



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE SERGIPE - CAMPUS SÃO CRISTÓVÃO  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS



ADIANICE FERREIRA SANTOS

**UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS COMO SANITIZANTES  
NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO**

São Cristóvão – SE

2022

ADIANICE FERREIRA SANTOS

**UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS COMO SANITIZANTES  
NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Instituto Federal de Sergipe, Campus São Cristóvão, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Profa. Ma. Emanuele Oliveira Cerqueira Amorim.

São Cristóvão - SE

2022

## IFS - Biblioteca do Campus São Cristóvão

S237u Santos, Adianice Ferreira  
Utilização de óleos essenciais como sanitizantes na indústria de alimentos: uma revisão / Adianice Ferreira Santos. - São Cristóvão-SE, 2022.  
38 f. ; il.

Monografia (Graduação) – Tecnologia em Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS, 2022.  
Orientadora: Professora MSc. Emanuele Oliveira Cerqueira Amorim.

1. Óleos essenciais. 2. Sanitizantes naturais. 3. higienização na indústria de alimentos. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS. II. Título.

CDU: 665.52/.54

ADIANICE FERREIRA SANTOS

**UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS COMO SANITIZANTES  
NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado ao Instituto Federal de Sergipe, Campus São Cristóvão, às 10h10min do dia 09 de fevereiro de 2022, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. A discente foi arguida pela banca examinadora composta pelos examinadores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado.

Cleber Miranda Gonçalves  
Prof. Dr. Cleber Miranda Gonçalves  
IFS - Campus São Cristóvão

Juliana Serio  
Profa. Dra. Juliana Serio  
IFS - Campus São Cristóvão

Emanuele Oliveira Cerqueira Amorim  
Profa. Ma. Emanuele Oliveira Cerqueira Amorim  
IFS - Campus São Cristóvão

São Cristóvão - SE

2022

## RESUMO

Os óleos essenciais são compostos naturais, voláteis e complexos derivados do metabolismo secundário das plantas aromáticas, os quais exibem atividade antibacteriana frente a um grande número de bactérias gram-positivas e gram-negativas, incluindo espécies resistentes a antibióticos. O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento, através de uma revisão de literatura, sobre a aplicação de óleos essenciais como sanitizantes na indústria de alimentos. Inicialmente, fez-se uma abordagem geral sobre a importância da higienização e os principais agentes sanitizantes empregados na indústria de alimentos e, posteriormente, foram destacados os estudos relacionados aos óleos essenciais e sua capacidade antimicrobiana. Constatou-se que óleos essenciais de diversas fontes estão sendo estudados para avaliação da sua eficiência frente a diversos micro-organismos de importância na área de alimentos. Foi observado que a concentração inibitória mínima (CIM) e a concentração bactericida mínima (CBM) dependem do tipo de óleo utilizado e sua composição química, bem como variam entre os micro-organismos testados. A partir dos estudos abordados neste trabalho, pode-se afirmar que os óleos essenciais são eficientes para utilização como sanitizantes, inclusive em menores concentrações em relação aos sanitizantes comerciais. Portanto, apesar do custo relativamente elevado, a aplicação de óleos essenciais é uma alternativa promissora para utilização no procedimento de higienização em indústrias de alimentos, quando se buscam métodos naturais de sanitização.

**Palavras-chave:** óleos essenciais; sanitizantes naturais; higienização na indústria de alimentos.

## ABSTRACT

Essential oils are natural, volatile and complex compounds derived from the secondary metabolism of aromatic plants, which exhibit antibacterial activity against a large number of gram-positive and gram-negative bacteria, including antibiotic-resistant species. The objective of this work was to conduct a pull, through a literature review, on the application of essential oils as sanitizers in the food industry. Initially, a general approach was made on the importance of hygiene and the main sanitizing agents used in the food industry and, later, studies related to essential oils and their antimicrobial capacity were highlighted. It was found that essential oils from various sources are being studied to evaluate their efficiency against several important microorganisms in the food sector. It was observed that the minimum inhibitory concentration (MIC) and the minimum bactericidal concentration (MBC) depends on the type of oil used and its chemical composition, as well as vary among the microorganisms tested. From the studies discussed in this work, it can be said that essential oils are efficient for use as sanitizers, even in lower concentrations compared to commercial sanitizers. Therefore, despite the relatively high cost, the application of essential oils is a promising alternative for use in the hygiene procedure in food industries, when natural methods of sanitization are sought.

**Keywords:** essential oils; natural sanitizers; hygiene in the food industry.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                                    |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Figura 1 – Etapas do procedimento de higienização de equipamentos e utensílios. 14                                 |  |
| Quadro 1 – Óleos essenciais estudados para aplicação como sanitizantes. ....21                                     |  |
| Quadro 2 – Concentração inibitória mínima (CIM) e concentração bactericida mínima (CBM) de óleos essenciais.....27 |  |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

*A. hydrophila* - *Aeromonas hydrophila*

*B. cereus* - *Bacillus cereus*

CBM - Concentração bactericida mínima

CIM - Concentração inibitória mínima

*E. coli* - *Escherichia coli*

FDA - Food and Drug Administration

GRAS - Geralmente reconhecidos como seguros

*L. monocytogenes* - *Listeria monocytogenes*

MEV - Microscópio eletrônico de varredura

OE - Óleos essenciais

*P. aeruginosa* - *Pseudomonas aeruginosa*

PAA - Ácido peracético

*S. aureus* - *Staphylococcus aureus*

*S. choleraesuis* - *Salmonella choleraesuis*

*S. typhimurium* - *Salmonella typhimurium*



## LISTA DE SÍMBOLOS

atm - atmosfera

°C - grau Celsius

mg/mL - miligrama por mililitro

µg/mL - micrograma por mililitro

ppm - parte por milhão

% - porcentagem

## SUMÁRIO

|                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                  | <b>9</b>  |
| 1.1 OBJETIVOS .....                                                                                        | 11        |
| 1.1.1 Objetivo Geral .....                                                                                 | 11        |
| 1.1.2 Objetivos Específicos .....                                                                          | 11        |
| 1.2 JUSTIFICATIVA .....                                                                                    | 12        |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>                                                                          | <b>13</b> |
| 2.1 HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS .....                                                           | 13        |
| 2.2 PRINCIPAIS SANITIZANTES QUÍMICOS UTILIZADOS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS.....                             | 15        |
| 2.3 ÓLEOS ESSENCIAIS.....                                                                                  | 17        |
| <b>3 METODOLOGIA .....</b>                                                                                 | <b>20</b> |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                                                                      | <b>21</b> |
| 4.1 EFEITO SANITIZANTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS .....                                                           | 22        |
| 4.2 CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA (CIM) E CONCENTRAÇÃO BACTERICIDA MÍNIMA (CBM) DE ÓLEOS ESSENCIAIS ..... | 26        |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                                                        | <b>31</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                    | <b>32</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A limpeza e a sanitização na indústria alimentícia são de fundamental importância no controle sanitário dos alimentos e visa, sobretudo, a segurança e a qualidade dos mesmos, a fim de evitar perdas econômicas e problemas relacionados à saúde pública (FOOD SAFETY BRAZIL, 2016).

Os sanitizantes químicos mais utilizados em superfícies de equipamentos e utensílios nas indústrias alimentícias brasileiras são os que possuem princípios ativos dos grupos: quaternários de amônio (Ex: cloreto de alquildimetilbenzil amônio); compostos inorgânicos liberadores de cloro ativo (Ex: hipoclorito de sódio e de cálcio); compostos orgânicos liberadores de cloro ativo (Ex: dicloroisocianurato de sódio); peróxido orgânico (ácido peracético); peróxido inorgânico (peróxido de hidrogênio); iodo e seus derivados (ANDRADE; PINTO; ROSADO, 2008; BRASIL, 1988, 1993, 1999).

O cloro é o sanitizante mais utilizado na indústria, embora sua utilização seja proibida em alguns países europeus, como Alemanha, Bélgica, Holanda e Suécia (GIL *et al.*, 2009; RICO *et al.*, 2007). Os compostos clorados são corrosivos, causam irritação na pele e trato respiratório e reagem com a matéria orgânica presente na água levando à formação de trihalometanos potencialmente prejudiciais à saúde (BHARGAVA *et al.*, 2015; LÓPEZ-GÁLVEZ *et al.*, 2009).

A ocorrência de falhas nos procedimentos de higienização em instalações de processamento de alimentos pode levar à formação de biofilmes, cuja eliminação é um grande desafio, visto que os mesmos são mais resistentes a agentes antimicrobianos do que células planctônicas (SIMÕES *et al.*, 2006; SIMÕES; VIEIRA, 2009 apud OLIVEIRA; BRUGNERA; PICCOLI, 2013). Além disso, a emergência de bactérias resistentes aos processos de sanitização convencionais tem demonstrado que novas estratégias de controle são necessárias (SIMÕES; SIMÕES; VIEIRA, 2010). Soma-se a esse aspecto o crescente interesse por compostos antimicrobianos naturais, devido a mudanças nas atitudes dos consumidores em relação ao uso de agentes sintéticos de preservação de alimentos, detergentes e sanitizantes que possam causar impacto negativo ao ambiente (LEBERT; LEROY; TALON, 2007).

Nesse contexto, a utilização de óleos essenciais e seus constituintes como novas alternativas de controle tem sido estudada para sanitização de superfície de indústrias de alimentos e para o controle de biofilmes bacterianos (OLIVEIRA;

BRUGNERA; PICCOLI, 2013). Os óleos essenciais (OEs), metabólitos secundários de plantas, geralmente reconhecidos como seguros (GRAS) para consumo por animais e seres humanos (SHAH; DAVIDSON; ZHONG, 2012), são alternativas promissoras a desinfetantes químicos contra bactérias transmitidas por alimentos.

