utilizado)	Principais Resultados
Reis <i>et al.</i> , 2020	Estudar a ação dos OE contra patógenos alimentares de importância epidemiológica	<i>Origanum vulgare</i> ; <i>Origanum majorana</i> ; <i>Thymus vulgaris</i> ; <i>Rosmarinus officinalis</i> ; <i>Zingiber officinale</i> ; <i>Ocimum basilicum</i> ; <i>Piper nigrum</i>	Os OE de tomilho (<i>T. vulgaris</i>), orégano (<i>O. vulgare</i>), manjerona (<i>O. majorana</i>) e manjericão (<i>O. basilicum</i>) são os que apresentaram atividade antimicrobiana satisfatória.
Wuaden <i>et al.</i> , 2018	Avaliar o potencial antifúngico in vitro do OE de manjericão	<i>Ocimum basilicum</i>	O OE de manjericão atua de forma eficaz inibindo o crescimento micelial do <i>B. cinerea</i>
Santos <i>et al.</i> , 2020	Avaliar a atividade antifúngica de OE em comparação ao sorbato de potássio	<i>Rosmarinus officinalis</i> ; <i>Syzygium aromaticum</i>	O OE de cravo tem atividade antifúngica semelhante ao do sorbato de potássio, quando comparado ao de alecrim.
Santo <i>et al.</i> , 2020	Avaliar a atividade antifúngica do OE frente a um “pool” de leveduras provenientes de morangos	<i>Mentha piperita L</i>	A utilização do hidrolato em conjunto com OE de mostra-se promissora frente ao combate de leveduras com importância na conservação de alimentos

Continuação - Tabela 3.

Autor/Ano	Objetivo	Intervenção (óleo essencial utilizado)	Principais Resultados
Galindo <i>et al.</i> , 2019	Avaliar a atividade antimicrobiana de filmes comestíveis de gelatina e quitosana contendo OE de alecrim e orégano	<i>Rosmarinus officinalis</i> ; <i>Origanum vulgare</i>	Ambos os filmes, contendo oréganos e alecrim apresentaram efeito antimicrobiano satisfatório contra <i>E. coli</i> e <i>S. aureus</i> . Potenciais embalagens bioativas a serem usadas nos alimentos,
Pombo <i>et al.</i> , 2018	Avaliar os efeitos de OES sobre bactérias como <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella entérica</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Bacillus cereus</i>	<i>Eugenia caryophyllata</i> ; <i>Origanum vulgare</i>	As bactérias gram-positivas são mais sensíveis aos OE do que as gram-negativas. Quanto mais concentrados os OE, maior o efeito antimicrobiano. O OE de orégano se mostrou mais eficiente que o de cravo (<i>E. caryophyllata</i>)

Continuação - Tabela 3.

Autor/Ano	Objetivo	Intervenção (óleo essencial utilizado)	Principais Resultados
Valeriano <i>et al.</i> , 2012	Avaliar a atividade antimicrobiana dos OE sobre patógenos de origem alimentar	<i>Mentha piperita</i> ; <i>Cymbopogon citratus</i> ; <i>Ocimum basilicum</i> ; <i>Origanum majorana</i>	Os OE apresentam atividade microbiana eficaz para controlar o crescimento de patógenos de origem
Beraldo <i>et al.</i> , 2013	Determinar a CMI dos OE de cravo-da-índia e canela contra bactérias e compará-la com a CMI do hipoclorito de sódio	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> ; <i>Syzygium aromaticum</i>	Os OE de canela e do cravo-da-índia se mostraram mais do que do hipoclorito de sódio. Visto que menores quantidade de OE são necessárias para ação antimicrobiana.

