

USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS COMO ALTERNATIVA AGROECOLÓGICA NA AGROINDÚSTRIA DE ALIMENTOS

USE OF ESSENTIAL OILS AS AN AGROECOLOGICAL ALTERNATIVE IN THE FOOD AGROINDUSTRY

Meire Sanne Aparecida Andrade¹

Especialista em Agroecologia e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba, Rio Pomba/MG - Brasil
<https://orcid.org/0009-0003-1048-2867>
meire.ma90@gmail.com

André Narvaes da Rocha Campos¹

Departamento Acadêmico de Agricultura e Ambiente - IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba, Rio Pomba/MG - Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-3379-871X>
andre.campos@ifsudestemg.edu.br

Carlos Miranda Carvalho¹

Departamento Acadêmico de Agricultura e Ambiente - IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba, Rio Pomba/MG - Brasil
<https://orcid.org/0009-0005-1999-5276>
carlos.miranda@ifsudestemg.edu.br

Aurélia Dornelas de Oliveira Martins¹

Departamento Acadêmico de Ciência e Tecnologia de Alimentos - IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba, Rio Pomba/MG - Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-0664-7492>
aurelia.dornelas@ifsudestemg.edu.br

¹ Investigação, Metodologia, Escrita – Primeira Redação, Participação ativa da discussão dos resultados, Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

Recebido: 20/06/2024. Parecer: 24/01/2025. Corrigido: 08/09/2025. Aprovado: 04/10/2025.
Publicado: 08/10/2025



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

RESUMO

A crescente conscientização da sociedade com relação à responsabilidade socioambiental vem desencadeando uma transformação no meio industrial. A atenção às questões ambientais está sendo incorporada no cotidiano das organizações, mediante sistemas de gestão ambiental e práticas sustentáveis. Sendo assim, a agroindústria tem trabalhado para reduzir o

impacto de suas atividades ao meio ambiente e as pesquisas em agroecologia têm contribuído para esse processo. Por isso, espécies vegetais ricas em óleos essenciais tornaram-se objeto de pesquisa e aplicação na indústria alimentícia como alternativas promissoras aos conservantes e sanitizantes químicos, devido às suas propriedades antioxidantes e antibacterianas. Por conseguinte, a higienização de



superfícies, utensílios e equipamentos é essencial para evitar a formação de biofilmes microbianos que representam sérios riscos para o setor alimentício. Estes podem se desprender e contaminar os alimentos que transitam pela área, causando problemas de ordem econômica pela deterioração precoce dos produtos ou colocando em risco a saúde pública. Portanto, a opção por uso dos óleos essenciais pode ainda ser ampliada considerando a possibilidade de obtenção desses, a partir do reaproveitamento dos resíduos produtivos da indústria de alimentos. Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo elaborar uma revisão bibliográfica sobre a produção sustentável nas agroindústrias de alimentos com a utilização de óleos essenciais. Desse modo, esses óleos extraídos de cascas e frutas de alimentos cítricos podem ser novas alternativas de controle na etapa de higienização e conservação dos produtos da Agroindústria de alimentos, enfatizando o mecanismo de ação antibacteriana, antioxidante e o controle de biofilmes.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Higienização. Antimicrobiano. Antioxidante.

ABSTRACT

Society's growing awareness of social and environmental responsibility has triggered a transformation in the industrial sector. Attention to environmental issues is being incorporated into the daily routine of organizations, through environmental management systems and sustainable practices. Therefore, the agroindustry has been working to reduce the impact of its activities on the environment, and research in agroecology has contributed to this process. For this reason, plant species rich in essential oils have become the subject of research and application in the food industry as promising alternatives to chemical preservatives and sanitizers, due to their antioxidant and antibacterial properties. Consequently, the sanitation of surfaces, utensils and equipment is essential to prevent the formation of microbial biofilms that pose serious risks to the food sector. These can detach and contaminate food that passes

through the area, causing economic problems due to the premature deterioration of products or putting public health at risk. Therefore, the option for using essential oils can be further expanded by considering the possibility of obtaining them from the reuse of production waste from the food industry. Given the above, the present study aims to prepare a bibliographic review on sustainable production in food agroindustries with the use of essential oils. In this way, these extracted oils Thus from citrus peels and fruits can be new control alternatives in the hygiene and conservation stage of food agroindustry products, emphasizing the mechanism of antibacterial and antioxidant action and biofilm control.