Os óleos essenciais são compostos líquidos, complexos, bioativos, voláteis, com odor e cor característicos, presentes em todos os órgãos de plantas, como brotos, flores, folhas, caules, galhos, sementes, frutos e cascas, sendo formados principalmente por classes de ésteres de ácidos graxos, mono e sesquiterpenos, terpenos, fenilpropanonas e álcoois aldeidados (SANTOS *et al.*, 2009). Estudos demonstram que aproximadamente 60% dos óleos essenciais possuem propriedades antifúngicas e 35% têm atividade antibacteriana (BHAVANANI; BALLOW, 1992).

Tendo em vista a busca por sanitizantes com menor toxicidade e o crescente interesse pelos óleos essenciais como uma alternativa natural, a proposta deste estudo foi realizar uma revisão de literatura acerca do potencial desses compostos como sanitizante em indústrias de alimentos, com base em publicações científicas disponíveis.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Realizar um levantamento, através de uma revisão de literatura, sobre a aplicação de óleos essenciais como sanitizantes na indústria de alimentos.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Destacar as vantagens dos óleos essenciais como alternativa natural aos sanitizantes convencionalmente utilizados em indústrias de alimentos;
- Conhecer as fontes de óleos essenciais que estão sendo estudadas para aplicação como sanitizante;
- Conhecer a eficácia dos óleos essenciais, no que se refere ao seu efeito sanitizante, a partir dos estudos encontrados.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A limpeza e a sanitização na indústria de alimentos visam sobretudo a preservação da pureza e da qualidade microbiológica dos alimentos, contribuindo para a obtenção de um produto que, além das qualidades nutricionais e sensoriais, tenha bom estado higienicossanitário, não oferecendo riscos à saúde do consumidor.

A utilização de sanitizantes convencionais traz algumas preocupações quanto aos aspectos ambientais e a possibilidade de formação de compostos prejudiciais, decorrentes da reação de alguns agentes sanitizantes com a matéria orgânica presente no alimento. Desse modo, a busca por estratégias mais ecológicas e seguras para o consumidor tem motivado a realização de estudos voltados para a aplicação de óleos essenciais como alternativas aos sanitizantes convencionais.

Nesse sentido, com o intuito de discutir a eficácia da ação sanitizante promovida pelos óleos essenciais, voltada para aplicação em indústria de alimentos, buscou-se realizar um levantamento bibliográfico acerca da investigação das propriedades antimicrobianas desses compostos, promissores de atender as necessidades por qualidade e satisfazer a demanda do mercado por produtos naturais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 HIGIENIZAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Na natureza, os micro-organismos podem ser encontrados em duas formas: no estado planctônico, ou seja, livres, ou em biofilmes. Os biofilmes podem ser definidos como uma comunidade de micro-organismos aderidos a uma superfície, produzindo polímeros extracelulares (que formam uma matriz que envolve as células) e interagindo uns com os outros (LINDSAY; VON HOLY, 2006).

Os biofilmes podem ser desenvolvidos por vários tipos de micro-organismos deteriorantes ou patogênicos, de acordo com o tipo de produto processado e em diferentes tipos de superfícies, como aço inoxidável e borracha, materiais geralmente utilizados nos equipamentos industriais. As bactérias em biofilmes possuem fisiologia distinta de células livres e, além de se tornarem altamente resistentes aos processos de limpeza e sanitização, podem causar outros problemas, como obstruir tubulações, atrasar o tempo de processamento nas plantas e iniciar a corrosão de equipamentos (FAILLE *et al.*, 2002; PARKAR; FLINT; BROOKS, 2004). Deste modo, os micro-organismos em biofilmes podem permanecer aderidos por longos tempos mesmo após as práticas de higienização, representando uma fonte de contaminação para os alimentos, afetando a qualidade e segurança do produto final (ROSSI; PORTO, 2009).

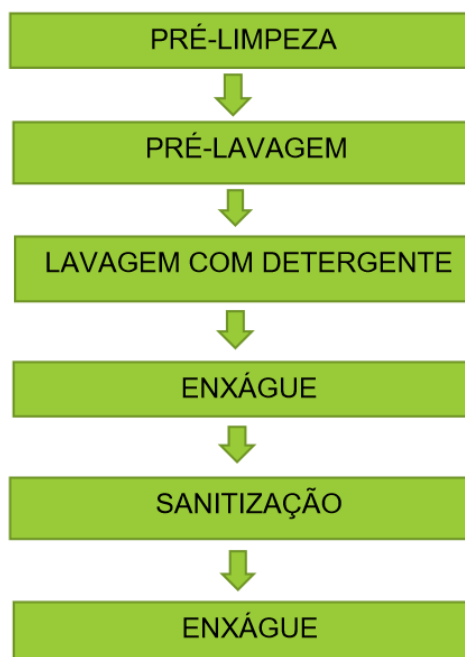
Práticas de limpeza mal conduzidas podem provocar grandes consequências, como a transmissão de doenças, além de danos econômicos e perda de confiança por parte do fabricante (LINDSAY; VON HOLY, 2006). Dessa forma, a higienização adequada de equipamentos e utensílios é de grande importância para reduzir os riscos de toxinfecções alimentares, pois a aderência de resíduos orgânicos somada ao tempo e temperaturas críticas que proporcionam a multiplicação de micro-organismos são fatores relacionados à contaminação dos alimentos (GUIMARÃES; FERREIRA; SOARES, 2018).

A higienização tem como objetivo preservar a qualidade microbiológica do alimento, através do controle e prevenção da formação de biofilmes, de maneira a se obter um produto que além das propriedades nutricionais e sensoriais, possua boa condição higienicossanitária, não oferecendo risco para a qualidade e segurança do produto (ANDRADE; MACEDO, 1996).

A higienização é uma operação que engloba a limpeza e a sanitização do estabelecimento, das instalações, equipamentos e utensílios. A limpeza consiste na remoção de substâncias orgânicas e/ou minerais, como terra, poeira, gordura e outras sujidades indesejáveis à qualidade do alimento, enquanto a sanitização é o procedimento de redução (através de agentes químicos ou físicos) do número de micro-organismos aderidos às instalações, maquinários e utensílios, em um nível que não resulte na contaminação do alimento (níveis toleráveis). Já o termo desinfecção refere-se à eliminação de micro-organismos, através de agentes químicos ou físicos (GERMANO; GERMANO, 2001; HOFFMANN, 2002).

De acordo com as etapas do processo de higienização, superfície ou alimento higienizado é aquele onde houver, obrigatoriamente, um processo de limpeza seguido de um processo de desinfecção ou sanitização (GERMANO; GERMANO, 2001; HOFFMANN, 2002). Segundo Rutala e Weber (2004), as superfícies limpas e desinfetadas conseguem reduzir em cerca de 99% o número de micro-organismos, enquanto as superfícies que foram apenas limpas os reduzem em 80%. A Figura 1 descreve o fluxograma do procedimento de higienização de equipamentos e utensílios.

Figura 1 – Etapas do procedimento de higienização de equipamentos e utensílios.



Fonte: autora (2022).



A pré-limpeza constitui a primeira etapa do procedimento, sendo realizada quando necessário, para remoção dos resíduos grosseiros, podendo ser feita, por exemplo, por meio de raspagem ou aspiração. A etapa de pré-lavagem (ou pré-enxágue), por sua vez, tem como objetivo umedecer a superfície, preparando-a para a aplicação do detergente (KUAYE, 2017). Nessa etapa são removidos cerca de 90 % dos resíduos solúveis em água, recomendando-se que esta esteja numa temperatura adequada (em torno de 40 °C), pois, quando fria, causa a solidificação de gordura e, enquanto quente, pode provocar a desnaturação de proteína (KUAYE, 2017; ANDRADE, 2008).

Na etapa de lavagem, realizam-se a remoção de resíduos orgânicos, como proteínas e gorduras, com o uso de agentes alcalinos, quando possível, a cerca de 80 °C, e a remoção de sais minerais, com o uso de agentes ácidos, quando possível, a 70 °C (KUAYE, 2017; ANDRADE, 2008). As limpezas alcalina e ácida são intercaladas por enxágue intermediário (KUAYE, 2017).

Após a lavagem com detergente, procede-se ao enxágue, a fim de remover os resíduos reagidos com os detergentes. Essa etapa antecede a sanitização, que consiste na aplicação de agentes químicos ou físicos para controlar os micro-organismos. O último enxágue visa remover os resíduos de sanitizante, sendo dispensável em algumas situações, como na sanitização por agente físico ou quando o agente químico não deixar resíduos nas superfícies (KUAYE, 2017; ANDRADE, 2008).

## 2.2 PRINCIPAIS SANITIZANTES QUÍMICOS UTILIZADOS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

A sanitização consiste na utilização de produtos com ação antimicrobiana com a finalidade de eliminar micro-organismos, cujo objetivo é reduzir células viáveis restantes na superfície após a limpeza e evitar o crescimento microbiano na superfície antes de reiniciar a produção. O produto sanitizante deve ser eficaz, seguro, de fácil manipulação e facilmente removido das superfícies, sem deixar resíduos que poderiam prejudicar a saúde e as propriedades sensoriais dos produtos finais (SIMÕES; SIMÕES; VIEIRA, 2010).

De acordo com Kuaye (2017), um sanitizante químico ideal deve apresentar as seguintes características: ser aprovado para aplicação em superfícies de contato com

alimentos, ter amplo espectro de atividade, destruir micro-organismos rapidamente, ser estável em diversas condições de estocagem e aplicação, ser facilmente solúvel e ter alguma propriedade de detergência, apresentar baixa toxicidade e corrosividade e ter baixo custo.

Os sanitizantes possuem ação bacteriostática que atuam na eliminação de contaminantes microbiológicos, podendo ter como princípio ativo o hipoclorito de sódio, ácido peracético, compostos iodados, amoníacos ou clorados (FRIEDRICZEWSKI *et al.*, 2018).