Fonte: Próprio Autor (2023). Óleos essenciais (OE); Concentração mínima inibitória (CMI);

Os resultados apresentados por Pombo *et al* (2018) mostram que as bactérias gram-positivas são mais sensíveis aos OE do que as gram-negativas. Resultados semelhantes já foram observados por outros autores e acredita-se que essa maior suscetibilidade esteja relacionada ao fato de que as bactérias gram-positiva não apresentam a membrana externa composta por lipopolissacarídeos, o que lhe conferiria uma maior resistência. Isso pode ser atribuído ao fato de que as bactérias gram-negativas possuem uma membrana externa rígida, rica em lipopolissacarídeo (LPS) e mais complexa, limitando assim a difusão de compostos hidrofóbicos através dela, enquanto esta membrana extracomplexa está ausente nas bactérias gram-negativas. Bactérias gram-positivas que, ao contrário, são circundadas por uma espessa parede de peptidoglicano, não

densa o suficiente para resistir a pequenas moléculas antimicrobianas, facilitando o acesso à membrana celular. Além disso, bactérias gram-positivas podem facilitar a infiltração de compostos hidrofóbicos de OE devido às extremidades lipofílicas do ácido lipoteicóico presentes na membrana celular (SIVASOTHY *et al.*, 2011; ARAÚJO; SERRA; NASCIMENTO, 2015; BARBOSA *et al.*, 2015; HYLDGAARD *et al.*; 2012).

Outro aspecto importante do estudo de Pombo *et al* (2018) é que ele evidenciou que misturas proporcionais entre os OE provenientes da *E. caryophyllata* (cravo) e *O. vulgare* (orégano) não são tão efetivas quanto associação deles em proporções diferentes, principalmente quando é adicionada maiores quantidade de orégano e menores de cravo. Os autores concluem que estes OE isolados ou em conjunto consistem em importantes alternativas a serem utilizadas nos alimentos, em substituição aos aditivos de origem sintética.

Beraldo *et al* (2013) apresentou nos resultados de seu estudo que os OE, principalmente o de *Cinnamomum zeylanicum* (canela) e *Syzygium aromaticum* (cravo-da-índia), compreendem em uma opção eficaz para ser utilizada na indústria alimentícia como sanitizantes. Entretanto, é importante que estudos sejam realizados a fim de delimitar se os OE podem interferir no sabor ou estabilidade dos alimentos. Diante disso, Galindo *et al* (2019), apresentam como alternativa o uso dos OE em forma de filmes comestíveis, que funcionariam como embalagens ativas para conservação e proteção dos alimentos.

Valeriano *et al* (2012) destaca que os OE são compostos naturais que podem ser utilizados nos alimentos com o propósito de estender sua validade nas prateleiras, pois inibem a proliferação de microrganismos. E frente ao crescente número de patógenos resistentes a aditivos e sanitizantes químicos, eles têm se mostrado uma alternativa promissora.

Entretanto, conforme as considerações de Reis *et al* (2020), nem todos os OE apresentam atividade antimicrobiana eficaz contra os principais patógenos associados a contaminação de alimentos e que resultam em DTHA. Segundo os estudos dos autores, os OE de orégano, tomilho, manjerona e manjeriço tem elevada atividade antimicrobiana contra *S. aureus*, *E. coli*, *S. Typhimurium* e *L. monocytogenes*, enquanto de gengibre de eficácia baixa e alecrim e pimenta preta não apresentaram atividade antimicrobiana.

É importante destacar que o uso de conservantes não visam unicamente impedir o crescimento de bactérias, mas de fungos nos alimentos, principalmente aqueles caracterizados como filamentosos. Dentro das indústrias, durante o processamento e manipulação dos alimentos pode acontecer de ocorrer contaminação por fungos filamentosos. Alguns gêneros de fungos podem produzir micotoxinas e as mesmas são termoestáveis, ou seja, são resistentes ao tratamento térmico, os principais gêneros produtores são *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* (Arruda, 2018). Outros gêneros de fungos apesar de não produzirem toxinas são responsáveis pela deterioração dos alimentos, deixando-os com odores e gosto desagradável (MEDEIROS *et al.*, 2015).