Keywords: Sustainability. Hygienization. Antimicrobial.

1 INTRODUÇÃO

A crescente conscientização da sociedade com relação à responsabilidade socioambiental vem desencadeando uma transformação no meio industrial. A atenção às questões ambientais está sendo incorporada no cotidiano das organizações, mediante sistemas de gestão ambiental e práticas sustentáveis. À vista disso, a agroindústria tem trabalhado para reduzir o impacto de suas atividades ao meio ambiente e as pesquisas em agroecologia têm contribuído para esse processo (Pretty, 2007, Sobczuk, 2022). A agroecologia não existe isoladamente, mas é uma ecologia de saberes que engloba conhecimentos científicos, populares e tradicionais, derivados das vivências de agricultores familiares em comunidades indígenas e camponesas (Rosset; Barbosa, 2019). Por isso, é de extrema importância que a



indústria de agroprocessamento de alimentos integre esse contexto, mitigando os principais impactos negativos de seus processos produtivos sobre o meio ambiente e as consequências para a sociedade.

Dessa forma, espécies vegetais ricas em óleos essenciais tornaram-se objeto de pesquisa para aplicação na agroindústria de alimentos, como alternativas promissoras aos sanitizantes sintéticos, devido às suas propriedades antioxidantes e antibacterianas (Rodrigues, 2019).

Com esse intuito, o presente estudo teve por objetivo analisar a obtenção de óleos essenciais, seus mecanismos de ação e sua utilização como alternativa agroecológica para a etapa de higienização na agroindústria de alimentos e o reaproveitamento de cascas de frutas cítricas para a obtenção desses.

2 METODOLOGIA

Por meio de revisão bibliográfica, a partir de artigos científicos de diferentes autores e instituições disponíveis em plataformas como Google acadêmico e a BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações), livros, legislações e bases como *Web of Science* e *Science Direct* durante os meses de janeiro 2022 a agosto de 2023, que abordaram como temas principais: o reaproveitamento de resíduos, especialmente, de cascas de frutas cítricas, como a laranja, e a produção de óleos essenciais, os seus processos, benefícios,

variedade e sua aplicação na indústria alimentícia, como também em relação a outros temas, intimamente relacionados.

A revisão segue de forma cronológica, desde o histórico de óleos essenciais até suas transformações, funções e benefícios na agroindústria alimentícia e na produção de produtos artesanais com a incorporação de óleos essenciais.

Foram utilizadas para a pesquisa as seguintes palavras-chaves: óleos essenciais, agroecologia, processamento de alimentos, assim selecionados artigos com textos completos, nos idiomas português ou inglês compreendido no período de 2018 a 2025.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A agroecologia foi originalmente uma ciência que estuda conceitos e princípios ecológicos para o estudo e manejo dos sistemas agrícolas, fornecendo uma base científica para a criação de uma agricultura mais sustentável (Costabeber, 2015; Gliessman, 2018). As práticas agroecológicas buscam preservar e resgatar as variedades crioulas e os saberes tradicionais das populações locais (EMBRAPA, 2006; BARRIOS *et al.*, 2020). A soberania alimentar é um dos princípios que regem a Agroecologia, que reconhece o direito dos povos e comunidades de desenvolver suas estratégias de produção e consumo dos alimentos de que necessitam

para sua subsistência (Maluf, 2007; Campelo 2017).

Assim, as visões de sustentabilidade ocupam hoje espaço, tanto no debate acadêmico, quanto na mídia e seu significado mudou ao longo do tempo, de acordo com a dinâmica social, econômica e política que envolve a relação entre a sociedade e a natureza (Marques, 2017).

A partir da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, realizada em Estocolmo, em 1972, foi necessário qualificar o desenvolvimento e passou a ser importante estabelecer a diferença entre as práticas correntes de crescimento econômico associado à degradação ambiental e a nova proposta de desenvolvimento, mais condizente com a percepção emergente do fim dos recursos naturais (Carvalho, 2023).