Os sanitizantes constituídos de ácido peracético possuem um amplo espectro, apresentando ação bactericida, esporicida e viricida; podem ser aplicados em superfícies de aço inox, plásticos, borrachas e metais (se diluídos); e em temperaturas elevadas, decompõem-se rapidamente. Quando concentrados, são corrosivos para metais e aço inox inferiores e provocam irritação e/ou queimaduras na pele. Também podem transmitir odores indesejáveis na área aplicada. O ácido peracético (PAA) age desnaturando proteínas e enzimas, gerando aumento da permeabilidade da parede celular pela ruptura das pontes sulfúricas e sulfidrilas (SILVA; DUTRA; CADINA, 2010; MALHEIROS *et al.*, 2009).

Os sanitizantes à base de compostos de iodo, por sua vez, apresentam ação bactericida, esporicida, viricida e fungicida, apresentando um amplo espectro, embora sejam pouco eficazes para esporos bacterianos; podem ser utilizados sobre superfície de aço inox, piso, paredes, superfícies de contato com alimentos e para desinfecção das mãos. No entanto, podem transmitir sabores e odores indesejáveis aos alimentos. São considerados pouco tóxicos quando utilizados dentro das recomendações indicadas, porém podem ser irritantes para pele quando o uso não for adequado. Apresentam amplo espectro de ação sobre fungos, vírus, formas vegetativas e alguns esporos de bactérias, na dependência da concentração utilizada (SILVA; DUTRA; CADINA, 2010; NASCIF JÚNIOR, 2005).

Os sanitizantes à base de peróxido de hidrogênio são eficazes na ação bactericida e viricida, sendo bons esporicidas em concentração elevada e à alta temperatura; em temperatura ambiente, é um produto estável. Podem ser aplicados em qualquer superfície de contato e ambiente de trabalho. É transparente, possui odor característico, não é inflamável e é miscível em água. O peróxido de hidrogênio possui várias aplicações, como controle de odores e corrosão, eliminação de compostos residuais, oxidação de poluentes e pesticidas e desinfecção. A substância por si só

não é explosiva, mas quando reage com matéria orgânica pode resultar em produtos explosivos, devido à rápida liberação de oxigênio (SILVA; DUTRA; CADINA, 2010; PERUCCI; RODRIGUES; SILVA, 2017).

Com relação aos sanitizantes à base de compostos de amônia quaternária, estes apresentam eficaz ação bactericida, esporicida, viricida e fungicida, sendo indicados para utilização sobre superfície de aço inox, metais, piso, paredes, PVC (todo tipo de material) e superfícies de contato com alimento. Mas sua capacidade de destruir microbactérias, vírus e esporos bacterianos é limitada, pois pode variar em função das diferentes formulações do produto, concentração, condições de uso e tempo de exposição (SILVA; DUTRA; CADINA, 2010; BARBOSA, 2020).

No que se refere aos sanitizantes à base de compostos de cloro, bastante conhecidos e empregados, dos quais o hipoclorito é o mais utilizado, os mesmos caracterizam-se por possuir um amplo espectro, sendo eficazes na ação bactericida, esporicida, viricida e fungicida; apresentam redução da eficiência de sua ação quando submetido a altas temperaturas; podem ser utilizados sobre piso, paredes e superfícies de contato com alimentos. O cloro, como biocida, é uma excelente aplicação, devido à sua capacidade de destruir membranas de células bacterianas e a habilidade de destruir enzimas e proteínas de organismos mais complexos. Por outro lado, é corrosivo, principalmente na forma de vapor; pode transmitir sabores e odores indesejáveis na área aplicada; e proporciona irritabilidade para olhos e pele, quando aplicado concentrado (SILVA; DUTRA; CADINA, 2010; WHITE, 2010).

Os sanitizantes químicos tradicionais utilizados na indústria de alimentos apresentam, como desvantagem, o possível desenvolvimento de resistência e adaptação bacteriana, interferindo na eficiência bactericida mínima destes. Além disso, a preparação de soluções sanitizantes, que se encontram concentradas, inicialmente, envolve riscos ocupacionais para os manipuladores (ISSA-ZACHARIA *et al.*, 2010).

### 2.3 ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos essenciais, também conhecidos como óleos voláteis ou etéreos, são compostos naturais, voláteis e complexos, oriundos do metabolismo secundário de plantas aromáticas. Por isso, apresentam intenso odor e podem ser obtidos de folhas,

flores e frutos, sendo utilizados em medicamentos e/ou alimentos (SILVA-SANTOS *et al.*, 2006).

Há mais de seis mil anos, as propriedades medicinais dos óleos essenciais já eram conhecidas pelos egípcios, mas somente a partir da Idade Média, com a descoberta de suas propriedades antimicrobianas, passaram a ser extraídos e comercializados pelos Árabes, que teriam sido os primeiros a desenvolverem métodos como o arraste a vapor e a hidrodestilação, para obtenção destes compostos (BAKKALI *et al.*, 2008; LAVABRE, 1992; SANTOS *et al.*, 2009).

A extração de óleos essenciais pode ocorrer de diversas formas: a prensagem a frio, que é mais comum e pode ser utilizada para a extração de óleos de frutos cítricos; a turbo destilação, mais usada para se extrair o óleo de plantas cujos tecidos retêm a seiva de forma mais intensa; a enfleurage, utilizada na extração de óleos mais instáveis de pétalas de flores e que podem perder seus compostos aromáticos se extraídos por outros métodos; o uso de gás refrigerante, que utiliza uma substância química que tem afinidade com as moléculas constituintes do óleo essencial, agindo como solvente; e o uso de dióxido de carbono supercrítico, sob extrema pressão (200 atm) e temperatura mínima de 30 °C, para extração do óleo. Entretanto, a principal forma de extração é a hidro destilação, onde a matéria-prima vegetal é completamente mergulhada em água, sem que a temperatura ultrapasse os 100°C (BAKKALI *et al.*, 2008).

Além de apresentarem componentes que podem inibir ou eliminar a presença de micro-organismos (LANG; BUCHBAUER, 2012), os óleos essenciais podem apresentar atividade antioxidante que auxilia na eliminação dos radicais livres no nosso organismo (OLIVEIRA *et al.*, 2009a).

Os componentes dos óleos essenciais incluem essencialmente dois grupos de origem biosintética distinta. O grupo principal é composto pelos terpenos e o outro por fenilpropanoides (CROTEAU; KUTCHAN; LEWIS, 2000; BOWLES, 2004; BAKKALI *et al.*, 2008). Essas substâncias têm sido amplamente estudadas, principalmente os óleos essenciais de matérias-primas vegetais, como por exemplo de frutas, que apresentam alguma atividade antimicrobiana e/ou antioxidante (NEDOVIC *et al.*, 2011). Óleos essenciais de plantas apresentam uma atividade antimicrobiana contra um grande número de bactérias incluindo espécies resistentes a antibióticos. Eles podem apresentar ação tanto contra bactérias Gram-positivas quanto Gram-negativas (BERTINI *et al.*, 2005).

A eficácia de atuação das substâncias ativas sobre os micro-organismos e sobre os radicais livres pode ser influenciada por condições ambientais de temperatura, luz e oxigênio, para isto, a microencapsulação de óleo essencial é uma alternativa que protege os compostos destes efeitos, além de promover uma liberação controlada do composto ativo em locais específicos (NEDOVIC *et al.*, 2011). Segundo Bertini *et al.* (2005), a composição química de óleos essenciais depende do clima, da estação do ano, condições geográficas, período de colheita e a técnica de destilação.

A atividade antibacteriana dos óleos essenciais é uma característica importante destes compostos que já foi relatada *in vitro* inúmeras vezes (OUSSALAH *et al.*, 2007; TRAJANO *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2011). Assim, devido ao chamado “consumismo verde”, caracterizado pelo apelo por parte dos consumidores para redução da utilização de conservantes químicos, e a necessidade de desenvolvimento de novos antimicrobianos visando sanar o problema de resistência as alternativas convencionais, estudos vêm sendo realizados sobre o emprego de óleos essenciais no controle microbiano em alimentos (SOLOMAKOS *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2009).

São reconhecidos como seguros pela Food and Drug Administration (FDA), para uso como conservantes em alimentos, os óleos essenciais de manjerição (*Ocimum basilicum*), bergamota (*Citrus bergamia*), pimenta preta (*Piper nigrum*), cassia (*Cinnamomum cassia*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*), sálvia (*Salvia sclarea*), cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata*), coentro (*Coriandrum sativum*), cominho (*Cuminum cyminum*), erva-doce (*Foeniculum vulgare*), gerânio (*Pelargonium graveolens*), gengibre (*Zingiber officinale*), toranja (*Citrus paradisi*), baga de zimbro (*Juniperus communis*), limão (*Citrus limon*), erva-cidreira (*Cymbopogon flexuosus*), cal (*Citrus aurantifolia*), manjerona (*Origanum majorana*), melissa (*Melissa officinalis*), orégano (*Origanum vulgare*), hortelã-pimenta (*Mentha piperita*), laranja azeda (*Citrus aurantium*), camomila romana (*Anthemis nobilis*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), hortelã (*Mentha spicata*), tangerina (*Citrus reticulata*), tomilho (*Thymus vulgaris*), laranja selvagem (*Citrus sinensis*) e Ylang Ylang (*Cananga odorata*) (FOOD SAFETY BRAZIL, 2019).

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido a partir de uma revisão de literatura acerca da utilização de óleos essenciais como sanitizantes na indústria alimentícia, através de pesquisa de publicações técnico-científicas, tais como periódicos, trabalhos acadêmicos e documentos oficiais de órgãos e instituições nacionais e internacionais, disponíveis na plataforma do Google Acadêmico, Science.gov e no Portal de Periódicos Capes. O período de busca nas plataformas teve início em maio de 2021 e se estendeu até janeiro de 2022.

Os termos utilizados na busca foram “óleos essenciais”, “higienização na indústria de alimentos”, “sanitizantes naturais”, “desinfecção na indústria” e “controle de biofilmes por óleos essenciais”. Após a leitura do material encontrado, foram selecionados aqueles que se relacionavam com os aspectos estabelecidos nos objetivos deste trabalho.

