

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS LAGOA DO SINO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

**ESTUDO DOS EFEITOS ANTIMICROBIANOS E ANTIOXIDANTES DE
ÓLEOS ESSENCIAIS APLICADOS CONTRA PATÓGENOS ALIMENTÍCIOS**

ALUNO: IZABELLA ANDRADE DI FONZO

ORIENTADORA: ANDREIA PEREIRA MATOS

BURI/SP

2024

IZABELLA ANDRADE DI FONZO

**ESTUDO DOS EFEITOS ANTIMICROBIANOS E ANTIOXIDANTES DE
ÓLEOS ESSENCIAIS APLICADOS CONTRA PATÓGENOS ALIMENTÍCIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial para
a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Alimentos na
Universidade Federal de São Carlos.

Orientadora: Prof. Dra. Andreia Pereira
Matos

BURI/SP

2024

IZABELLA ANDRADE DI FONZO

ESTUDO DOS EFEITOS ANTIMICROBIANOS E ANTIOXIDANTES
DE ÓLEOS ESSENCIAIS APLICADOS CONTRA PATÓGENOS
ALIMENTÍCIOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Alimentos pela
Universidade Federal de São Carlos.

Aprovado em: 22/01/2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ANDREIA PEREIRA MATOS**
Data: 23/01/2024 13:19:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Andreia Pereira Matos
(Orientadora) Universidade Federal de

Documento assinado digitalmente
 **NATAN DE JESUS PIMENTEL FILHO**
Data: 23/01/2024 13:27:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

São Carlos (UFSCar)

Prof. Dr. Natan de Jesus Pimentel
Filho Universidade Federal de São
Carlos (UFSCar)

Documento assinado digitalmente
 **GRACIELLE OLIVEIRA SABBAG CUNHA**
Data: 23/01/2024 18:30:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Gracielle Oliveira Sabbag Cunha
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho de conclusão de curso a todos meus familiares, amigos e professores que me apoiaram durante minha trajetória acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Claudia e Ricardo, que sempre buscaram me proporcionar as melhores oportunidades para que eu pudesse ter um futuro promissor, sem vocês eu não seria nada. Espero poder fazer jus a tudo o que me foi disponibilizado, e que eu possa um dia retribuir tudo aquilo que vocês me ofereceram.

Agradeço aos meus familiares que sempre me apoiaram e estiveram dispostos a me ajudar no que eu precisasse.

Agradeço aos meus amigos de sala da UFSCar, Ana Laura, Guilherme e Larissa, que sempre estiveram comigo nos momentos acadêmicos de trabalhos, provas, dificuldades e sucessos nestes 5 anos de curso.

Agradeço a República Delas por ter me proporcionado carinho, companheirismo e amizade no dia a dia, se tornando a minha segunda família nos momentos em que mais precisei, sempre buscando a aprendizagem e o amadurecimento.

Agradeço aos professores que tive durante os anos, especialmente a minha orientadora Prof.a Dra. Andreia Pereira Matos que me auxiliou em diversos momentos, sempre disposta a me ajudar, me guiando e aconselhando durante o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

Os óleos essenciais são produtos naturais originados de plantas que possuem compostos aromáticos voláteis e que são constituídos principalmente por monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanóides. São muito usados na indústria farmacêutica devido ao seu poder de produzir odores agradáveis, porém também podem ser usados em compostos terapêuticos e contra a oxidação e deterioração de alimentos por microrganismos. Produtos alimentícios são mais propensos a contaminações microbiológicas que podem levar a deterioração, causando alterações físicas e sensoriais que tornam o produto impróprio para consumo. Com o passar dos anos os estudos em relação a atividade antimicrobiana dos óleos essenciais vêm crescendo cada vez mais, porém no Brasil os recursos para pesquisa são precários, por isso o avanço tecnológico é menor quando comparado a outros países. Desta maneira, este trabalho visou analisar os efeitos antimicrobianos dos óleos essenciais aplicados contra diversos patógenos alimentícios através de pesquisas já existentes, visto que a sua aplicação poderia se tornar uma alternativa futura para a substituição de aditivos químicos artificiais. Para isso, realizou-se uma pesquisa em sites acadêmicos como Science Direct e Periódico Capes sobre o assunto, e ordenou-se os estudos de acordo com os requisitos analisados. Sendo assim, verificou-se diversos efeitos antimicrobianos de óleos essenciais contra bactérias deteriorantes de alimentos em diferentes concentrações, além dos diferentes efeitos inibitórios baseados no diâmetro dos halos. Por fim, constatou-se que ainda é necessário a realização de maiores experimentos envolvendo a capacidade dos óleos em combater microrganismos de origem alimentícia, assegurando que não haverá alterações na composição sensorial e química dos alimentos.

Palavras-chave: Atividade Antimicrobiana, Antioxidante, Deterioração Alimentar.

ABSTRACT

Essential oils are natural products originated from plants that have volatile aromatic compounds and are mostly made of monoterpenes, sesquiterpenes and phenylpropanoids metabolites. They are widely used in the pharmaceutical industry due to their power to produce pleasant odors, but they can also be used in therapeutic compounds and against the oxidation and deterioration of food by microorganisms. Food products are more prone to microbiological contamination that can lead to deterioration, causing physical and sensory changes that make the product unfit for consumption. Over the years, studies on the antimicrobial activity of essential oils have been growing more and more, but in Brazil research resources are precarious, so technological advances are smaller when compared to other countries. In this way, this work aimed to analyze the antimicrobial effects of essential oils applied against various food pathogens through existing research, since its application could become an alternative in the future for the replacement of artificial chemical additives. For this, a search was carried out on academic sites like Science Direct and Capes Periodic on the subject, and the studies were ordered according to the analyzed requirements. Therefore, several antimicrobial effects were verified against food spoilage bacteria at different concentrations, in addition to different inhibitory effects based on the diameter of the halos. Finally, it was found that it is still necessary to carry out further experiments involving the ability of oils to combat microorganisms of food origin, ensuring that there will be no changes in the sensory and chemical composition of foods.