Neste sentido, Santos *et al* (2020), destacou que o OE de cravo pode ser utilizado para impedir o crescimento fúngico no lugar de conservantes químicos. Wuaden *et al* (2018) evidencia que o OE de manjerição para controle da podridão cinzenta, uma doença fúngica que acomete a uva em sua fase final de maturação. Santo *et al* (2020) demonstrou que o uso de OE de *Mentha piperita* (hortelã pimenta) em conjunto com hidrolatos é uma alternativa eficaz para o controle de leveduras, no lugar de fungicidas sintéticos.

5.CONCLUSÃO

Levando em consideração os artigos utilizados nesse trabalho, os OE são efetivos e podem ser destacados os OE de tomilho, orégano, manjerona, manjerição, cravo, alecrim, hortelã e canela. Quanto à sua efetividade, eles se mostraram aptos para serem utilizados para o controle do crescimento de *E.coli*, *Salmonella*, *S. aureus*, *B. cereus*, e fungos.

A busca por alimentos com maior qualidade, segurança microbiológica e com menor quantidades ou isentos de aditivos e conservantes sintéticos colocam os OE em destaque como potencial alternativa para o uso na indústria alimentícia.

Os OE possuem ampla potencialidade como aditivo aos alimentos, contudo, apesar do elevado número de artigos científicos é difícil traçar diretrizes gerais para a sua incorporação na formulação do alimento. Os artigos apresentados têm seu

direcionamento voltado para verificação da efetividade dos OE contra os micro-organismos, poucos artigos trazem a aplicação diretamente no alimento e os que testaram avaliaram apenas a efetividade em relação a atividade antimicrobiana, nenhum dos trabalhos apresentaram testes sensoriais e de aceitação.

A aplicação desses óleos ainda necessita de maiores avaliações quanto à estabilidade do alimento, percepção e aceitação de consumidores, também mais estudos são necessários para demonstrar aplicabilidade em produções de grande escala

REFERÊNCIAS.

AHMAD, A. et al. Antifungal activity of Coriaria nepalensis essential oil by disrupting ergosterol biosynthesis and membrane integrity against Candida. **Yeast**, v. 28, n. 8, p. 611-617, 2011.

AMANI, F., SAMI, M., REZAEI, A., Characterization and Antibacterial Activity of Encapsulated Rosemary Essential Oil within Amylose Nanostructures as a Natural Antimicrobial in Food Applications. **Starch - Stärke**, v. 73, 2100021, 2021. Disponível em: <<https://doi-org.ez26.periodicos.capes.gov.br/10.1002/star.202100021>> Acesso em: 23 out. 2022.

ARAÚJO, R. S.; SERRA, J. L.; NASCIMENTO, A. R. Composição química e susceptibilidade do óleo essencial de óregano (*Origanum vulgare* L., família Lamiaceae) frente às cepas de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella choleraesuis*. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.33, n.74, p.73–78, 2015.

ARRUDA, A. D.; BERETTA, A. L. R. Z. Micotoxinas e seus efeitos à saúde humana: revisão de literatura. **RBAC**, v.51, n.4, p.286-289, 2019.

ASSIS, L. **Alimentos seguros: ferramentas para gestão e controle da produção e distribuição**. 2.ed. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2014

BALLESTER-Costa, C., SENDRA, E., FERNANDEZ-Lopez, J., PÉRES-Alvarez, JA, & Viuda Martos, M. Composição química e propriedades antibacterianas *in vitro* de óleos essenciais de quatro espécies de *timo* de crescimento orgânico. **Culturas e Produtos Industriais**. 2013 Disponível em :<<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.07.052> > Acesso em 16 jan. 2023.