Desse modo, por uma questão de sobrevivência a sociedade deve se ajustar ao conceito de desenvolvimento sustentável, pois, quanto mais nossa sociedade continuar impactando de forma negativa o ambiente, maiores serão as reivindicações da comunidade, e maiores serão os desperdícios (Lenza, 2009; Marujo; Miranda, 2016). Por isso, garantir a sustentabilidade é assegurar-se de que o meio ambiente continue a prover recursos, sucesso econômico e social para a sociedade que nele habita (Eiró-Gomes; Raposo, 2020).

Os avanços da tecnologia, da ciência e do conhecimento tem promovido melhorias na expectativa e na qualidade de vida. Por

outro lado, as consequências do crescimento populacional e econômico vêm deixando sinais de rompimento do equilíbrio socioambiental.

3.2 DESAFIOS NA AGROINDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Há três tipos de contaminação na cadeia produtiva de alimentos: a contaminação biológica (causada por micro-organismos), a química (por substâncias químicas ou toxinas) e a física (corpos estranhos como pedras, fio de cabelo).

Em relação à contaminação biológica pode-se citar a ineficiência nos procedimentos de higienização como uma possível causa de contaminação microbiana por promover a formação de biofilmes na linha de processamento. Visto que os alimentos são fonte de nutrientes para o crescimento dos microrganismos, desta forma podem promover o estabelecimento dos biofilmes (Gomes, 2016; Fabiano, Aguerre Prado, 2020).

Segundo Meesilp e Mesil (2019), o biofilme microbiano é definido como uma associação de células bacterianas e de fungos, fixadas às superfícies, bióticas ou abióticas, inclusas em uma complexa matriz extracelular de substâncias poliméricas. A formação do biofilme ocorre por meio da adesão inicial de bactérias planctônicas à superfície, é seguida por proliferação e acúmulo de camadas de células e, finalmente, pela formação da comunidade

microbiana (Capelletti, 2016).

A adesão de microrganismos à superfície de equipamentos utilizados para o processamento de alimentos resulta em graves problemas, com riscos à saúde do consumidor e pode ocasionar prejuízos financeiros para a indústria devido à diminuição da vida de prateleira dos produtos (Miao *et al.*, 2017; Carrascosa *et al.*, 2021).

De acordo com Gomes (2016) e Siqueira 2021, *Enterococcus faecium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Micrococcus* ssp., *Pseudomonas fragie*, *Pseudomonas fluorescens*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella Typhimurium*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* e *Bacillus cereus*, são os principais microrganismos capazes de desenvolver o processo de formação de biofilmes. Estes microrganismos podem ocasionar problemas relacionados à qualidade de alimentos e à saúde pública.

Desse modo, os ambientes de processamento, equipamentos, utensílios, manipuladores e ar de ambientes de processo produtivo devem ser devidamente higienizados, o que inclui as etapas de limpeza e sanitização (Andrade *et al.*, 2028; Didouh *et al.*, 2022).

O objetivo principal da limpeza é a remoção de resíduos orgânicos e inorgânicos aderidos às superfícies, constituídos, principalmente, por carboidratos, proteínas, gorduras e minerais (Texeira *et al.*, 2015). Já a sanitização tem o foco na eliminação dos

microrganismos patogênicos e a redução do número de microrganismos deteriorantes para níveis considerados seguros (Pak, 2016).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Portaria nº 15, de 23 de Agosto de 1988, sanitizantes ou desinfetantes são definidos como formulações que têm na sua composição substâncias microbidas que apresentam efeito letal sobre microrganismos não esporulados (BRASIL, 2023). Os sanitizantes químicos, que tem seu uso prevalente nas indústrias de alimentos no Brasil, são aqueles que possuem princípios ativos dos grupos: quaternários de amônio, compostos inorgânicos liberadores de cloro ativo, compostos químicos à base de ácido peracético, iodo e derivados (BRASIL, 2023; Srey *et al.*, 2018). Esses sanitizantes alcalinos, entretanto, influenciam nas características da água residual, contribuindo para o aumento do pH, tornando-se uma preocupação ambiental (João *et al.*, 2018).