Key-words: Antimicrobial Activity, Antioxidant, Food Spoilage.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Artigos que apresentam o interesse pelo uso do óleo essencial	13
Tabela 2 - Óleos essenciais utilizados e microrganismos patogênicos que foram testados em cada estudo.....	14
Tabela 3 - CIM e CBM frente a <i>E. coli</i>	21

LISTA DE ABREVIATURAS

OE – Óleo Essencial

BHT – Butilhidroxitolueno

BHA – Butilhidroxianisol

CIM – Concentração Inibitória Mínima

CBM – Concentração Bactericida Mínima

Sumário

1. Introdução	11
2. Objetivos	13
2.1 Objetivos Gerais	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3. Metodologia da pesquisa	13
4. Revisão Bibliográfica	14
4.1. Antioxidantes Sintéticos	144
4.2. Antioxidantes Naturais	16
4.3. Patógenos Alimentícios	16
4.4. Óleos Essenciais	177
4.4.1. Áreas de uso do Óleo Essencial	187
4.4.2 Extração	18
4.4.3. Mercado de OEs	19
4.4.4. Uso Alimentício	20
5. Conclusão	24
6. Referências Bibliográficas	26

1. Introdução

Os óleos essenciais (OEs) são originados de plantas. São considerados líquidos voláteis, límpidos, raramente coloridos e lipossolúveis, além de serem solúveis em solventes orgânicos e possuírem uma densidade geralmente menor do que a da água (Mihai; Popa, 2013). Estes óleos, também chamados de voláteis e etéreos são produtos naturais que contém compostos aromáticos voláteis e são formados através do metabolismo secundário das plantas (Sarto, 2014). Eles são responsáveis por fornecer o aroma e o sabor característico das plantas, que atraem os polinizadores, protegem contra insetos e fornecem diversas outras funções que são necessárias para a sobrevivência das plantas (Ribeiro *et al.*, 2012).

Em relação a sua composição, pode variar de acordo com a localização na planta, visto que são obtidos de diferentes partes como flores, folhas, sementes, cascas, frutos e raízes, e armazenados em células secretoras, cavidades, canais, células epidérmicas e tricomas glandulares (Burt, 2004). Porém suas propriedades organolépticas se devem aos compostos metabólitos de mono e sesquiterpenos, e de fenilpropanóides (Bizzo *et al.*, 2009) e podem fornecer um odor agradável, por isso os OEs possuem importância para as indústrias farmacêuticas, de perfumaria e cosméticos. Além disso, os OEs podem ser usados em compostos terapêuticos e como proteção contra a oxidação e deterioração por microrganismos (Andrade *et al.*, 2012).

O seu uso teve início na antiguidade onde chineses, hindus, persas e egípcios relatavam em livros as descobertas de novas plantas e dos potenciais que elas ofereciam. Em meados do ano 2000 a.C. já havia um certo conhecimento rudimentar da destilação em que muitas das ervas comuns conhecidas atualmente já eram relatadas para fins terapêuticos (Trancoso, 2013).

No entanto, foi em 1910 que a aromaterapia ganhou o seu lugar de reconhecimento na ciência com o perfumista e engenheiro químico René Maurice Gattefossé, que realizou o tratamento de uma queimadura com os OEs, criando o antisséptico “Le salvol” em 1918 que foi utilizado em hospitais durante a epidemia da gripe espanhola. Além disso na Segunda Guerra Mundial, em 1939, o médico Jean Valnet também tratou ferimentos com estes mesmos óleos que posteriormente ocasionaram em resultados muito satisfatórios para os soldados envolvidos (Nascimento, 2020).

No Brasil, as pesquisas sobre OEs foram originadas em 1847 por Theodor Peckolt, um farmacêutico vindo da Polônia que estudou e publicou diversos trabalhos que

incluíam dados sobre o rendimento e a composição destes óleos. No entanto, estudos sistemáticos sobre as fontes de OEs somente foram realizados a partir de 1943 quando o Instituto de Óleos e o Instituto de Química Agrícola publicaram trabalhos a respeito do óleo de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) e do óleo de sassafrás (*Sassafras albidum*) (Bizzo *et al.*, 2009). Devido à dificuldade de importação na década de 50, a extração de essências no Brasil aumentou e empresas produtoras de perfumes, cosméticos, produtos farmacêuticos e alimentares se instalaram no país, fazendo com que o objetivo da produção fosse a exportação para países europeus (Trancoso, 2013).

Além das suas propriedades terapêuticas e organolépticas, os OEs vêm ganhando visibilidade pela sua atividade antimicrobiana contra microrganismos que estão adquirindo resistência aos antibióticos desenvolvidos pela indústria farmacêutica. Os mesmos também podem ser utilizados como aditivos alimentares para retardar a deterioração de alimentos e evitar o crescimento de patógenos alimentícios (Rebelo *et al.*, 2012).

Produtos alimentícios, principalmente os mais perecíveis, são mais propensos a contaminações microbiológicas que, quando ingeridos podem causar doenças aos seres humanos. Estas contaminações podem ser originadas de variados tipos de microrganismos, no entanto, as bactérias são as que possuem uma maior incidência nos alimentos (Almeida, 2013).

O crescimento microbiano pode ser ocasionado pelo meio nutricional em que se encontra, e pelas condições do ambiente como temperatura, pH e atividade de água. Estes microrganismos podem levar ao deterioramento dos alimentos, causando alterações físicas e sensoriais e, fazendo com que o alimento fique impróprio para o consumo (Almeida, 2013).

Apesar de existirem compostos antimicrobianos sintéticos que são usados como conservantes em alimentos, uma certa preocupação tem se apresentado devido as inúmeras dificuldades toxicológicas que podem não ser seguras para o consumo humano (Angane *et al.*, 2022). Por isso, visando a preferência atual dos consumidores por produtos mais “saudáveis” e naturais, a atividade antimicrobiana dos OEs vêm sendo cada vez mais estudada (Reis *et al.*, 2020). Para a sua utilização é necessário o conhecimento das suas propriedades e a comprovação de sua eficácia através de testes realizados por isolamento

dos constituintes químicos, caracterização e mecanismos de ação dos princípios ativos (Sarto, 2014).

A extração dos OEs e de seus compostos pode ser feita por diversos métodos, porém a hidrodestilação com vapor d'água é a forma mais utilizada pelo fato dos compostos serem praticamente insolúveis em água, e solúveis em solventes orgânicos e gorduras (Monteiro, 2015). No entanto, a comercialização e utilização dos OEs apresentam dificuldades pela instabilidade de diversos fatores como o fornecimento de matéria prima, preço de mercado e a especificidade requerida de análises físico-químicas e padrões de qualidade (Sarto, 2014).