BARBOSA, Heloisa Dias; CASTILHO, Pâmela Alves; SAQUETI, Bruno Henrique Figueiredo; ALVES, Eloize da Silva; VITAL, Ana Carolina Pelaes. **Óleos Essenciais: Aplicações Em Óleos Comestíveis, Frutas E Revestimentos Comestíveis Demonstrando Atividade Antibacteriana E Antifúngica**.2019. Disponível em < <http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/3506>> Acesso em: 23 dez 2022

BARBOSA, L. N. *et al.* In vitro antibacterial and chemical properties of essential oils including native plants from Brazil against pathogenic and resistant bacteria. **Journal of Oleo Science**, v.64, n.3, p.289–298, 2015.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70. 2006

BERALDO, C. *et al.* Eficiência de óleos essenciais de canela e cravo-da-índia como sanitizantes na indústria de alimentos. **Pesq. Agropec. Trop.**, v.43, n.4, p.436-440, 2013.

BOTTONE, E. J. *Bacillus cereus*, a Volatile Human Pathogen. **CLINICAL MICROBIOLOGY REVIEWS**, 2010, v. 23, n. 2, p. 382–398, 2010. Disponível em: < <https://journals.asm.org/doi/pdf/10.1128/CMR.00073-09>> Acesso em: 21 fev. 2023.

Cabarkapa I, Djuragic O, Kostadinović, L. Essential oils: mode of antimicrobial activity and potential application in food systems. **Agro Food Industry Hi Tech**. v.27, n 3, p 61 – 64, 2016.

CAMARGO, A. C.; WOODWARD, J. J.; CALL, D. R.; NERO, L. A. *Listeria monocytogenes* in Food-Processing Facilities, Food Contamination, and Human Listeriosis: The Brazilian Scenario. **Foodborne pathogens and disease**, v. 20, n. 20, p. 1-14, 2017.

CASTORANI, G. M.; FIGUEIREDO, L. A. **Atividade antimicrobiana in vitro de óleos essenciais contra patógenos alimentares**. 2018. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia). Universidade Federal de Alfenas. Alfenas-MG, 2018

CHOUHAN, S.; SHARMA, K.; GULERIA, S. Antimicrobial Activity of Some Essential Oils—Present Status and Future Perspectives. **Medicines**, v. 4, n. 3, p. 58, 2017a.

COIMBRA, A. *et al.* Biological properties of Thymus zygis essential oil with emphasis on antimicrobial activity and food application. **Food Chemistry**, v. 393, n. 133370, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814622013322> > Acesso em: 30 set. 2022.

COSTA, D. C. *et al.* Advances in phenolic compounds analysis of aromatic plants and their potential applications. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.18, n.1, 2015.

DHAKAD, A. K. *et al.* Biological, medicinal and toxicological significance of eucalyptus leaf essential oil: a review. **J Sci Food Agric.**, v.98, n.3, p.833-848, 2018.

DIAO, W. R. *et al.* Chemical composition, antibacterial activity and mechanism of action of essential oil from seeds of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). **Food control**, v. 35, n. 1, p. 109-116, 2014.

EDUARDO, M. B. P. *et al.* **Principais doenças emergentes e reemergentes – atualização e perspectivas**. Documento que embasou o tema central do III Simpósio Internacional de Vigilância das Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar, Centro de Convenções Rebouças, São Paulo-SP, 2009.

FARRAR, A. J.; FARRAR, F. C. Clinical aromatherapy. **Nurs Clin North Am.**, v.55, n.4, p.489-504, 2020.

FAVA, L. W.; DE MORAES HERNANDES, J. F.; PINTO, A. T.; SCHMIDT, V. Características de queijos artesanais tipo Colonial comercializados em uma feira agropecuária. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 40, n. 4, p. 1-6, 2012. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2890/289023924019.pdf>> Acesso em: 20 dez.2022.

FEITOSA, A. C.; RODRIGUES, R. M.; TORRES, E. A.; SILVA, J. F. M. Staphylococcus aureus em alimentos: **Revista Desafios**, v. 04, n. 04, 2017. Disponível em: <<https://betas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/3531> > Acesso em: 19 fev. 2023.