Assim, devido às questões socioambientais, os óleos essenciais são uma alternativa sustentável aos sanitizantes químicos para a remoção de microrganismos aderidos às superfícies.

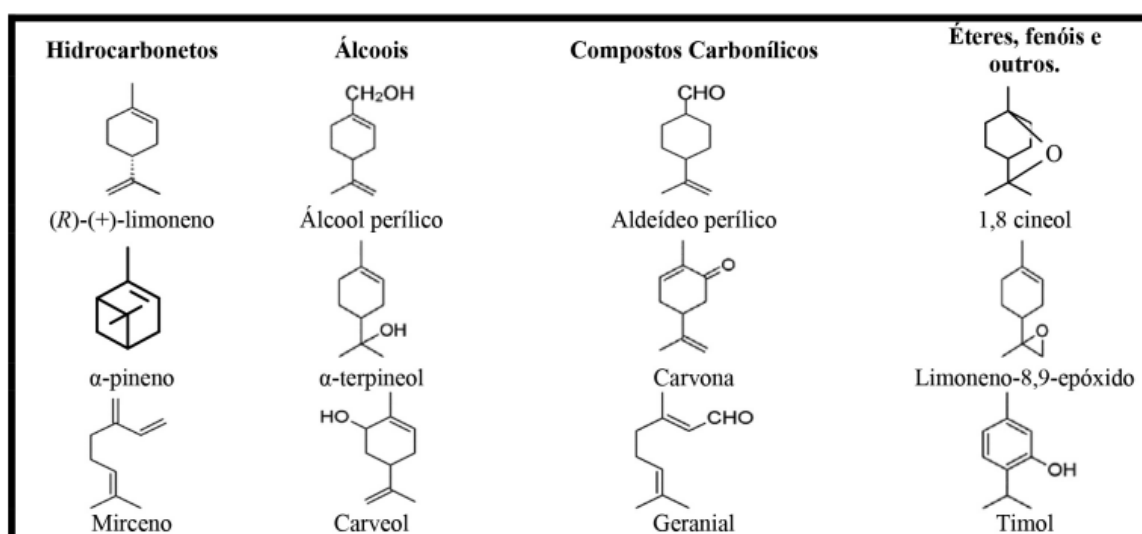
3.3 ÓLEOS ESSENCIAIS: POTENCIAIS E LIMITAÇÕES DE SUA APLICAÇÃO NAS AGROINDÚSTRIAS DE ALIMENTOS

O óleo essencial é definido, segundo a ISO (*International Organization for*

Standardization, 2013), como um produto obtido por destilação em água ou a vapor, por destilação seca de materiais naturais ou por expressão de pericarpos de frutos cítricos. São extraídos de flores, frutos, cascas e rizomas de diversas plantas (Bizzo *et al.*, 2009; Ferronato; Rossi, 2018).

Os óleos essenciais são compostos naturais voláteis e complexos, pois tem entre 20 e 60 componentes. Estes são formados pelas plantas aromáticas como metabólitos secundários (Possel, 2019). Por conseguinte, são líquidos solúveis em lipídeos e solventes orgânicos (Pereira, 2017).

Figura 01 – Estruturas químicas de componentes dos óleos essenciais.



Fonte: Química e sociedade(2023)

Segundo Pereira (2017), em relação aos aspectos físico-químicos, esses óleos são compostos que geralmente contêm hidrocarbonetos terpênicos, alcoóis simples, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, óxidos, peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas e cumarinas.

Os óleos essenciais possuem propriedades inseticidas, nematicidas, antifúngicas, antibacterianas e antifúngicas (Silva, 2012; Silva *et al.*, 2018). Acredita-se que os compostos químicos dos óleos essenciais possuam compostos bioativos capazes de inibir direta ou indiretamente o

crescimento das bactérias, expressando comportamento semelhante ao antibiótico (Tongnuanchan; Benjakul, 2014; Oliveira, 2019).