2. Objetivos

2.1 Objetivos Gerais

O trabalho a seguir tem como objetivo revisar artigos que tenham como base a aplicação de OEs contra patógenos alimentícios.

2.2 Objetivos Específicos

- Levantar referencial teórico sobre o assunto;
- Sintetizar trabalhos específicos sobre o assunto;
- Analisar o potencial antimicrobiano dos OEs contra patógenos alimentícios;
- Apresentar os efeitos dos OEs contra patógenos alimentícios.

3. Metodologia da pesquisa

Primeiramente foi pesquisado em base de dados sobre assuntos acadêmicos, como: Periódicos Capes, Science Direct e Google Acadêmico, pelas seguintes palavras-chave: OEs, poder antimicrobiano, indústria alimentícia e patógenos alimentícios, nos idiomas português e inglês, durante o período de janeiro a dezembro de 2023, visando não utilizar artigos com mais de 10 anos de publicação, e combinando as palavras-chave durante as pesquisas para que fosse possível selecionar de uma maneira mais objetiva, os trabalhos que seriam analisados.

Com o referencial teórico levantado, os estudos foram dispostos sistematicamente de modo que fosse possível visualizar todos os tópicos abordados em cada assunto. Posteriormente, os seguintes assuntos foram prioritários: antioxidantes, patógenos alimentícios, OEs na indústria de alimentos, métodos de extração, ação antimicrobiana dos OEs e seus efeitos perante a microrganismos patogênicos.

Por fim, foi analisado minuciosamente quais efeitos benéficos os OEs podem trazer para alimentos no geral, demonstrando seus poderes antimicrobianos contra patógenos alimentícios, como eles são usados na indústria de alimentos atualmente e como é feita sua produção e comercialização no país.

4. Revisão Bibliográfica

O crescimento de interesse pelos OEs, assim como os métodos de extraí-los de plantas, o seu mercado e seu uso no combate contra microrganismos que deterioram os alimentos, foram reportados por autores através de revistas, trabalhos de conclusão de curso e mestrados por todas as regiões do Brasil, além de diversos outros países que também possuem uma margem de crescimento pelo interesse dos OEs e estão realizando cada dia mais pesquisas e estudos sobre o assunto.

Como resultado deste trabalho, a Tabela 1 foi construída a partir de 22 estudos que apresentam o aumento no interesse pelos OEs, desde o desejo pela substituição dos antioxidantes sintéticos pelos naturais, até os meios de extração e seu mercado.

Tabela 1: Artigos que apresentam o interesse pelo uso do OE.

Assunto	Referência
Antioxidantes Sintéticos	Leão <i>et al.</i> (2017); Mattje (2018); Silva <i>et al.</i> (2019).
Antioxidantes Naturais	Silva <i>et al.</i> (2021); Silva <i>et al.</i> (2022).
Patógenos Alimentícios (<i>Salmonella sp.</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Escherichia coli</i>)	Barancelli <i>et al.</i> (2011); Rosa <i>et al.</i> (2016); Silva (2017); Paula <i>et al.</i> (2021); Silva <i>et al.</i> (2022).
Áreas de Uso do Óleo Essencial	Machado, Junior (2011); Pereira <i>et al.</i> (2014); Rajivgandhi <i>et al.</i> (2023).
Extração	Santos <i>et al.</i> (2004); Pereira (2010); Silveira <i>et al.</i> (2012); Silva (2018); Marcolina (2021); Lopes (2023).
Mercado de Óleos Essenciais	Serrano, Figueiredo (2018); Bizzo, Rezende (2022); Parreiras (2023).

Já a Tabela 2 foi organizada com base em 6 estudos que descrevem a extração do OE de 18 diferentes plantas, testados contra diversos patógenos alimentícios e propícios a uma maior ação antimicrobiana de acordo com as propriedades dos microrganismos a serem combatidos.

Tabela 2: OEs utilizados e microrganismos patogênicos que foram testados em cada estudo.

Óleo Essencial	Microrganismo Patogênico	Referência
<i>Salvia rosmarinus</i> , <i>Origanum vulgare</i> , <i>Satureja montana</i> e <i>Thymus vulgaris</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	Dimitrijevic <i>et al.</i> (2006)
<i>Citrus aurantium</i> var. <i>dulcis</i> , <i>Passiflora edulis</i> e <i>Citrus reticulata</i> v. <i>tangerine</i>	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Salmonella</i> sp.	Santos <i>et al.</i> (2016)
<i>Origanum vulgare</i> e <i>Eugenia caryophyllata</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Escherichia coli</i> e <i>Salmonella enterica</i>	Pombo <i>et al.</i> (2018)
<i>Cymbopogon nardus</i> , <i>Eucalyptus globulus</i> , <i>Prunus amygdalus</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Cinnamomum zeylanicum</i> , <i>Cymbopogon citratus</i> , <i>Citrus limon</i> e <i>Caryophyllus aromaticus</i>	<i>Escherichia coli</i> e <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Contrucci <i>et al.</i> (2019)
<i>Zingiber officinale</i>	<i>Bacillus cereus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Listeria monocytogenes</i>	Santana <i>et al.</i> (2019)
<i>Origanum vulgare</i> e <i>Ocimum basilicum</i>	<i>Salmonella Typhimurium</i> e <i>Salmonella Enteritidis</i>	Vivian <i>et al.</i> (2020)

4.1. Antioxidantes Sintéticos

Com o intuito de conservar os alimentos e postergar a sua deterioração, o mercado alimentício busca aditivos que possam estender o prazo de validade com um baixo custo de aquisição. Os antioxidantes sintéticos são classificados de acordo com o seu poder de fixação, podendo ser primários, sinergistas, removedores de oxigênio, agentes quelantes ou mistos (Silva *et al.*, 2019). Substâncias como BHT, BHA e Eritorbato de sódio são alguns dos diversos sintéticos permitidos pela legislação brasileira RDC nº 740, de 9 de agosto de 2022, e utilizados na indústria que podem inibir a oxidação lipídica. No entanto se usados em grandes quantidades ou com uma maior frequência podem causar danos à saúde daqueles que o consomem (Mattje, 2018).