Para contextualizar o tema abordado, buscou-se apresentar, inicialmente, uma abordagem geral sobre a importância da higienização e os principais agentes sanitizantes empregados na indústria de alimentos, além de uma descrição acerca das principais características dos óleos essenciais. Posteriormente, foram destacados os estudos relacionados aos óleos essenciais e sua capacidade antimicrobiana em superfícies de alimentos e de materiais utilizados para utensílios e equipamentos industriais. Dessa forma, as informações encontradas foram compiladas para estruturação do tópico “Resultados e discussão” contemplando os itens “Efeito sanitizante de óleos essenciais” e “Concentração inibitória mínima (CIM) e concentração bactericida mínima (CBM) de óleos essenciais”.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção foi desenvolvida com base nos resultados de 12 (doze) trabalhos publicados entre 2010 e 2020, sendo que alguns deles utilizaram apenas um tipo de óleo essencial, e outros utilizaram dois ou até três tipos. O Quadro 1 apresenta as fontes de óleos essenciais estudadas pelos autores das publicações cujos resultados serão apresentados neste trabalho.

Dentre os doze tipos de óleos essenciais apresentados nos estudos aqui revisados, os mais utilizados foram capim-limão (5 publicações), cravo-da-índia (3 publicações), tomilho (3 publicações), alecrim-pimenta (2 publicações) e manjerição (2 publicações). Os óleos essenciais de alecrim, canela, erva-cidreira, louro, hortelã-pimenta, manjerona e de casca de laranja foram utilizados em uma publicação, conforme indicado no Quadro 1.

Quadro 1 – Óleos essenciais estudados para aplicação como sanitizantes.

| ÓLEO ESSENCIAL   | OBTENÇÃO  | REFERÊNCIAS                      |
|------------------|-----------|----------------------------------|
| Alecrim          | Comercial | ROCHA <i>et al.</i> , 2014       |
| Alecrim-pimenta  | *         | KLASSMANN; MELLO; FRACASSI, 2019 |
|                  | Comercial | MACHADO <i>et al.</i> , 2020     |
| Canela           | Extração  | BERALDO <i>et al.</i> , 2013     |
| Capim-limão      | Comercial | MACHADO <i>et al.</i> , 2020     |
|                  | Extração  | MILLEZI <i>et al.</i> , 2010     |
|                  | Extração  | MILLEZI <i>et al.</i> , 2012     |
|                  | *         | PENNO <i>et al.</i> , 2014       |
|                  | Extração  | VALERIANO, 2010                  |
| Cravo-da-índia   | Extração  | BERALDO <i>et al.</i> , 2013     |
|                  | *         | KLASSMANN; MELLO; FRACASSI, 2019 |
|                  | Comercial | OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2020    |
| Casca de laranja | Extração  | HEBERLE <i>et al.</i> , 2016     |
| Erva-cidreira    | Extração  | AQUINO <i>et al.</i> , 2010      |
| Hortelã-pimenta  | Extração  | VALERIANO, 2010                  |
| Louro            | Extração  | MILLEZI <i>et al.</i> , 2012     |
| Manjerição       | Extração  | AQUINO <i>et al.</i> , 2010      |
|                  | Extração  | VALERIANO, 2010                  |
| Manjerona        | Extração  | VALERIANO, 2010                  |
| Tomilho          | Extração  | MILLEZI <i>et al.</i> , 2010     |
|                  | Extração  | MILLEZI <i>et al.</i> , 2012     |
|                  | Comercial | VELOSO <i>et al.</i> , 2019      |

Fonte: autora (2022).

(\*): não informado.

A forma de obtenção dos óleos essenciais variou entre os trabalhos avaliados, sendo que em 6 (seis) deles os autores realizaram a extração dos óleos essenciais utilizados e em 4 (quatro) estudos foram utilizados óleos essenciais comerciais.

Nos tópicos 4.1 e 4.2 são destacados os resultados dos trabalhos mencionados acima, abordando-se inicialmente os resultados gerais referentes à ação dos óleos essenciais sobre os micro-organismos e, em seguida, foi dada ênfase às CIM e CBM determinadas nos trabalhos aqui relatados. Dentre as doze publicações avaliadas, no item 4.2 foram contemplados os artigos científicos e trabalhos publicados em eventos, nos quais foi determinada a CIM e/ou CBM frente a células microbianas livres. Acrescenta-se que não foi incluído um trabalho que testou diferentes cepas de micro-organismos variados.

#### 4.1 EFEITO SANITIZANTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS

A sensibilidade de um micro-organismo a um determinado agente pode ser avaliada pela determinação da concentração inibitória mínima (CIM), que representa a menor quantidade do agente capaz de inibir o crescimento microbiano, via técnicas como a diluição em placas ou microdiluição em tubos (OLIVEIRA *et al.*, 2009b; CLSI, 2012). Os óleos essenciais apresentam boa atividade antimicrobiana quando sua CIM é inferior a 100 mg/mL (MENEZES *et al.*, 2009). A determinação da concentração bactericida mínima (CBM), por sua vez, se refere à menor concentração capaz de causar a morte do micro-organismo (POZZO *et al.*, 2011).

Beraldo *et al.* (2013) determinaram a CIM dos óleos essenciais (OE) de cravo-da-índia e canela contra bactérias Gram-positivas (*Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*) e Gram-negativas (*Escherichia coli* e *Salmonella* sp.), a fim de compará-la com a CIM do hipoclorito de sódio. Os autores determinaram também a CBM dos OE para *Listeria monocytogenes*. Os OE testados mostraram-se mais eficientes que o hipoclorito de sódio, na inibição das bactérias em estudo, e os resultados demonstraram a possibilidade do uso dos OE, principalmente o de canela, como princípios ativos de sanitizantes.

Em estudo realizado por Rocha *et al.* (2014), foram determinadas as CIM e as CBM do óleo essencial de alecrim sobre as cepas padrões de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella choleraesuis* e *Pseudomonas aeruginosa*. Foi avaliada também a ação antibacteriana de soluções do OE (formuladas com base nos valores



encontrados nas CBM) sobre esses micro-organismos aderidos em superfície de polipropileno utilizada para corte de alimentos, após 20 e 40 minutos de contato com as soluções sanitizantes. Para *E. coli*, *S. choleraesuis* e *P. aeruginosa*, o tempo de 20 minutos de contato foi suficiente para a remoção total das células aderidas, e para *S. aureus* houve redução significativa para ambos os períodos avaliados. Os autores concluíram que o OE de alecrim pode ser considerado como alternativa natural para realizar o controle de bactérias patogênicas e contaminantes na indústria de alimentos.

Penno *et al.* (2014), ao avaliarem a capacidade sanificante do óleo essencial de *Cymbopogon flexuosus* (capim-limão), para eliminar os biofilmes simples formados pela bactéria patogênica *Pseudomonas aeruginosa*, conseguiram bons resultados, os quais evidenciaram que o óleo essencial é capaz de diminuir o biofilme, comprovando a boa eficiência desse óleo como sanificante. Em outro estudo, foi possível verificar que as soluções detergentes sanificantes dos óleos essenciais de *Thymus vulgaris* (tomilho) e *Cymbopogon citratus* (capim-limão) apresentaram boa capacidade redutora de biofilme formado por *Aeromonas hydrophila* a 40°C (MILLEZI *et al.*, 2010).

Em pesquisa realizada por Oliveira *et al.* (2020), foi utilizado óleo essencial de cravo-da-índia em ovos férteis como substituto do paraformaldeído, para reduzir o crescimento de micro-organismos. A contagem total de bactérias aeróbias mesófilas em ovos pulverizados com o óleo essencial foi significativamente menor que nos ovos não sanitizados ou aspergidos com álcool de cereal. No entanto, a contagem microbiana nos ovos tratados com o óleo essencial, bem como a eclodibilidade (relação entre os pintos nascidos e o total de ovos férteis incubados), não diferiu significativamente dos resultados obtidos para os ovos tratados com paraformaldeído. Por outro lado, o óleo essencial de cravo, em comparação aos outros tratamentos, apresentou um bom resultado quanto à qualidade física dos pintinhos. Os autores concluíram que o óleo essencial de cravo é eficaz e seguro para uso em ovos destinados à incubação, sendo seu uso recomendado como uma alternativa ao paraformaldeído na higienização de ovos férteis.

Millezi *et al.* (2012) determinaram a CIM dos óleos essenciais *Thymus vulgaris* (tomilho), *Cymbopogon citratus* (capim-limão) e *Laurus nobilis* (louro) contra cinco bactérias veiculadas por alimentos (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica* Enteritidis e *Pseudomonas aeruginosa*). Os óleos essenciais foram utilizados nas concentrações de 0,5, 1,5, 2,5, 5, 10, 15, 25 e

50%. Foi verificado que o óleo essencial de capim-limão demonstrou atividade bacteriana em todas as concentrações testadas e sobre todas as bactérias. Os óleos essenciais de tomilho e de louro apresentaram menor atividade antibacteriana, com exceção para a *E.coli*, em que o óleo de louro foi o que apresentou maior halo de inibição. As bactérias Gram-negativas foram as que apresentaram maior resistência aos óleos essenciais testados, sendo que contra as bactérias Gram-positivas, o óleo essencial de tomilho foi o mais efetivo.