O Brasil ocupa um lugar de destaque na produção de óleos essenciais, juntamente com Indonésia, China e Índia. Estes são provenientes de frutos cítricos como a laranja e o limão, obtidos através dos subprodutos da indústria de sucos brasileira (Ferraz *et al.*, 2009). A extração do óleo essencial por meio das frutas cítricas apresenta três tipos de óleo. O primeiro é o óleo das folhas e rebentos, chamado de petitgrain, que é



obtido por hidrodestilação. Já o óleo essencial de flores é chamado de neroli e obtido também de hidrodestilação. Entretanto o óleo da casca dos frutos, não possui nome específico e é obtido em sua maioria por meio da prensagem a frio (Bizzo *et al.*, 2009; Azambuja, 2020).

A obtenção dos óleos essenciais é realizada a partir de uma matéria-prima vegetal por meio de diferentes métodos de extração (Pires *et al.*, 2022), como a hidrodestilação, arraste de vapor e extração por solvente.

3.3.1 Óleos essenciais na higienização

Os óleos essenciais podem ser aplicados nos alimentos de diferentes formas, como, por exemplo, a aplicação direta como ingrediente da fórmula, nas embalagens que o compõe com ação de componente ativo e funcional. Também podem ser utilizados como revestimentos comestíveis, na sanitização de superfícies e equipamentos (Ju *et al.*, 2019).

Assim, o trabalho de Lebert *et al.* (2007) investigou a eficácia do óleo essencial da planta *Saturejathymbra* no combate a biofilmes, que são comunidades de microrganismos que se aderem a superfícies. Os pesquisadores realizaram testes em laboratório para verificar o efeito do óleo essencial sobre biofilmes formados por uma única espécie (monoespécie) e por várias espécies (multiespécies), incluindo bactérias como a *Pseudomonas fragi*, *E. coli*, *S.*

aureus e *L. monocytogenes*. Os resultados mostraram que o óleo essencial foi capaz de reduzir significativamente a viabilidade das células bacterianas nesses biofilmes, indicando um potencial antimicrobiano promissor para o controle dessas bactérias.

Em 2010, Oliveira *et al.* investigaram óleos de *Cymbopogoncitratatus* e *Cymbopogon nardus* sobre superfícies de aço inoxidável contaminadas por *Listeria monocytogenes*. As soluções a 1% aplicadas por imersão reduziram a formação de biofilmes em diferentes fases de crescimento. Estudos de Millezi *et al.* (2012), verificaram a sensibilidade de biofilmes de *S. aureus* e *E. coli* em superfícies de polipropileno ao uso combinado de *Cymbopogon nardus* e *Citrus limonia*, com concentrações de 0,5 a 2% aplicadas por pulverização, obtendo inibição significativa da formação de biofilmes em diferentes fases de crescimento.

Em estudos realizados por Valeriano *et al.* (2012), foi observado que soluções a 1% contendo os óleos essenciais de *Cymbopogon citratuse* e *Mentha piperita* reduziram de forma expressiva a adesão bacteriana biofilmes de *Salmonella enteritidis* em aço inoxidável (AISI 304).

Já Santos *et al.* (2016) investigaram os óleos de casca de laranja doce (*Citrus aurantium*), tangerina (*Citrusreticulata*) e semente de maracujá (*Passiflora edulis*), em meio de cultura láctea contaminado. As soluções a 0,5% inibiram *E. coli*, *S. aureus*,

Salmonella sp. e bactérias lácticas, com aplicação direta no meio.

O estudo de Kang *et al.* (2019) avaliou como o tipo de surfactante (um composto que ajuda a misturar óleo e água) afeta a eficácia de uma emulsão de óleo essencial de folha de canela na lavagem de folhas de couve. Os resultados mostraram que a escolha do surfactante é crucial. A emulsão foi mais eficaz na remoção de bactérias (*E. coli* e *S. aureus*) quando o surfactante usado era a lecitina de soja. A combinação de óleo essencial e lecitina foi mais eficiente do que os tratamentos isolados ou com outros surfactantes, indicando que a lecitina de soja não só estabiliza a emulsão, mas também melhora a ação antimicrobiana do óleo de canela na superfície das folhas.