Leão *et al.* (2017) menciona diversos tipos de antioxidantes sintéticos que são utilizados em produtos cárneos para diminuir a formação de radicais e aumentar o tempo de estocagem da carne fresca e de seus subprodutos. O uso destes aditivos externos é necessário pois, mesmo a carne em si possuindo um antioxidante endógeno em seu tecido muscular que previne a oxidação lipídica, conforme o tempo pós morte do animal aumenta, a eficácia deste composto vai sendo reduzida, fazendo com que o ambiente se torne cada vez mais propício ao desenvolvimento de microrganismos deteriorantes.

No entanto, a partir de estudos foi comprovado que estes aditivos são extremamente voláteis e se decompõem com facilidade em altas temperaturas, fazendo com que apresente riscos à saúde humana, conforme o seu consumo crônico, podendo

causar câncer e outras doenças que levam a morte. Por isso, e pela alta preocupação com o consumo de alimentos saudáveis nos dias de hoje, a exigência de produtos com substituintes destes antioxidantes, e a procura por conservantes naturais vêm crescendo entre os consumidores (Silva *et al.*, 2019).

4.2. Antioxidantes Naturais

Em alternativa aos antioxidantes sintéticos, compostos fenólicos, carotenoides e tocoferóis presentes em produtos naturais estão se tornando alvo de estudos que buscam a igualdade da sua capacidade em preservar alimentos e postergar a sua deterioração (Silva *et al.*, 2022).

Os conservantes naturais podem ser obtidos através de extratos de plantas, animais e minerais, além de existirem microrganismos bioconservantes que combatem os patógenos presentes nos alimentos, preservando por mais tempo a sua vida útil e fornecendo propriedades sensoriais, nutricionais e benéficas à saúde daqueles que o consomem (Silva *et al.*, 2021).

Como exemplo dos conservantes naturais é possível citar alimentos ácidos, que desnaturam as proteínas bactericidas e preservam o alimento. Especiarias como alecrim (*Salvia rosmarinus*), manjeriço (*Ocimum basilicum*) e orégano (*Origanum vulgare*), que possuem flavonoides e terpenoides, também podem agir contra a deterioração, além de serem um suplemento a mais no sensorial dos alimentos. Outro exemplo seria os OEs extraídos de frutas e vegetais, que possuem um efeito bactericida e fungicida capaz de combater a oxidação e proliferação das bactérias (Silva *et al.*, 2021).

4.3. Patógenos Alimentícios

Os alimentos, quer sejam de origem animal ou vegetal, têm o potencial de abrigar uma variedade de microrganismos patogênicos, independentemente de estarem frescos ou processados. Entre os patógenos de origem alimentar mais preocupantes, destacam-se *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* e *Escherichia coli*, sendo responsáveis pelo maior número de casos de doenças e óbitos associados à alimentação (Paula *et al.*, 2021).

O microrganismo *Salmonella* é um gênero de enterobactérias Gram-negativas que, quando em contato com alimentos, pode contaminá-los ao formar ácidos e gases tóxicos. Apesar de necessitarem de um pH neutro, temperatura ambiente e alta atividade

de água para se multiplicarem, estas bactérias conseguem sobreviver durante longos períodos no meio ambiente através de fezes animais. Devido a isto, produtos cárneos má conduzidos e produzidos em baixas condições de saneamento e higienização, são os mais provenientes de transmitir doenças originadas da Salmonella (Silva *et al.*, 2022).

A espécie *L. monocytogenes* é uma bactéria Gram-positiva que, apesar de não resistir a altas temperaturas, em condições ambientais de baixo pH, altas concentrações salinas e baixas temperaturas a mesma é capaz de se proliferar e infectar alimentos de origem animal e vegetal, estando *in natura* ou até mesmo processados. Por isso, a bactéria pode ser comumente encontrada no leite e em seus derivados quando esses produtos são processados de maneira inadequada, sem receber o tratamento térmico certo. A falta de tratamento térmico eficaz, como a pasteurização, pode permitir a sobrevivência e a multiplicação de patógenos, incluindo a bactéria em questão. Consumir produtos lácteos contaminados por essa bactéria pode representar um risco significativo para a saúde, levando a doenças e infecções em quem os consome (Barancelli *et al.*, 2011).

Por último, a *E. coli* é uma bactéria Gram-negativa que naturalmente faz parte da microbiota intestinal de aves e mamíferos, incluindo os seres humanos. Muitas cepas são termotolerantes e inofensivas, desempenhando funções importantes no trato gastrointestinal. No entanto, algumas cepas patogênicas têm a capacidade de causar doenças, pois produzem toxinas prejudiciais ao hospedeiro (Silva, 2017).

Muitas dessas cepas patogênicas podem ser encontradas nas fezes de animais, e a contaminação pode ocorrer através de água contaminada ou alimentos que não foram submetidos a um tratamento térmico adequado. Produtos lácteos e alimentos à base de carne são particularmente propensos a abrigar essa bactéria se não forem processados corretamente (Silva, 2017).

Para prevenir infecções relacionadas à *E. coli*, é fundamental adotar práticas rigorosas de higienização. Isso inclui o tratamento térmico eficaz durante o processamento de alimentos, a lavagem cuidadosa de produtos crus, a manutenção de boas práticas de higiene pessoal e o consumo de água potável. Medidas preventivas, como a pasteurização do leite e o cozimento adequado de carne, desempenham um papel crucial na inibição da proliferação dessas cepas patogênicas e na redução do risco de intoxicação alimentar (Rosa *et al.*, 2016).

4.4. Óleos Essenciais

4.4.1. Áreas de uso do Óleo Essencial

A definição de OEs é dada pela norma 9235 da *International Standard Organization* (ISO) como “líquidos voláteis extraídos a partir do material vegetal por processos de destilação usando água, vapor, ou a seco, ou por prensagem a frio do epicarpo de citrinos, sendo este processo usado exclusivamente no caso específico de frutos cítricos” (ISO, 2021).