Veloso *et al.* (2019) avaliaram a atividade antimicrobiana *in vitro* do óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris*) e sua aplicação na sanitização de rúcula (*Eruca sativa*) minimamente processada, visando ao aumento da segurança e da vida útil desta hortaliça. Foram determinadas a CIM e a CBM frente a diferentes espécies bacterianas de importância em alimentos (*Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Salmonella typhimurium*). Nos testes *in vitro*, o óleo essencial de tomilho demonstrou forte atividade antimicrobiana frente a todas as espécies testadas, com valores de CIM que variaram de 0,075 mg/mL a 0,62 mg/mL. Ao avaliar o efeito do óleo essencial de tomilho sobre *E.coli* inoculada em rúcula minimamente processada, os autores observaram que, embora o óleo essencial (0,2%) e o hipoclorito de sódio (120 ppm de cloro ativo) não tenham eliminado o micro-organismo nem reduzido a contaminação inicial, a taxa de crescimento microbiano foi menor nas amostras de rúcula sanitizadas com a solução à base de óleo essencial, comparada com as taxas de crescimento nas amostras sanitizadas com hipoclorito de sódio e no tratamento controle (imersão em água). Os autores concluíram que o óleo essencial de tomilho pode apresentar um efeito positivo na extensão da vida de prateleira de rúcula minimamente processada, com a otimização da concentração e tempo de imersão durante a sanitização.

No estudo de Machado *et al.* (2020), foi verificada a eficácia de solução clorada (200 ppm) e de soluções de óleos essenciais de capim-limão (750 ppm) e alecrim-pimenta (1000 ppm) contra a microbiota natural da alface e o efeito dos tratamentos sobre as características sensoriais (aparência, sabor e cor) do vegetal. As soluções de cloro e do OE de capim-limão apresentaram eficácia equivalente sobre a redução de bactérias mesófilas na sanitização das amostras. Os níveis de micro-organismos aumentaram com o aumento do tempo de armazenamento, independentemente do sanitizante utilizado, sendo que as folhas de alface tratadas com as soluções de OE de capim-limão e OE de alecrim-pimenta apresentaram condições higiênicas

satisfatórias por um período maior (nove dias) do que as folhas de alface tratadas com a solução de cloro (sete dias), conforme os padrões microbiológicos vigentes. As folhas de alface tratadas com os óleos essenciais estudados foram aceitas de forma equiparada ao cloro apenas no tratamento com OE de capim-limão no atributo cor. No geral, a aceitação de OE como tratamento foi inferior ao cloro, refletindo uma baixa intenção de compra.

Klassmann, Mello e Fracassi (2019) avaliaram a atividade antimicrobiana de óleos essenciais de alecrim-pimenta e cravo-da-índia para aplicação como sanitizantes naturais frente a *Salmonella heidelberg*, *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus epidermidis*. Foram realizados testes de disco-difusão, células em suspensão, CIM e células aderidas. Os resultados mostraram que os óleos essenciais são compostos antimicrobianos com boa ação sanificante, tornando-se possível sua aplicação como sanitizantes naturais, uma vez que os halos de inibição apresentaram diâmetros superiores aos dos antimicrobianos atualmente utilizados; a CIM demonstrou que os óleos atuam, majoritariamente, de forma satisfatória e em menores concentrações que sanitizantes utilizados atualmente; e os óleos foram capazes de inibir 100% das células microbianas aderidas ao aço inox.

Valeriano (2010) avaliou a sensibilidade de células planctônicas de *Escherichia coli* enteropatogênica, *Salmonella enterica* Enteritidis, *Listeria monocytogenes* e *Enterobacter sakazaki* frente à ação de óleos essenciais de *Mentha piperita* (hortelã-pimenta), *Cymbopogon citratus* (capim-limão), *Ocimum basilicum* (manjeriço) e *Origanum majorana* (manjerona) e a sensibilidade de células sésseis de *Escherichia coli* enteropatogênica e *Salmonella enterica* Enteritidis aos dois primeiros óleos essenciais citados. Os óleos essenciais estudados apresentaram efeito bactericida variado sobre as espécies estudadas. Com relação à ação dos óleos essenciais de *Mentha piperita* e *Cymbopogon citratus* em células sésseis de *Escherichia coli* enteropatogênica e de *Salmonella enterica* Enteritidis, os mesmos apresentaram boa atividade antimicrobiana, sendo esta atividade mais efetiva após 20 minutos de tratamento, o que revelou que esses óleos podem ser uma alternativa para a sanitização de superfícies de aço inoxidável na indústria de alimentos.

Aquino *et al.* (2010) avaliaram a atividade antimicrobiana *in vitro* dos óleos essenciais de erva-cidreira e manjeriço, nas concentrações de 0,04 µg/mL, 0,09 µg/mL, 0,19 µg/mL, 0,39 µg/mL, 0,78 µg/mL, 1,56 µg/mL, 3,12 µg/mL, 6,25 µg/mL, 12,5 µg/mL e 25 µg/mL, frente a micro-organismos (*Escherichia coli*, *Staphylococcus*

*aureus* e *Salmonella* sp.) isolados de carnes bovinas provenientes de feiras livres. Foram determinadas a CIM e a CBM dos óleos essenciais frente aos micro-organismos testados. Os autores observaram que o óleo essencial de erva-cidreira apresentou maior efeito bacteriostático e bactericida frente às cepas de *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp., enquanto o óleo essencial de manjerição foi mais efetivo frente às cepas de *Escherichia coli*. Além disto, os óleos essenciais apresentaram atividade antimicrobiana em concentrações muito menores do que as obtidas por outros pesquisadores.

Em estudo realizado por Heberle *et al.* (2016), foi avaliado o efeito antimicrobiano de óleo essencial extraído da casca da laranja da variedade Valência, e determinadas a CIM e a CBM contra a atividade das bactérias *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella dysenteriae*, *Escherichia coli* e *Salmonella typhimurium*. O óleo essencial de laranja apresentou efeito antibacteriano mais eficaz sobre bactérias Gram-positivas, especialmente *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus*, e os menores valores de CIM e CBM foram observados também para esses dois micro-organismos, enquanto os maiores valores foram encontrados para a bactéria *S. dysenteriae*. Os autores concluíram que o óleo essencial de laranja pode ser utilizado na preservação de alimentos como um substituto natural dos conservantes sintéticos.

Os trabalhos aqui citados demonstraram a eficácia antimicrobiana dos óleos essenciais, provenientes de variadas fontes, sobre diferentes tipos de micro-organismos, tanto em testes *in vitro* como em superfícies de alimentos, ou ainda em biofilmes formados sobre materiais utilizados em utensílios e equipamentos para contato com alimentos. É importante destacar que, pelos resultados relatados no estudo de Machado *et al.* (2020), o efeito residual do óleo essencial pode ser considerado um fator limitante para sua aplicação em superfícies de alimentos.

#### 4.2 CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA (CIM) E CONCENTRAÇÃO BACTERICIDA MÍNIMA (CBM) DE ÓLEOS ESSENCIAIS

No Quadro 2 são apresentadas a CIM e a CBM de óleos essenciais determinadas nos trabalhos avaliados, em relação a diferentes espécies de micro-organismos.

Quadro 2 – Concentração inibitória mínima (CIM) e concentração bactericida mínima (CBM) de óleos essenciais, para diferentes espécies de micro-organismos.

| REFERÊNCIA                        | ÓLEO ESSENCIAL   | MICRO-ORGANISMOS                       | CIM                             | CBM     |
|-----------------------------------|------------------|----------------------------------------|---------------------------------|---------|
| BERALDO <i>et al.</i> (2013)      | Canela           | <i>Staphylococcus aureus</i>           | 0,04%                           | -       |
|                                   |                  | <i>Listeria monocytogenes</i>          | 0,04%                           | < 0,02% |
|                                   |                  | <i>Escherichia coli</i>                | < 0,02%                         | -       |
|                                   |                  | <i>Salmonella</i> sp.                  | < 0,02%                         | -       |
|                                   | Cravo-da-índia   | <i>Staphylococcus aureus</i>           | 0,06%                           | -       |
|                                   |                  | <i>Listeria monocytogenes</i>          | 0,08%                           | 0,18%   |
|                                   |                  | <i>Escherichia coli</i>                | 0,06%                           | -       |
|                                   |                  | <i>Salmonella</i> sp.                  | 0,04%                           | -       |
| ROCHA <i>et al.</i> (2014)        | Alecrim          | <i>Staphylococcus aureus</i>           | 0,75%                           | 1,5%    |
|                                   |                  | <i>Escherichia coli</i>                | 6%                              | 12%     |
|                                   |                  | <i>Salmonella choleraesuis</i>         | 6%                              | 12%     |
|                                   |                  | <i>Pseudomonas aeruginosa</i>          | 24 %                            | 96%     |
| MILLEZI <i>et al.</i> (2012)      | Tomilho          | <i>Staphylococcus aureus</i>           | 0,5%                            | -       |
|                                   |                  | <i>Escherichia coli</i>                | 50%                             | -       |
|                                   |                  | <i>Listeria monocytogenes</i>          | 0,5%                            | -       |
|                                   |                  | <i>Salmonella</i> entérica Enteritidis | 10%                             | -       |
|                                   |                  | <i>Pseudomonas aeruginosa</i>          | 5%                              | -       |
|                                   | Capim-limão      | <i>Staphylococcus aureus</i>           | 0,5%                            | -       |
|                                   |                  | <i>Escherichia coli</i>                | 0,5%                            | -       |
|                                   |                  | <i>Listeria monocytogenes</i>          | 0,5%                            | -       |
|                                   |                  | <i>Salmonella</i> entérica Enteritidis | 0,5%                            | -       |
|                                   |                  | <i>Pseudomonas aeruginosa</i>          | 0,5%                            | -       |
|                                   | Louro            | <i>Staphylococcus aureus</i>           | 50%                             | -       |
|                                   |                  | <i>Escherichia coli</i>                | 0,5%                            | -       |
|                                   |                  | <i>Listeria monocytogenes</i>          | 5%                              | -       |
|                                   |                  | <i>Salmonella</i> entérica Enteritidis | 1,5%                            | -       |
|                                   |                  | <i>Pseudomonas aeruginosa</i>          | 15%                             | -       |
| VELOSO <i>et al.</i> (2019)       | Tomilho          | <i>Bacillus cereus</i>                 | 0,0075%                         | 0,125%  |
|                                   |                  | <i>Listeria monocytogenes</i>          | 0,062%                          | 0,125%  |
|                                   |                  | <i>Staphylococcus aureus</i>           | 0,062%                          | 0,062%  |
|                                   |                  | <i>Escherichia coli</i>                | 0,0075%                         | 0,125%  |
|                                   |                  | <i>Salmonella typhimurium</i>          | 0,062%                          | 0,062%  |
| KLASSMANN; MELLO; FRACASSI (2019) | Alecrim-pimenta  | <i>Salmonella Heidelberg</i>           | ~ 0,047%                        | -       |
|                                   |                  | <i>Staphylococcus aureus</i>           | ~ 0,047%                        | -       |
|                                   |                  | <i>Staphylococcus epidermidis</i>      | ~ 0,094%                        | -       |
|                                   | Cravo-da-índia   | <i>Salmonella Heidelberg</i>           | ~ 0,047%                        | -       |
|                                   |                  | <i>Staphylococcus aureus</i>           | ~ 0,141%                        | -       |
|                                   |                  | <i>Staphylococcus epidermidis</i>      | ~ 0,047%                        | -       |
| HEBERLE <i>et al.</i> (2016)      | Casca da laranja | <i>Listeria monocytogenes</i>          | 0,26%                           | 0,521%  |
|                                   |                  | <i>Staphylococcus aureus</i>           | 0,26%                           | 0,521%  |
|                                   |                  | <i>Bacillus cereus</i>                 | 0,521%                          | 0,521%  |
|                                   |                  | <i>Pseudomonas aeruginosa</i>          | 1,042%                          | 2,083%  |
|                                   |                  | <i>Shigella dysenteriae</i>            | 4,167%                          | 4,167%  |
|                                   |                  | <i>Escherichia coli</i>                | Não houve efeito antimicrobiano |         |
|                                   |                  | <i>Salmonella typhimurium</i>          |                                 |         |