Food and Drug Administration (FDA). Bacillus cereus e outros Bacillus spp. Bad Bug Book: Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins Handbook. 2012. Disponível em: <<https://www.fda.gov/food/foodborne-pathogens/bad-bug-book-second-edition>> Acesso em: 23 jan. 2023.

Food Standards Austrália Nova Zelândia (FSANZ), **Bacillus cereus**. 2013. Disponível em: <<http://www.foodstandards.gov.au/publications/Documents/Bacillus%20cereus.pdf>> Acesso em: 15 jan. 2023.

GALINDO, M. V. *et al.* Atividade antimicrobiana e antioxidante de filmes comestíveis de gelatina e quitosana adicionados de óleos essenciais. **Segur. Aliment. Nutr.**, v.26, p.1-9. e019008. 2019.

GIL, A.C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6ª Ed. São Paulo: **Atlas**, 2008.

HASHEMI, S., JAFARPOUR, D. Synergistic properties of *Eucalyptus caesia* and *Dracocephalum multicaule* Montbr & Auch essential oils: Antimicrobial activity against food borne pathogens and antioxidant activity in pear slices. *J Food Process Preserv.* V. 44: e. 14651, 2020. Disponível em: <<https://doi.org.ez26.periodicos.capes.gov.br/10.1111/jfpp.14651>> Acesso em: 30 set. 2022.

HU, Y. *et al.* Mechanisms of antifungal and anti-aflatoxigenic properties of essential oil derived from turmeric (*Curcuma longa* L.) on *Aspergillus flavus*. **Food chemistry**, v. 220, p. 1-8, 2017.

HYLDGAARD, M.; MYGIND, T.; MEYER, R. L. Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. **Frontiers in microbiology**, v. 3, p. 12, 2012.

LAMBERT, R. J. W. *et al.* A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. **Journal of applied microbiology**, v. 91, n. 3, p. 453-462, 2001.

LI, W. R. et al. Antibacterial activity and kinetics of Litsea cubeba oil on Escherichia coli. **PLoS One**, v. 9, n. 11, p. e110983, 2014.

LI, Y. et al. Antimicrobial mechanisms of spice essential oils and application in food industry. **Food Chemistry**, v. 382, n. 132312, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814622002746>> Acesso em: 30 set. 2022.

LIAO, H.; JIANG, L.; ZHANG, R.; Induction of a viable but non-culturable state in *Salmonella* Typhimurium by thermosonication and factors affecting resuscitation, **FEMS Microbiology Letters**, v.365, Issue 2, 2018. Disponível em: <<https://academic.oup.com/femsle/article/365/2/fnx249/4668413>> Acesso em:19 fev. 2023.

LIMA, P. M. N. de. **Efeitos sinérgicos antimicrobianos da combinação dos óleos essenciais de gerânio e lemongrass sobre *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus* e *Candida spp.*** 2022. 78f. Dissertação (Mestre em Saúde Bucal). Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp). São José dos Campos, São Paulo. 2022.

MAIA, T. F. DONATO, A. De. FRAGA, M. E. Atividade antifúngica de óleos essenciais de plantas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v.17, n.1, p.105-116, 2015.

MARCOLINA, M. **Óleos essenciais: Estudo de extração e atividade antimicrobiana**. 2021. 42f. Dissertação (Bacharel em Química). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/28716/1/oleosessenciasextacaoantimicrobiana_produto.pdf>. Acesso em:10 fev.2023.

MASSIA, A. G. **Efeito do congelamento e da temperatura de armazenamento na cinética de crescimento de *Listeria monocytogenes* em salsichas**. 2022. 94 f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/234831/PEAL0404-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>> Acesso em 15 jan. 2023

MEDEIROS, V. P. B. *et al.* Identificação da microbiota fúngica anemófila em uma indústria de polpas de frutas e susceptibilidade antifúngica a terpenos. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 74, n. 3, p. 266-273, 2015.

MORO, A. *et al.* Dairy matrix effect on the transference of rosemary essential oil compounds during cheese making. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.95, p.1507- 1513, 2015.