Os OEs têm a possibilidade de uso em diversas áreas para o combate de diversos microrganismos e para fins terapêuticos. Como por exemplo para a aromaterapia, onde sua ação se inicia com uma molécula aromática combinada com um receptor específico para cada aroma (Machado, Junior, 2011). Estudos também mostram que suas propriedades podem ser utilizadas para o combate das larvas do mosquito *Aedes aegypti* (Pereira *et al.*, 2014), além de uma possível habilidade dos OEs em combater células de câncer de pulmão em seres humanos através de abordagens *in vitro* (Rajivgandhi *et al.*, 2023).

4.4.2 Extração

A extração dos OEs pode ser realizada de diversas maneiras para o uso em sínteses químicas, como novos materiais, no uso científico e comercial (Silveira *et al.*, 2012). Para a determinação do método de extração é necessário o conhecimento da densidade do óleo a ser extraído, assim como a temperatura em que o procedimento irá ser realizado (Santos *et al.*, 2004).

Dentre os métodos de extração, o mais conhecido e utilizado é a destilação, podendo ser imersa em água ou por arraste ao vapor. A hidrodestilação consiste no contato do material imerso em água presente em um balão de fundo redondo com uma manta de aquecimento (Marcolina, 2021). O vapor da água faz com que as paredes celulares do material se abram e permitam a evaporação do óleo presente entre elas (Silveira *et al.*, 2012) que se conduz a um condensador que irá resfriá-lo e separá-lo da água, se depositando em um aparelho de Clevenger (Marcolina, 2021).

A destilação por arraste a vapor funciona de forma muito semelhante a hidrodestilação, no entanto o produto a ser destilado se encontra em um balão separado que possui água e somente entra em contato com o vapor desta água que aumenta a pressão interna das células e arrasta o óleo ao condensador, dando continuidade ao

processo, através da gravidade, até o vaso de decantação onde ocorrerá a separação de fases (Pereira, 2010).

Outro processo de extração seria com solventes orgânicos, o qual se assemelha a hidrodestilação em relação ao procedimento, porém ao invés de água são utilizados solventes apolares. No entanto, para o uso deste método é necessário o cuidado e atenção para que não ocorra reações secundárias indesejáveis, além de que o processo não é recomendado para usos industriais de aplicações em alimentos por extrair, juntamente com o óleo, compostos não voláteis que podem ser tóxicos ao consumo (Silva, 2018).

Os OEs também podem ser extraídos utilizando fluídos supercríticos através de procedimentos parecidos aqueles utilizados nos métodos com água. Fluídos supercríticos possuem propriedades de gás e líquidos simultaneamente, o que os permite permear a amostra com maior facilidade, extraíndo por completo os óleos presentes no material. O fenômeno da alta taxa de transferência de massa pode ser explicado devido a uma maior difusividade e menor viscosidade e tensão superficial, aumentando a sua penetração e, conseqüentemente, o rendimento de extração dos biocompostos. No entanto, este método é de pouco uso, por ser um processo complexo e de alto custo (Lopes, 2023).

4.4.3. Mercado de óleos essenciais

Desde o conhecimento das diversas propriedades vantajosas que os OEs apresentam, o seu mercado possui uma alta tendência de crescimento. Dentro deste mercado, os países com maior nome (sendo importadores ou exportadores) são a Índia, os Estados Unidos, França, China e Brasil. Pela forte tendência a procura de aditivos naturais substituintes dos sintéticos, este mercado de OEs somente tende a crescer com o passar dos anos, sendo vantajoso aqueles que o produzem e exportam (Bizzo, Rezende, 2022).

Em relação aos rankings de importadores, o Brasil mantém a sua colocação em quinto lugar buscando somente a compra de OEs originados de produtos mais escassos no país. Porém em relação à exportação, o Brasil se encontra em primeiro lugar por ser o maior produtor e vendedor de laranja (*Citrus sinensis*) no mundo, facilitando uma maior produção e exportação destes OEs (Parreiras, 2023).

Com base em dados e estudos econômicos, o mercado de OEs (tanto brasileiro, quanto mundial) possui uma expectativa de crescimento, sendo aplicado principalmente nos setores de aromaterapia e alimentício, e explorado em outras áreas, além de gerar uma

maior renda com a sua produção e preservar a biodiversidade, que acaba sendo maior explorada pela alta no seu interesse (Bizzo, Rezende, 2022).

4.4.4. Uso Alimentício

Pesquisas científicas apontam que das propriedades existentes nos OEs, 60% são antifúngicas e 35% antibacterianas, encontradas em suas maiores concentrações nas ervas e temperos que inibem potencialmente o crescimento dos microrganismos (Souza *et al.*, 2003).

Como dito anteriormente, por muitas das infecções e doenças causadas por alimentos serem responsabilizadas pelas bactérias *Salmonella* spp., *L. monocytogenes* e *E. coli*, os estudos que objetivam analisar os efeitos antimicrobianos presentes nos OEs utilizam de cepas destas bactérias para observar o poder inibitório da atividade antimicrobiana perante a eles, além de também analisarem o seu poder de prevenção contra a deterioração e as possíveis mudanças de aparência, sabor e odor que podem ocorrer com o seu uso.

Através de difusão e diluição, os estudos visam determinar a concentração inibitória e bactericida mínima (CIM e CBM) necessária de cada OE testado para o combate de patógenos e aumento da vida de prateleira.

Um destes estudos foi feito por Mihai e Popa (2013), que conduziram experimentos laboratoriais nos quais observaram que a capacidade antimicrobiana dos OEs em alimentos é reduzida devido à presença de gorduras, carboidratos, sais e pH, fatores que podem impactar a eficácia desses óleos voláteis. Além disso, concluíram que a eficácia antimicrobiana dos OEs depende de vários elementos, incluindo a origem da planta, variações sazonais, composição e sinergia entre as moléculas, carga microbiana e ambiente dos produtos testados.

Em suas descobertas específicas, Mihai e Popa (2013) observaram que os OEs podem ser utilizados em produtos cárneos e peixes para reduzir microrganismos, especialmente devido ao baixo teor de gordura nesses produtos. Os óleos provenientes do alecrim (*S. rosmarinus*), orégano (*O. vulgare*) e da Savoy de inverno (*Satureja montana*) demonstraram efeitos antimicrobianos contra *L. monocytogenes* e contribuíram para a melhoria da qualidade da carne testada. Além disso, a vida útil de peixes de água doce foi estendida devido às propriedades conservantes presentes no OE de tomilho selvagem (*Thymus vulgaris*).