Fonte: autora (2022).

(~): valor aproximado.

Para realizar a comparação entre as CIM e também entre as CBM encontradas nos estudos utilizados neste trabalho, inicialmente, fez-se necessário fazer a

conversão de algumas unidades de concentração de  $\mu\text{L/mL}$  para % ( $\text{mL}/100\text{ mL}$ ) nos estudos de Rocha *et al.* (2014) e Heberle *et al.* (2016), de  $\text{mg/mL}$  para % ( $\text{g}/100\text{ mL}$ ) no estudo de Veloso *et al.* (2019), e de ppm para % no trabalho de Klassmann, Mello e Fracassi (2020). Após padronizar as unidades de CIM e CBM, todas inseridas em % no Quadro 2, foram comparadas as concentrações inibitórias mínimas encontradas para um mesmo tipo de micro-organismo, com o mesmo óleo essencial.

Para o *Staphylococcus aureus*, ao avaliarem o efeito do óleo essencial de tomilho, Millezi *et al.* (2012) e Veloso *et al.* (2019) observaram CIM de 0,5% e 0,062%, respectivamente. Ao estudarem o efeito de óleo essencial de cravo-da-índia frente a *Staphylococcus aureus*, Beraldo *et al.* (2013) e Klassmann, Mello e Fracassi (2019) encontraram valores de CIM correspondentes a 0,06 % e 0,14 %, respectivamente.

Para *Listeria monocytogenes*, nos estudos de Millezi *et al.* (2012) e Veloso *et al.* (2019), com o óleo essencial de tomilho, os valores de CIM encontrados foram de 0,5% e 0,062%, respectivamente.

Vale ressaltar que as concentrações testadas por Millezi *et al.* (2012) foram de 0,5, 1,5, 2,5, 5, 10, 15, 25 e 50 % e as concentrações testadas por Veloso *et al.* (2019) variaram de 0,075  $\text{mg/mL}$  (0,0075%) a 10  $\text{mg/mL}$  (1%). Ou seja, o valor de 0,5 %, superior à CIM de 0,062%, foi a menor concentração testada por Millezi *et al.* (2012).

Para o micro-organismo *E. coli*, por sua vez, nos estudos de Millezi *et al.* (2012) e Veloso *et al.* (2019) foram observados valores de CIM bem diferentes, correspondentes a 50 % e 0,0075 %, respectivamente, ao utilizarem óleo essencial de tomilho. Dessa forma, pode-se afirmar que no primeiro estudo o óleo essencial não apresentou efeito satisfatório, uma vez que, segundo Menezes *et al.* (2009), os óleos essenciais apresentam boa atividade antimicrobiana quando sua CIM é inferior a 100  $\text{mg/mL}$  (o que equivale a 10 %).

No entanto, é importante ressaltar que o efeito dos óleos essenciais sobre os micro-organismos pode ser influenciado por diversos fatores, tais como a linhagem e o estágio de crescimento do micro-organismo, bem como a variação na composição química entre os óleos utilizados. De acordo com Millezi *et al.* (2012), as CIM variam de acordo com o óleo utilizado, dos compostos majoritários e da fisiologia da bactéria em estudo.

De modo geral, a partir dos estudos abordados neste trabalho, pode-se afirmar que os óleos essenciais são eficientes para utilização como sanitizantes, concordando com Klassmann, Mello e Fracassi (2019) que, ao considerarem as CIM dos óleos

essenciais, afirmaram que os óleos atuam de forma satisfatória e, majoritariamente, em menores concentrações em relação aos sanitizantes comerciais.

No que se refere à CBM, para o *Staphylococcus aureus* foram encontrados valores de 1,5 % (ROCHA *et al.*, 2014), 0,062 % (VELOSO *et al.*, 2019) e 0,521 % (HEBERLE *et al.*, 2016), utilizando-se óleos essenciais de alecrim, tomilho e casca de laranja, respectivamente. Para a *Listeria monocytogenes*, Beraldo *et al.* (2013) observaram CBM inferior a 0,02 % e equivalente a 0,18 %, com óleos essenciais de canela e cravo-da-índia, respectivamente, enquanto Veloso *et al.* (2019) encontraram 0,125 %, usando óleo de tomilho e Heberle *et al.* (2016) observaram 0,521 %, com óleo de casca de laranja. Para *E. Coli*, Rocha *et al.* (2014) determinaram CBM de 12 %, com óleo de alecrim e Veloso *et al.* (2019), de 0,125 %, com óleo de tomilho.

Na maioria dos trabalhos que determinaram as duas concentrações (CIM e CBM), pode-se observar que, para um mesmo micro-organismo, a partir do mesmo óleo essencial, o valor de CBM foi igual ou superior à CIM, com exceção da CBM encontrada para *Listeria monocytogenes* no estudo de Beraldo *et al.* (2013), usando-se óleo essencial de canela, em que o valor obtido foi equivalente à metade da CIM. Segundo os autores, não houve crescimento com a menor concentração utilizada do OE de canela, sendo então considerada a CBM menor que 0,2% para este óleo.

Beraldo *et al.* (2013) comentaram sobre a necessidade de aprimoramento do processo de obtenção dos óleos essenciais, para que ocorra redução no custo dos mesmos. Acrescentaram que, no entanto, ainda que possíveis sanitizantes à base de OE possam ter um custo maior que os sanitizantes tradicionais, é importante ressaltar que o OE de canela apresentou significativa CBM para *L. monocytogenes*, mesmo estando diluído em meio de cultura rico em compostos orgânicos, evidenciando promissora aplicação em ambientes propícios à formação de biofilmes, como no caso da indústria láctea.

Por fim, pode-se afirmar que o efeito bactericida dos óleos essenciais variou entre os seus diferentes tipos e entre os micro-organismos testados. Nos estudos contemplados no Quadro 2 foram testadas bactérias Gram-positivas (como *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus epidermidis*) e Gram-negativas (como *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Salmonella choleraesuis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella entérica Enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella Heidelberg*, *Staphylococcus epidermidis* e *Shigella dysenteriae*). A característica da parede celular foi um dos fatores que influenciaram na ação

bactericida dos óleos essenciais, e quanto a esse aspecto, os resultados variaram entre os trabalhos avaliados. Nos estudos de Millezi *et al.* (2012) e Heberle *et al.* (2016) foi observado que as bactérias Gram-negativas foram mais resistentes que as bactérias Gram-positivas frente aos óleos essenciais testados. Por sua vez, Beraldo *et al.* (2013) observaram que o OE de canela apresentou capacidade bactericida para bactérias Gram-negativas em concentrações menores que para as Gram-positivas, ressaltando que a diferença entre as concentrações encontradas, comparadas com as de outros estudos, poderia ser explicada pela variação na composição química entre os óleos extraídos.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esta revisão, constatou-se que os óleos essenciais são alternativas promissoras para o desenvolvimento de soluções naturais de desinfecção, a fim de diminuir os efeitos negativos que os sanitizantes químicos podem causar à saúde. Muitas pesquisas, além das apresentadas neste trabalho, mostram várias aplicações possíveis dessas substâncias (como conservantes, controle de fitopatógenos, aplicação como antibiótico no manejo animal, entre outras), por elas possuírem compostos que podem inibir os micro-organismos.

O interesse pelo uso de óleos essenciais por parte das indústrias alimentícias e também em outras áreas vem se expandindo cada vez mais, com várias possibilidades de uso trazendo benefícios para o meio ambiente e ao consumidor. Fatores como o alto custo dos óleos essenciais restringe sua aplicação e dificulta um investimento nessa área de pesquisa, sendo necessários também mais estudos voltados aos efeitos dos mesmos nas características sensoriais, quando são utilizados para sanitização das superfícies dos alimentos.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, N. J.; MACEDO, J. A. B. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. 182p.

ANDRADE, N. J. (ed.). **Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos**. São Paulo: Varela, 2008. p. 181-226.

ANDRADE, N. J.; PINTO, C. L. O.; ROSADO, M. S. Controle da higienização na indústria de alimentos. In: ANDRADE, N. J. (ed.). **Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos**. São Paulo: Varela, 2008. p. 181-226.