Yuan *et al.* (2019) testaram 16 óleos essenciais (OEs) diferentes e 12 de seus componentes principais (como o carvacrol e o eugenol) para determinar sua eficácia contra a bactéria *Escherichia coli* O157:H7. Os autores utilizaram o método de diluição em microplaca para encontrar a concentração inibitória mínima (CIM) e a concentração bactericida mínima (CBM). Em sequência, para verificar se a combinação de OEs era mais eficaz, eles misturaram 11 pares de OEs (como tomilho com orégano) e avaliaram o efeito sinérgico, aditivo ou antagonista dessas misturas usando o Índice de Concentração Fracionária (ICF). O potencial de aplicação dos OEs foi

investigado em alface fresca. A alface foi inoculada com a bactéria *E. coli* O157:H7 e depois tratada com uma mistura de OEs de orégano e canela. O objetivo era verificar se essa mistura poderia reduzir a contaminação bacteriana na superfície da alface durante o armazenamento a 4°C. A contagem de bactérias foi monitorada ao longo do tempo para avaliar a eficácia do tratamento. Para entender melhor os resultados, os autores também realizaram análise da composição dos óleos essenciais usando a técnica de Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massa (CG/EM). Isso permitiu identificar os principais componentes presentes em cada óleo essencial.

No trabalho de Yashwanth Arcot *et al.* (2023) foi investigada uma nova técnica para desinfetar alimentos: a combinação de vapores de óleos essenciais com plasma de baixa temperatura. Os resultados mostraram que essa tecnologia, chamada de "Plasma de Ar Assistido por Vapores de Óleos Essenciais" (EO-AP), é altamente eficaz na eliminação rápida de bactérias patogênicas associadas a alimentos, como a *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella enterica*. A pesquisa demonstrou que a sinergia entre o plasma e os vapores de óleos essenciais (de tomilho e canela) aumenta o efeito bactericida, resultando em uma redução significativa (mais de 8 log CFU/g) de microrganismos em superfícies. Esse método é considerado uma alternativa

promissora para a sanitização segura e eficiente na indústria alimentícia.

Os óleos essenciais têm sido estudados como alternativas naturais aos sanitizantes químicos convencionais, demonstrando ação antimicrobiana em diferentes matrizes da indústria de alimentos. Ensaios laboratoriais e aplicações-piloto evidenciam que esses compostos podem reduzir biofilmes bacterianos e inibir patógenos relevantes em superfícies e produtos frescos.

A análise dos estudos compilados evidencia que os óleos essenciais apresentam eficácia significativa como agentes sanitizantes, mas os resultados variam de acordo com o tipo de óleo, a concentração, a superfície de aplicação e o microrganismo alvo. A Tabela 1 resume os principais achados.

Pesquisas realizadas no Brasil (Oliveira *et al.*, 2010; Millezi *et al.*, 2012; Valeriano *et al.*, 2012; Santos *et al.*, 2016) demonstram a viabilidade técnica do uso de óleos de espécies como *Cymbopogon* e *Citrus* em superfícies de aço inoxidável, polipropileno e em meios lácteos, indicando reduções relevantes em patógenos como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella Enteritidis*, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Em geral, concentrações entre 0,5% e 2% foram eficazes, o que reforça a aplicabilidade em cenários reais de processamento de alimentos.

Em contrapartida, estudos internacionais trouxeram perspectivas inovadoras. Kang *et al.* (2019) mostraram que a formulação da emulsão, especialmente a escolha do surfactante, influencia fortemente a eficácia do óleo essencial de canela em hortaliças. Yuan *et al.* (2019) exploraram a aplicação de misturas sinérgicas em alface fresca, apontando que a refrigeração potencializa o efeito bactericida. Já Arcot *et al.* (2023) avançaram no campo tecnológico ao integrar vapores de óleos essenciais com plasma frio, alcançando reduções superiores a 8 log UFC/g em patógenos, sem gerar resíduos químicos, o que representa um salto para aplicações industriais em larga escala.

Apesar dos avanços, persistem desafios. A padronização da composição química dos óleos é dificultada por fatores sazonais e geográficos. Além disso, os impactos sensoriais (aroma e sabor intensos) ainda limitam sua aplicação direta em alimentos. A maioria dos experimentos permanece restrita a condições laboratoriais, o que evidencia a necessidade de estudos piloto em ambientes industriais, considerando aspectos de custo-benefício, escalabilidade e regulamentação.