Os estudos conduzidos por Santos *et al.* (2016) empregaram OEs cítricos de laranja doce (*Citrus aurantium* var. *dulcis*), maracujá (*Passiflora edulis*) e tangerina (*Citrus reticulata* v. *tangerine*). Esses OEs demonstraram atividades antimicrobianas frente às bactérias analisadas, sendo que o óleo de *C. reticulata* v. *tangerine* apresentou os maiores halos de inibição bacteriana contra o crescimento de *E. coli* e *Salmonella* sp. Os pesquisadores também concluíram que a ausência de atividade antioxidante pode resultar em baixos teores dos compostos responsáveis por capturar os radicais livres, que, por sua vez, inibem a ação das bactérias patogênicas. Isso destaca a importância não apenas das propriedades antimicrobianas, mas também das propriedades antioxidantes dos OEs, ressaltando seu potencial papel na preservação de alimentos e na inibição de microrganismos patogênicos.

Outro estudo analisado foi o de Pombo *et al.* (2018), que investigaram o uso do OE de orégano (*Origanum vulgare*) e cravo (*Eugenia caryophyllata*) em experimentos relacionados a microrganismos contaminantes de alimentos. Os pesquisadores observaram que o aumento na concentração do OE resultou em um aumento significativo do efeito antimicrobiano. Eles perceberam que as bactérias Gram-positivas como *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus* são mais suscetíveis às ações antimicrobianas dos OEs. A explicação para essa observação reside na complexidade estrutural da parede celular das bactérias Gram-negativas (*E. coli* e *Salmonella enterica*), que possuem uma membrana externa composta por lipopolissacarídeos. Essa membrana é responsável por envolver a parede celular, conferindo maior resistência, restringindo a difusão e dificultando a disseminação e o acúmulo do OE na célula bacteriana. Além disso, os pesquisadores acreditam que os OEs exercem perturbação da membrana citoplasmática por meio da interferência na bicamada fosfolipídica da parede celular, aumento da permeabilidade, perda dos constituintes celulares e alteração de diversos sistemas enzimáticos. Esses mecanismos contribuem para a eficácia dos OEs como agentes antimicrobianos contra bactérias Gram-positivas.

Seguindo com os artigos priorizados, Contrucci *et al.* (2019) realizaram experimentos com o intuito de estudar os efeitos dos OEs sobre bactérias Gram-negativas isoladas em alimentos. A partir disso foram obtidos os resultados em CIM e CBM da atividade antibacteriana frente a *E. coli* e retratados na Tabela 3:

Tabela 3: CIM e CBM frente a *E. coli*.

Tratamentos	Concentração de Óleos Essenciais (%)	
	CIM	CBM
<i>Cymbopogon nardus</i>	3,13	3,13
<i>Eucaliptus globolus</i>	1,57	3,13
<i>Prunus amygdalus</i>	50,00	50,00
<i>Rosmarinus officinalis</i>	1,57	3,13
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	3,13	3,13
<i>Cymbopogon citratus</i>	12,50	12,50
<i>Citrus limon</i>	25,00	25,00
<i>Caryophyllus aromaticus</i>	12,50	12,50

Fonte: Contrucci *et al.*, 2019.

Com os resultados da tabela acima, Contrucci *et al.* (2019) constataram que a atividade bactericida já estava presente em baixas concentrações, além de uma bioatividade já existente em concentrações superiores a CIM e CBM. Porém em concentrações inferiores não foram detectadas atividades capazes de combater os microrganismos, fazendo com que o uso dos OEs fosse ineficaz. No entanto, os OEs de eucalipto (*Eucalyptus globolus*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), cymbopogon (*Cymbopogon nardus*) e canela (*Cinnamomum zeylanicum*) conseguiram atingir um efeito bactericida em baixas concentrações devidas as substâncias bioativas presente em suas composições.

A justificativa para as análises realizadas por Contrucci *et al.* (2019) em relação aos efeitos dos OEs sobre as bactérias Gram-negativas, especialmente a *E. coli*, está fundamentada nos mecanismos de ação dos compostos naturais presentes nesses óleos. Os pesquisadores explicaram que esses mecanismos estão diretamente relacionados com diversas interações e interferências nos processos celulares das bactérias, sendo eles a desintegração da membrana citoplasmática, a desestabilização da força motora do próton, o fluxo de elétrons, o transporte ativo e a coagulação do conteúdo celular.

Esses mecanismos de ação proporcionam uma base molecular para a atividade antimicrobiana dos OEs, explicando como esses compostos naturais podem interferir nos processos vitais das bactérias, levando à inibição do crescimento bacteriano e, em concentrações mais elevadas, à morte bacteriana. Essa compreensão dos mecanismos é fundamental para explorar o potencial terapêutico e aplicação prática dos OEs como agentes antimicrobianos.

Nos estudos realizados por Santana *et al.* (2019) sobre o OE de gengibre (*Zingiber officinale*), algumas descobertas relevantes são destacadas pelos autores, como a presença de atividade antimicrobiana neste óleo, visto que a ação inibitória testada sobre os

microrganismos patogênicos *B. cereus*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella Typhimurium* e *S. aureus* sugere o potencial do mesmo como agente antimicrobiano natural. Além disso, os compostos presentes mostraram um efeito sinérgico mesmo em baixas concentrações, podendo intensificar a atividade antimicrobiana.

Outra descoberta feita por Santana *et al.* (2019) foi na incorporação de nanoemulsão contendo 6% do OE de gengibre (*Z. officinale*) em revestimentos comestíveis de caseinato de sódio aplicados em filés de peito de frango, que resultou em um aumento na atividade antimicrobiana. Esse achado sugere a possibilidade de utilizar o OE como um componente em revestimentos comestíveis para alimentos, com potencial aplicação na conservação de produtos como carne, além da comprovada ação bactericida e bacteriostática contra as bactérias *L. monocytogenes* e *E. coli*. Isso ressalta a capacidade do óleo não apenas de inibir o crescimento bacteriano, mas também de causar a morte das bactérias.