AQUINO, L. C. L.; SANTOS, G. G.; TRINDADE, R. C.; ALVES, J. A. B.; SANTOS, P. O.; ALVES, P. B.; BLANK, A. F.; CARVALHO, L. M. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de erva-cidreira e manjerição frente a bactérias de carnes bovinas. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 21, n. 4, p. 529-535, out./dez. 2010. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/1346/a5v21n4>>. Acesso em: 27 nov. 2021.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.

BARBOSA, F. B. **Pesquisa de genes de resistência aos compostos de amônia quaternária (QAC) em estirpes de *Escherichia coli* isoladas de aves comerciais**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10133/tde-07052021-081433/publico/Fernanda\\_Borges\\_Barbosa\\_original.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10133/tde-07052021-081433/publico/Fernanda_Borges_Barbosa_original.pdf)>. Acesso em: 12 nov. 2021.

BERALDO, C.; DANELUZZI, N. S.; SCANAVACCA, J.; DOYAMA, J. T.; FERNANDES JÚNIOR, A.; MORITZ, C. M. F. Eficiência de óleos essenciais de canela e cravo-da-índia como sanitizantes na indústria de alimentos. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 43, n. 4, 436-440, out./dez. 2013. Disponível em: <[BERTINI, L. M.; PEREIRA, A. F.; OLIVEIRA, C. L. L.; MENEZES, E. A.; MORAIS, S. M.; CUNHA F. A.; CAVALCANTI, E. S. B. Perfil de sensibilidade de bactérias frente a óleos essenciais de algumas plantas do nordeste do Brasil. \*\*Infarma\*\*, v. 17, n. 34, 2005. Disponível em: <<https://www.fatecmogidascruzes.com.br/pdf/animaTerra/edicao8/artigo1.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2021.](https://www.scielo.br/j/pat/a/qpd85XYJwWrnFmSt3DKpCXh/?lang=pt&format=pdf#:~:text=Os%20%C3%B3leos%20essenciais%20com%20atividade,como%20princ%C3%ADpios%20ativos%20de%20sanitizantes.&text=O%20OE%20de%20cravo%2Dda,0%2C08%25%20para%20L.>https://www.scielo.br/j/pat/a/qpd85XYJwWrnFmSt3DKpCXh/?lang=pt&format=pdf#:~:text=Os%20%C3%B3leos%20essenciais%20com%20atividade,como%20princ%C3%ADpios%20ativos%20de%20sanitizantes.&text=O%20OE%20de%20cravo%2Dda,0%2C08%25%20para%20L.></a>>. Acesso em: 11 jul. 2021.</p></div><div data-bbox=)

BHARGAVA, K.; DENISE S. C.; ROCHA, S. R. P.; ZHANG, Y. Application of an oregano oil nanoemulsion to the control of foodborne bacteria on fresh lettuce. **Food Microbiology**, v. 47, p. 69-73, 2015.

BHAVANANI, S. M.; BALLOW, C. H. New agents for Gram-positive bacteria. **Curr Opin Microbiol.**, v. 13, p. 528-534, 1992.

BOWLES, E. J. **The chemistry of aromatherapeutic oils**. 3. ed. Sydney: George Allen & Unwin Academic, 2004. 256 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n. 15, de 23 de agosto de 1988. Determina que o registro de produtos saneantes domissanitários com finalidade antimicrobiana seja procedido de acordo com as normas regulamentares anexas à presente. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 1988. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/portaria/1588.htm>>. Acesso em: 05 mar. 2011.

\_\_\_\_\_. Portaria n. 122/DTN, de 29 de novembro de 1993. Inclui na Portaria nº 15, de 23/08/88, sub anexo 1, alínea I, o princípio ativo ÁCIDO PERACÉTICO, para uso das formulações de desinfetantes/esterilizantes. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, v. 131, n. 228, p. 18255, dez. 1993. Seção 1.

\_\_\_\_\_. Resolução n. 211, de 18 de junho de 1999. Altera o texto do subitem 3 do item IV da Portaria 15 de 23 de agosto de 1988, que passa a ter a seguinte redação: "desinfetantes para indústrias em superfícies onde se dá o preparo, consumo e estocagem dos gêneros alimentícios, podendo utilizar, exclusivamente, os princípios ativos dos grupos C, D, E, F e H do SUBANEXO 1 e também a substância PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO". **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, v. 136, n. 116-E, p. 34, jun. 1999. Seção 1.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI). **Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically**. Wayne: CLSI, 2012. v. 32, n. 2, 88 p.

CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M.; LEWIS, N. G. Natural products: secondary metabolites. In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (Ed.). **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 1250-1318.

FAILLE, C.; JULLIEN, C.; FONTAINE, F.; BELLON-FONTAINE, M.-N.; SLOMIANNY, C.; BENEZECH, T. Adhesion of *Bacillus* spores and *Escherichia coli* cells to inert surfaces: role of surface hydrophobicity. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 48, n. 8, p. 728-738, 2002.

FOOD SAFETY BRAZIL. **Higienização: das variáveis as inovações para o processo**. 2016. Disponível em: <<https://foodsafetybrazil.org/higienizacao-das-variaveis-as-inovacoes-para-o-processo/>>. Acesso em: 26 jul. 2021.

FOOD SAFETY BRAZIL. **Os óleos essenciais são o futuro da conservação dos alimentos?** 2019. Disponível em: <<https://foodsafetybrazil.org/os-oleos-essenciais-sao-o-futuro-da-conservacao-de-alimentos/>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

FRIEDRICZEWSKI, A. B.; GANDRA, E. A.; CONCEIÇÃO, R. C. S.; CERESER, N. D.; MOREIRA, L. M.; TIMM, C. D. Biofilm Formation by Coagulase-Positive *Staphylococcus aureus* Isolated from Mozzarella Cheese Elaborated with Buffalo Milk and its Effect on Sensitivity to Sanitizers. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 46, n.1, p. 6, 2018. Disponível em: <[https://dspace.uniceplac.edu.br/bitstream/123456789/650/1/Laryssa%20Hellen%20Aguilar%20Alves\\_0002723.pdf](https://dspace.uniceplac.edu.br/bitstream/123456789/650/1/Laryssa%20Hellen%20Aguilar%20Alves_0002723.pdf)>. Acesso em: 21 ago. 2021.

GERMANO, P. M. L; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. 629p.

GIL, M. I.; SELMA, M. V.; LÓPEZ-GALVEZ, F.; ALLENDE, A. Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: problems and solutions. **International Journal of Food Microbiology**, v. 134, p. 37-45, 2009.

GUIMARÃES, B. S.; FERREIRA, R. S.; SOARES, L. S. Perfil microbiológico de utensílios em unidade de alimentação e nutrição comercial e institucional de salvador, BA. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 32, n. 284/285, p. 36-40, set./out. 2018.

HEBERLE T.; KRINGEL D. H.; EVANGELHO J. A.; DANNEMBERG, G.; OLIVEIRA, R. P.; DIAS, A. R. G. Atividade antimicrobiana de óleo essencial de laranja. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: FAURGS, 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/156904/1/CBCTA258.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2021.

HOFFMANN, F. L. et al. Avaliação da atividade antimicrobiana “*in vitro*” de dois agentes sanitizantes de uso industrial. **Higiene alimentar**, São Paulo, v.16, n. 94, p. 62-67, mar. 2002.

ISSA-ZACHARIA, A.; KAMITANI, Y.; MORITA, K.; IWASAKI, K. Sanitization potency of slightly acidic electrolyzed water against pure cultures of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, in comparison with that of other food sanitizers. **Food Control**, Amsterdam, v. 21, n. 5, p. 740-745, 2010.

KLASSMANN, M. E.; MELLO, C. B.; FRACASSI, M. A. T. **Utilização de óleos essenciais de alecrim-pimenta e cravo-da-índia como sanitizantes naturais**. *In*: FEIRA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA, 17., 2019, São Paulo. **Resumos [...]**. São Paulo: USP, 2019.

KUAYE, A. Y. **Limpeza e sanitização na indústria de alimentos**. Rio de Janeiro: Atheneu, 2017.

LANG, G.; BUCHBAUER, G. A review on recent research results (2008–2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. A review. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 27, p. 13-39, 2012.

LAVABRE, M. **Aromaterapia – A Cura Pelos Óleos Essenciais**. Rio de Janeiro: Record, 1992.

LEBERT, I.; LEROY, S.; TALON, R. Effect of industrial and natural biocides on spoilage, pathogenic and technological strains grown in biofilm. **Food Microbiol.**, v. 24, n. 3, p. 281-287, 2007.

LINDSAY, D.; VON HOLY, A. What food professionals should know about bacteria biofilms. **British Food Journal**, v.108, n.1, p. 27-37, 2006.

LÓPEZ-GÁLVEZ, F.; ALLENDE, A.; SELMA, M. V.; GIL, M. I. Prevention of *Escherichia coli* cross-contamination by different commercial sanitizers during washing of fresh-cut lettuce. **International Journal of Food Microbiology**, v. 133, p. 167-171, 2009.

MACHADO, T. F.; GARRUTI, D. S.; SILVEIRA, M. R. S.; ARAÚJO, Í. M. S.; VARELA, M. S.; JESUS FILHO, C. A. **Impacto do uso de óleos essenciais na qualidade microbiológica e sensorial da alface**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2020. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/213048/1/BP-201.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2021.

MALHEIROS, P. S.; BRANDELLI, A.; NOREÑA, C. P. Z.; TONDO, E. C. Acid and thermal resistance of a *Salmonella* Enteritidis strain involved in several foodborne outbreaks. **J Food Safety**, v. 29, n. 2, p. 302-317, 2009. Disponível em: <[http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0073-98552010000400006&lng=pt&nrm=isso](http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552010000400006&lng=pt&nrm=isso)>. Acesso em: 21 ago. 2021.

MENEZES, T. O. A.; ALVES, A. C. B. A.; VIEIRA, J. M. S.; MENEZES, A. F.; ALVES, B. P.; MENDONÇA, L. C. V. Avaliação in vitro da atividade antifúngica de óleos essenciais e extratos de plantas da região amazônica sobre cepa de *Candida albicans*. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 38, p. 184-191, 2009.