NUNES, S. M. *et al.* Surto de doença transmitida por alimentos nos municípios de Mauá e Ribeirão Pires - SP. **Higiene Alimentar.**, v.31, p.92–102, 2017.

OLIVEIRA, A. B. A. *et al.* Doenças transmitidas por alimentos, principais agentes etiológicos e aspectos gerais: uma revisão. **Revista HCPA**, v.30, n.3, p.279-285, 2010.

OLIVEIRA, J. J. *et al.*, Surtos alimentares de origem bacteriana. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.17, p.2416-2433, 2013.

PASSOS, Y. **Isolamento de fungos filamentosos do solo e técnicas micológicas utilizadas.** 2020. Disponível em: <https://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/files/49%20Yoshima%20Passos.pdf>> Acesso em 15 fev. 2023.

PHILLIPS, D. M. **Batteri E. Coli al microscopio elettronico a scansione** (ingrandimento X 24.000). 2014. Disponível em:< <https://www.microbiologiaitalia.it/batteriologia/escherichia-coli/>> Acesso em:07 jan .2023

PINELLI, J.J.; DE ABREU MARTINS, H.H.; GUMARÃES, A. S. ISIDORO, S. R.;GONÇALVEZ, M. C.; DE MORAES, T.S. J.; PICCOLI, R. H. Essential oil nanoemulsions for the control of Clostridium sporogenes in cooked meat product: an alternative? **LWT**, v. 143, 2021

POMBO, J. C. P. *et al.* Efeito antimicrobiano e sinérgico de óleos essenciais sobre bactérias contaminantes de alimentos. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.25, n.2, p.108-117, 2018.

RAJKOVIC, A. Microbial toxins and low level of foodborne exposure. *Trends in Food Science & Technology*, v. 38, n. 2, p. 149-157, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.04.006>>. Acesso em: 20 dez. 2022

REIS, J. B. *et al.*, Avaliação da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais contra patógenos alimentares. **Braz. J. Hea. Rev.**, v.3, n.1, p.342-363, 2020.

RIBEIRO-SANTOS, R.; ANDRADE, M.; DE MELO, N. R.; SANCHES-SILVA, A. Use of essential oils in active food packaging: Recent advances and future trends. **Trends in food science & technology**, v. 61, p. 132-140, 2017.

ROSA, P. R. S. **Uma introdução à pesquisa qualitativa em Ensino de Ciências**. 2013. Disponível em: <http://www.paulorosa.docente.ufms.br/>Uma_Introducao_Pesquisa_Qualitativa_Ensino_Ciencias.pdf>. Acesso em: 12 set. 2022.

RUDIO, F.V. Introdução do projeto de pesquisa científica. 6ª ed. Petrópoles: **Vozes**, 2001.

SANTO, E. de E. *et al.* Screening e avaliação antifúngica do hidrolato e do óleo essencial de *Mentha piperita*. **Visão Acadêmica**, v.21, n.3, 2020.

SANTOS, A. F. *et al.* Atividade antifúngica de óleos essenciais de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) e cravo (*Syzygium aromaticum*) em pão de forma. **Recital**, v.3, n.2, 2020

SANTOS, C. H. S.; PICCOLI, R. H.; TEBALDI, V. M. R. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais e compostos isolados frente aos agentes patogênicos de origem clínica e alimentar. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.76, p.1–8, 2017.

SARTO, M. P. M.; ZANUSSO JÚNIOR, G. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais. **Revista UNINGÁ Review**, v.20, n.1, p.98-102, 2014

SILVA, N. P. da. **Atividade antimicrobiana em óleos essenciais e suas aplicações na indústria de alimentos**. 2021. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Farmácia). Universidade Federal de São Paulo. Diadema, São Paulo. 2021.

SHARMA, R. *et al.*, Therapeutic potential of citronella essential oil: a review. **Curr Drug Discov Technol.**, v.16, n.4, p.330-339, 2019.