Portanto, a partir dos resultados encontrados, Santana *et al.* (2019) concluem que o OE de gengibre (*Z. officinale*) pode ser uma alternativa eficaz aos aditivos alimentares sintéticos. Sua aplicação pode contribuir para a conservação de alimentos, oferecendo uma opção natural e possivelmente mais saudável. Contudo, os autores enfatizam a importância de avaliar as alterações tecnológicas em matrizes alimentícias complexas, pois essas mudanças podem resultar em interações físicas e químicas que afetam vários aspectos dos alimentos, incluindo conservação, segurança, valor nutricional, qualidade e atributos sensoriais.

Por fim, o estudo conduzido por Vivian *et al.* (2020) analisou os efeitos antimicrobianos dos OEs de orégano (*Origanum vulgare*) e manjeriço (*Ocimum basilicum*) em massas embutidas de carne de coxão bovino e copa-lombo suíno contaminadas com as bactérias *Salmonella* dos sorotipos *Typhimurium* e *Enteritidis*, tendo como principais resultados e conclusões:

- **Eficácia Antimicrobiana Diferencial:** Os experimentos revelaram que o OE de orégano (*O. vulgare*) demonstrou uma maior eficácia no combate aos patógenos *Salmonella Typhimurium* e *Enteritidis* quando comparado ao OE de manjeriço (*O. basilicum*). Isso sugere que o tipo de OE utilizado pode influenciar a eficácia antimicrobiana.
- **Testes Organolépticos com Consumidores:** O estudo incluiu testes organolépticos com consumidores para avaliar a aceitação sensorial dos produtos adicionados com os OEs. Os resultados indicaram que os

consumidores não demonstraram uma preferência positiva pelos produtos que continham os OEs. Pelo contrário, os participantes indicaram que não comprariam os produtos, sugerindo uma rejeição com base nos efeitos sensoriais indesejados causados pelos OEs.

- **Desafios na Aplicação Prática:** A conclusão do estudo destaca a importância de considerar não apenas a eficácia antimicrobiana dos OEs, mas também os efeitos sensoriais indesejados nos produtos finais. Apesar da possível prevenção da contaminação microbiana, a aplicação dos OEs deve ser cuidadosamente estudada para evitar alterações nas propriedades organolépticas dos alimentos, visando a aceitação do consumidor.

Essa conclusão destaca a complexidade de integrar OEs na indústria alimentícia, ressaltando a necessidade de encontrar um equilíbrio entre os benefícios antimicrobianos e a aceitação sensorial por parte dos consumidores. Futuros estudos podem explorar abordagens para minimizar os efeitos sensoriais indesejados enquanto mantêm a eficácia antimicrobiana desejada.

5. Conclusão

Visto o apresentado neste estudo, é possível concluir que os OEs demonstraram uma alta atividade antimicrobiana contra bactérias patógenas presentes nos alimentos. Esse é um resultado promissor, indicando o potencial desses óleos como agentes eficazes na prevenção da contaminação microbiana em produtos alimentícios.

Contudo, esta eficácia antimicrobiana é dependente da concentração em que os óleos são aplicados, sendo necessário determinar as concentrações adequadas para garantir a eficácia desejada sem comprometer as características sensoriais dos alimentos.

A partir disso, também se torna necessário a realização de estudos mais abrangentes que destaquem a complexidade do uso de OEs em diferentes produtos alimentícios, visto que esses estudos adicionais são essenciais para compreender plenamente a capacidade dos óleos em combater microrganismos em uma variedade de contextos alimentares, sem que alterem as composições sensoriais e químicas dos alimentos. Isso destaca a importância de equilibrar os benefícios antimicrobianos com a aceitação do consumidor em termos de sabor, aroma e textura dos alimentos.

Portanto, essas conclusões sugerem que, enquanto os OEs apresentam um grande potencial na preservação de alimentos, sua aplicação prática requer uma abordagem equilibrada, considerando não apenas a eficácia antimicrobiana, mas também os aspectos sensoriais e tecnológicos envolvidos.

6. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, D. M. S. **Contaminação microbiológica de alimentos: o caso particular de E. coli**. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Bioquímica Alimentar, Universidade de Aveiro, Portugal, 2013.

ANDRADE, M. A. *et al.* **Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana**. *Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 399-408, jun. 2012.

ANGANE, M. *et al.* **Essential Oils and Their Major Components: An Updated Review on Antimicrobial Activities, Mechanism of Action and Their Potential Application in the Food Industry**. *Foods* 2022, 11, 464. <https://doi.org/10.3390/foods11030464>.

BARANCELLI, G. V. *et al.* ***Listeria monocytogenes*: ocorrência em produtos lácteos e suas implicações em saúde pública**. *Arquivos do Instituto Biológico*, [S.L.], v. 78, n. 1, p. 155-168, mar. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657v78p1552011>.

BIZZO, H.; REZENDE, C. **O Mercado de Óleos Essenciais no Brasil e no Mundo na Última Década**. *Química Nova*, [S.L.], v. 45, n. 8, p. 949-958, 2022. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170889>.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. **Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas**. *Química Nova*, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422009000300005>.

BURT, S. **Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review**. *International Journal of Food Microbiology*, v. 94, p. 223-253, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>.

CONTRUCCI, B. A. *et al.* **Efeito de óleos essenciais sobre bactérias Gram-negativas isoladas em alimentos**. *Ensaio e ciências*, v. 23, n. 3, p. 180-184. São Paulo, 2019.

LEÃO, L. L. *et al.* **Uso de antioxidantes naturais em carnes e seus subprodutos.** Caderno De Ciências Agrárias – Universidade Federal de Minas Gerais, v. 9, p. 94–100, 2017.

LOPES, G. de S. **Extração de Óleos Essenciais de Matrizes Vegetais a partir de Fluidos Supercríticos.** 2023. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Materiais, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2023.

MACHADO, B. F. M. T.; JUNIOR, A. F. **Óleos essenciais: aspectos gerais e usos em terapias naturais.** Cadernos Acadêmicos - Universidade do Sul de Santa Catarina, v. 3, n. 2, p. 105-127, 2011.

MARCOLINA, M. **Óleos Essenciais: Estudo de Extração e Atividade Antimicrobiana.** 2021. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021.

MATTJE, L. G. B. **Avaliação do óleo essencial e extrato supercrítico de gengibre como antioxidantes naturais em Fishburger de tilápia armazenado refrigerado.** 2018. 41 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2018.

MIHAI, A. L.; POPA, M. E. **Essential oils utilization in food industry – a literature review.** Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies, Vol. 17. University of Agricultural Science and Veterinary Medicine Bucharest, Bucharest, Romania, 2013.