MILLEZI, A. F.; ALVES, E.; CARDOSO, M. G.; PICCOLI, R. H. Ação bactericida de detergente-sanificante à base de óleos essenciais sobre biofilme de *Aeromonas hydrophila*. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 19., 2010, Lavras. **Resumos** [...]. Lavras: UFLA, 2010. Disponível em: <<http://www.sbpnet.org.br/livro/lavras/resumos/1622.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2021.

MILLEZI, A. F.; CAIXETA, D. S.; ROSSONI D. F.; CARDOSO, M. G.; PICCOLI, R. H. In vitro antimicrobial properties of plant essential oils *thymus vulgaris*, *cymbopogon citratus* and *laurus nobilis* against five important foodborne pathogens. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 32, n. 1, p. 167-172, jan./mar. 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cta/a/xQF9FgQCWm6ttTG7TgzDxNc/?lang=en>>. Acesso em: 19 nov. 2021.

NASCIF JÚNIOR, L. A. **Avaliação da Eficácia do Ácido Lático Frente ao Iodo na Anti-Sepsia dos Tetos Após a Ordenha na Prevenção da Mastite Bovina**. 2005. 84f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/103832/nascifjr\\_ia\\_dr\\_jab.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/103832/nascifjr_ia_dr_jab.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 01 set. 2021.

NEDOVIC, V.; KALUSEVIC, A.; MANOJLOVIC, V.; LEVIC, S.; BUGARSKI, B. An Overview of encapsulation technologies for food applications. **Procedia Food Science**, v.1, p. 1806-1815, 2011.

OLIVEIRA, G. S.; NASCIMENTO, S. T.; SANTOS, V. M.; SILVA, M. G. Clove essential oil in the sanitation of fertile eggs. **Poultry Science**, v. 100, n. 3, mar. 2020. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7647714/?tool=pmcentrez&report=abstract>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNERA, D. F.; CARDOSO, M. G.; GUIMARÃES, L. G. L.; PICCOLI, R. H. Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 1, p. 8-16, 2011.

OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNERA, D. F.; PICCOLI, R. H. Biofilmes em indústrias de laticínios: aspectos gerais e uso de óleos essenciais como nova alternativa de controle. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”**, n. 390, p. 65-73, jan./fev. 2013.

OLIVEIRA, R. A.; REIS, T. V.; SACRAMENTO, C. K.; DUARTE, L. P.; OLIVEIRA, F. F. Constituintes químicos voláteis de especiarias ricas em eugenol. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 3, p.771-775, 2009a.

OLIVEIRA, T. F.; FERREIRA, J. S.; BOA SORTE, P. M. F.; REIS, V. M.; BALDANI, J. I.; SCHWAB, S. **Concentração Mínima Inibitória (CMI) de antibióticos para oito estirpes de bactérias diazotróficas da Coleção de Culturas da Embrapa Agrobiologia**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2009b. 16 p.

OUSSALAH, M.; CAILLET, S.; SAUCIER, L.; LACROIX, M. Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. **Food Control**, Oxford, v. 18, n. 5, p. 414-420, 2007.

PARKAR, S. G.; FLINT, S. H.; BROOKS, J. D. Evaluation of the effect of cleaning regimes on biofilms of thermophilic bacilli on stainless steel. **Journal of Applied Microbiology**, v. 96, n.1, p. 110-116, 2004.

PENNO, T. A.; SHUCH, V.; GRIS, C. R.; SILVEIRA, S. M.; MILLEZI, A. F. **Atividade sanificante do óleo essencial de *Cymbopogon flexuosus* contra biofilmes simples formados por *Pseudomonas aeruginosa***. 2014. Disponível em: <<http://eventos.ifc.edu.br/micti/wp-content/uploads/sites/5/2014/08/ATIVIDADE-SANIFICANTE-DO-%C3%93LEO-ESSENCIAL-DE-CYMBOPOGON-FLEXUOSOS->

CONTRA-BIOFILMES-SIMPLES-FORMADOS-POR-PSEUDOMONAS-AERUGINOSA.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2021.

PERUCCI, C. J.; RODRIGUES, S. G. C.; SILVA, E. P. **Aplicação de peróxido de hidrogênio em substituição ao cloro na etapa de pré-oxidação no processo de tratamento de águas de abastecimento como alternativa para a redução da formação de trihalometanos**. Associação Brasileira de engenharia Sanitária e Ambiental, 2017.

Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/artigo/peroxido-de-hidrogenio-cloro/>>. Acesso em: 01 set. 2021.

POZZO, M. D.; VIÉGAS, J.; SANTURIO, D. F.; ROSSATTO, L.; SOARES, I. H.; ALVES, S. H.; COSTA, M. M. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais de condimentos frente à *Staphylococcus* spp isolados de mastite caprina. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 667-672, 2011.

RICO, D.; MARTIN-DIANA, A. B.; BARAT, J. M.; BARRY-RYAN, C. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 18, p. 373-386, 2007.

ROCHA, C. R.; CARELI, R. T.; SILVA, R. P.; ALMEIDA, A. C.; MARTINS, E. R.; OLIVEIRA, E. M. B.; DUARTE, E. R. Óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L. como sanitizante natural para controle de bactérias sésseis em superfície utilizada para corte de alimentos. **Ver. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 73, n. 4, p. 338-344, 2014. Disponível em: <<https://docs.bvsalud.org/biblioref/ses-sp/2014/ses-32007/ses-32007-5926.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2021.

ROSSI, A. C. R.; PORTO, E. **A importância da elaboração de procedimentos de higienização considerando a presença de biofilmes**. Sociedade Brasileira de Controle de Contaminação, mar./abr. 2009. Disponível em: <[http://roneiandre.dominiotemporario.com/doc/39-import\\_higieniz.pdf](http://roneiandre.dominiotemporario.com/doc/39-import_higieniz.pdf)>. Acesso em: 10 nov. 2021.

RUTALA, W. A.; WEBER, D. J. The benefits of surface disinfection. **American Journal Infection Control**, v. 32, n. 4, p. 226-231, 2004.

SANTOS, A.; PADUAN, R. H.; GAZIN, Z. C.; JACOMASSI, E.; D' OLIVEIRA, P. S. CORTEZ, D. A. G.; CORTEZ, L. E. R. Determinação do rendimento e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf em função de sazonalidade e consorciamento. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 2a, p. 436-441, 2009.

SHAH, B.; DAVIDSON, P. M.; ZHONG, Q. Nanocapsular dispersion of thymol forenhanced dispersibility and increased antimicrobial effectiveness against *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in model food systems. **Applied Environmental Microbiology**, v. 78, n. 23, p. 8448-8453, 2012.

SILVA, G.; DUTRA, P. R. S.; CADIMA, I. M. **Higiene na indústria de alimentos**. Recife: EDUFPRPE, 2010. Disponível em: <<http://pronatec.ifpr.edu.br/wp->

content/uploads/2013/06/Higiene\_na\_Industria\_de\_Alimentos.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2021.

SILVA-SANTOS, A.; ANTUNES, A. M. S.; BIZZO, H. R.; D'AVILA, L. A. Análise técnica, econômica e de tendências da indústria brasileira de óleos essenciais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 8, n. 14, 2006.

SIMÕES, M.; SIMÕES, L. C.; MACHADO, I.; PEREIRA, M. O.; VIEIRA, M. J. Control of flow-generated biofilms using surfactants: evidence of resistance and recovery. **Food and Bioproducts Processing**, Rugby, v. 84, n. 4, p. 338-345, 2006.

SIMÕES, M.; SIMÕES, L. C.; VIEIRA, M. J. A review of current and emergent biofilm control strategies. **LWT - Food Science and Technology**, Zurich, v. 43, n. 4, p. 573-583, 2010.

SOLOMAKOS, N.; GOVARIS, A.; KOIDIS, P.; BOTSOGLOU, N. The antimicrobial effect of thyme essential oil, nisin, and their combination against *Listeria monocytogenes* in minced beef during refrigerated storage. **Food Microbiology**, London, v. 25, n. 1, p. 120-127, 2008.

SOUZA, E. L.; BARROS, J. C.; CONCEIÇÃO, M. L.; NETO, N. J. G. Combined application of *Origanum vulgare* L. essential oil and acetic acid for controlling the growth of *Staphylococcus aureus* in foods. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 387-393, 2009.

TRAJANO, V. N.; LIMA, E. O.; SOUZA, E. L.; TRAVASSOS, A. E. R. Propriedade antibacteriana de óleos essenciais de especiarias sobre bactérias contaminantes de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 542-545, 2009.

VALERIANO, C. **Ação antimicrobiana de óleos essenciais frente a patógenos sésseis e planctônicos de origem alimentar**. 2010. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/2856/1/TESE\\_A%c3%a7%c3%a3o%20antimicrobiana%20de%20%c3%b3leos%20essenciais%20frente%20a%20pat%c3%b3genos%20s%c3%a9sseis%20e%20planct%c3%b4nicos%20de%20origem%20alimentar.pdf](http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/2856/1/TESE_A%c3%a7%c3%a3o%20antimicrobiana%20de%20%c3%b3leos%20essenciais%20frente%20a%20pat%c3%b3genos%20s%c3%a9sseis%20e%20planct%c3%b4nicos%20de%20origem%20alimentar.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2021.

VELOSO, R. J.; FRONZA, N.; VARGAS JÚNIOR, A.; CARVALHO, V. S.; FUJINAWA, M. F.; SILVEIRA, S. M. Potential of thyme essential oil on arugula sanitization. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cagro/a/f69MRxXJXxbZcv9d9T9rBS/?format=pdf&lang=en>>. Acesso em: 19 nov. 2021.

WHITE, G. C. **Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants**. New York: Wiley-Interscience, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/13589/TG%20-%20Nicolas%20Draheim%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y&gt>>. Acesso em: 21 ago. 2021.