SILVA, F. R. G; RIBEIRO, L. F. *Listeria monocytogenes* e sua importância na indústria de alimentos. **Getec**, v.10, n.28, p.75-83, 2021.

SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017.

SIVASOTHY, Y. *et al.* Essential Oils of *Zingiber officinale* var. *Rubrum* Theilade and Their Antibacterial Activities. **Food Chemistry**, v.124, p.514–517, 2011.

SOLIMAN, S.S.M. *et al.* Essential Oils Synergize with Lawsone against Multidrug Resistant Pathogens. **Molecules**, v.22, p.2212- 2223, 2017.

SOUZA, C. O. *et al.* *Escherichia coli* enteropatogênica: uma categoria diarreio gênica versátil. **Rev Pan-Amaz Saude**, Ananindeua, v. 7, n. 2, p. 79-91, 2016. Disponível em:<http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S217662232016000200079&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 16 fev. 2023.

SOUZA, D. R. *et al.* Efeitos tóxicos dos fungos nos alimentos. **Revinter**, v.10, n.02, p. 73-84, 2017.

TEODORO, T. M. *Staphylococcus aureus*: características, identificação e resistência a antibióticos. **Biomedicina em ação**, 2015. Disponível em: <<http://www.biomedicinaemacao.com.br/2015/02/staphylococcus-aureus-caracteristicas.html>>. Acesso em: 19 fev. 2023

VALERIANO, C. *et al.* Atividade antimicrobiana de óleos essenciais em bactérias patogênicas de origem alimentar. **Rev. Bras. Pl. Med.**, v.14, n.1, p.57-67, 2012.

WHITE, E. This 2002 electron microscope image made available by the Centers for Disease Control and Prevention shows a *Listeria monocytogenes* bacterium. **Wusf Public Media**. 2022. Disponível em: <<https://wusfnews.wusf.usf.edu/health-news-florida/2022-07-01/a-new-listeria-outbreak-tied-to-florida-accounts-for-23-illnesses-and-one-death>> Acesso em: 20 fev.2023

WUADEN, C. R. *et al.* Atividade antifúngica do extrato alcoólico de própolis, álcool de cereais e do óleo essencial de manjeriço sobre *Botrytis cinérea*. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n.2, p.48-55, 2018.

XU, Z., WU, J., DAI, S., JIANG, Y. & ZHANG, L. (2022). Antimicrobial activity of combined essential oils of *Origanum vulgare* L. and *Houttuynia cordata* T. against *Salmonella enteritidis* and *Salmonella Paratyphi* β. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.46, e. 16472. Disponível em: < <https://doi-org.ez26.periodicos.capes.gov.br/10.1111/jfpp.16472> > Acesso em: 30 set. 2022.

Yang,C.; Erickstad, M.; Tadrist, L.; Ronan, E.; Gutierrez, E.; Wong-Ng, J.; Groisman, A. Aggregation Temperature of *Escherichia coli* Depends on Steepness of the Thermal Gradient, **Biophysical Journal**, v. 118, p 2816-2828,2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006349520303295>> Acesso em:15 fev.2023.

YANG, X. N.; KHAN, I.; KANG, S. C. Chemical composition, mechanism of antibacterial action and antioxidant activity of leaf essential oil of *Forsythia koreana* deciduous shrub. **Asian Pacific journal of tropical medicine**, v. 8, n. 9, p. 694-700, 2015.

ZHANG J, YE KP, ZHANG X, PAN DD, SUN YY, CAO JX. Antibacterial Activity and Mechanism of Action of Black Pepper Essential Oil on Meat-Borne *Escherichia coli*. *Front Microbiol.* v. 4, n.2094. jan.2017.

ZHANG, X. *et al.* Emerging chitosan-essential oil films and coatings for food preservation - A review of advances and applications. **Carbohydrate Polymers**, v. 273, n. 118616, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861721010031>> Acesso em: 23 out. 2022.