MONTEIRO, A. R. P. **Atividade Antimicrobiana de Óleos Essenciais.** 2015. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2015.

NASCIMENTO, A. **Aromaterapia: o poder das plantas e dos óleos essenciais.** 33 f. ObservaPICS, Recife: Fiocruz-PE; Cuidado integral na Covid; n. 2, 2020.

NATAL, C. A. **Potencial Antioxidante e Antifúngico de Óleos Essenciais de Condimentos.** 2016. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Processos Químicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2016.

PARREIRAS, N. de S. **Aromaterapia: mercado em ascensão no Brasil.** Campo & Negócios, [S.L], 2023.

PAULA, N. R. F. de *et al.* **Development of blends of essential oils and major compounds in the control of indicator and pathogenic foodborne microorganisms.** Brazilian Journal Of Development, [S.L.], v. 7, n. 11, p. 104592-104612, 12 nov. 2021. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n11-197>.

PEREIRA, A. I. S. *et al.* **Atividade antimicrobiana no combate as larvas do mosquito *Aedes aegypti*: Homogeneização dos óleos essenciais do linalol e eugenol.** Educacion Química, v. 25, n. 4, p. 446-449 – Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.

PEREIRA, M. A. A. **Estudo da Atividade Antimicrobiana de Óleos Essenciais Extraídos por Destilação por Arraste à Vapor e por Extração Supercrítica.** 2010. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Tecnologia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

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. Campinas – São Paulo, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/san.v25i2.8651785>.

RAJIVGANDHI, G. *et al.* **Anti-cancer ability of chitosan loaded plant essential oils evaluated against A549 human lung cancer cells through invitro approaches.** Journal Of King Saud University - Science, [S.L.], p. 102598, fev. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jksus.2023.102598>.

REBELO, R. A. *et al.* **Composição química e avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial das folhas de *Piper malacophyllum* (C. PRESL.) C. DC.** Química Nova, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 477-481, jul. 2012.

REIS, J. B. *et al.* **Avaliação da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais contra patógenos alimentares.** Brazilian Journal Of Health Review, Minas Gerais, v. 3, n. 1, p. 342-363, 2020. Brazilian Journal of Health Review. <http://dx.doi.org/10.34119/bjhrv3n1-025>.

RIBEIRO, D. S.; MELO, D. B.; GUIMARAES, A. G.; *et al.* **Avaliação do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) como modulador da resistência bacteriana.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 2, p. 687-696, 15 maio 2012.

Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n2p687>.

ROSA, J. L. *et al.* **Características da *Escherichia coli* Enterohemorrágica (EHEC)**. Revista Acadêmica do Instituto de Ciências da Saúde, v. 2, n. 1, p. 66-78, 2016.

SANTANA, W. da C. F. F. *et al.* **Concentração inibitória mínima de óleo essencial de gengibre frente a microrganismos patogênicos**. Revista Higiene Alimentar, v. 33, p. 2429-2433. São Paulo, 2019.

SANTOS, A. O. *et al.* **Atividade antibacteriana e antioxidante de óleos essenciais cítricos com potencialidade para inclusão como aditivos em alimentos**. Caderno de Ciências Agrárias, v. 8, n. 3, p. 15-21 – Minas Gerais, 2016.

SANTOS, A. S. *et al.* **Descrição de Sistema e de Métodos de Extração de Óleos Essenciais e Determinação de Umidade de Biomassa em Laboratório**. Belém: Embrapa, 2004.

SARTO, M. P. M.; JUNIOR, G. Z. **Atividade Antimicrobiana de Óleos Essenciais**. Uningá Review, Paraná, v. 20, n. 1, p. 98-102, dez. 2014.

SERRANO, C.; FIGUEIREDO, A. C. **Óleos essenciais e outros extratos**. Portugal: Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, 2018. 136 p.

SILVA, E. de S *et al.* **Conservação de Alimentos pelo Uso de Aditivos: Uma Revisão**. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, Paraná, v. 37, n. 2, p. 18-29, 2019.

SILVA, É. L. B. da *et al.* **Análise microbiológica de *Salmonella* sp. em carne bovina e de frango comercializadas em Mossoró-RN**. Research, Society And Development, [S.L.], v. 11, n. 11, 1 set. 2022. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i11.34003>.

SILVA, E. M. da *et al.* **Prospecção no Âmbito da Produção de Antioxidantes Naturais para Inserção no Mercado Alimentício**. Cadernos de Prospecção, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 245-260, 1 mar. 2022. Universidade Federal da Bahia. <http://dx.doi.org/10.9771/cp.v15i1.43058>.

SILVA, J. G. ***Escherichia coli* Enterohemorrágica (EHEC) transmitida pelos Alimentos: Revisão**. 2017. 21 f. TCC (Graduação) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

SILVA, M. C. **Óleos Essenciais: Caracterização, Aplicações e Métodos de Extração**. 2018. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Centro Universitário de Formiga, Formiga - Minas Gerais, 2018.

SILVA, R. N. R. da *et al.* **Uso de Conservantes Naturais em Alimentos: Um Referencial Teórico**. Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisa e Práticas Contemporâneas, v. 2, c. 55, p. 775-786, 2021.

SILVEIRA, J. C. *et al.* **Levantamento e Análise de Métodos de Extração de Óleos Essenciais**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 2038-2052, 2012.

SOUZA, E. L. de *et al.* **Especiarias: uma alternativa para o controle da qualidade sanitária e de vida útil de alimentos, frente as novas perspectivas da indústria alimentícia**. Higiene Alimentar, São Paulo, v. 17, n. 113, p. 38-42, 2003.

TRANCOSO, M. D. **Projeto Óleos Essenciais: extração, importância e aplicações no cotidiano**. Colégio Brigadeiro Newton Braga, Rio de Janeiro. Revista Práxis n. 9, 2013.

VIVIAN, P. G. *et al.* **Atividade Antibacteriana de Óleos Essenciais de *Origanum vulgare* (Orégano) e *Ocimum basilicum* (Manjericão) e sua Aplicação em massa para Embutido Carne**. Brazilian Journal Of Development, [S.L.], v. 6, n. 8, p. 62143-62156, 2020. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n8-587>.