Dessa forma, os resultados experimentais comprovam o potencial dos óleos essenciais como alternativas sustentáveis e eficazes aos sanitizantes químicos convencionais. Contudo, sua adoção pela indústria de alimentos

dependerá do desenvolvimento de sensoriais
formulações mais estáveis, da validação em
escala real e da superação das barreiras

Tabela 1 – Estudos de aplicação de óleos essenciais em sanitização

Óleo essencial	Local/Contexto	Superfície/ Alimento	Microrganismos inibidos	Concentração	Forma de aplicação	Referência
<i>Satureja thymbra</i>	Laboratório (França)	Biofilmes mono e multiespécie	<i>P. fragi</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>L. monocytogenes</i>	—	Solução aquosa em contato direto	Lebert <i>et al.</i> (2007)
<i>Cymbopogon citratus</i> e <i>C. nardus</i>	Universidade Federal de Viçosa (Brasil)	Aço inoxidável	<i>Listeria monocytogenes</i>	1%	Imersão	Oliveira <i>et al.</i> (2010)
<i>C. nardus</i> e <i>Citrus limonia</i>	Ensaios laboratoriais (Brasil)	Polipropileno	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i>	0,5–2%	Pulverização	Millezi <i>et al.</i> (2012)
<i>C. citratus</i> e <i>Mentha piperita</i>	Universidade Federal de Lavras (Brasil)	Aço inox AISI 304	<i>Salmonella Enteritidis</i>	1%	Solução sanitizante	Valeriano <i>et al.</i> (2012)
<i>Citrus aurantium</i> , <i>C. reticulata</i> e <i>Passiflora edulis</i>	Laboratório de alimentos (Brasil)	Meio lácteo contaminado	<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella</i> sp., bactérias lácticas	0,5%	Mistura direta	Santos <i>et al.</i> (2016)
Óleo de canela (emulsão)	Universidade (Coreia do Sul)	Folhas de couve	<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i>	0,5–1%	Emulsão com surfactante	Kang <i>et al.</i> (2019)
Misturas (orégano + canela)	Universidade (Singapura)	Alface fresca	<i>E. coli</i> O157:H7	CIM/CBM variáveis	Pulverização + refrigeração	Yuan <i>et al.</i> (2019)
Óleos de tomilho e canela (vapores)	Texas A&M University (EUA)	Superfícies e hortaliças	<i>E. coli</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>Salmonella enterica</i>	Vapores (ppm)	Vapores + plasma frio	Arcot <i>et al.</i> (2023)

Fonte: elaborado pelos autores

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta revisão bibliográfica foi demonstrada a potencialidade dos óleos essenciais de casca de frutas na agroindústria. Dentre suas diversas aplicações, seu uso como antimicrobiano, antioxidante e antifúngico pode ser explorado nas múltiplas áreas da indústria de alimentos como um produto inovador. Além desse aspecto, ainda contribuem para a sustentabilidade como uma alternativa para

os sanitizantes químicos, tratando-se de produtos ecológicos, multifuncionais, modernos e naturais.

Este potencial pode ainda ser ampliado considerando a possibilidade de obtenção dos óleos essenciais, a partir do reaproveitamento do processo da indústria de alimentos.

Todos estes aspectos indicam que a utilização dos óleos essenciais podem ser uma alternativa para tornar a produção

agroindustrial menos poluente e mais sustentável, o que se alinha ao contexto da produção agroecológica e aos objetivos do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ARCOT, Yashwanth; MU, Minchen; TAYLOR, Thomas M.; CASTILLO, Alejandro; CISNEROS-ZEVallos, Luis; AKBULUT, Mustafa E. S. Essential oil vapors assisted plasma for rapid, enhanced sanitization of food-associated pathogenic bacteria. **Food and Bioprocess Technology**, v. 17, n. 6, p. 1507–1524, set. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03203-0>. Acesso em: 3 set. 2025.

AZAMBUJA, Wagner. **Métodos de Extração de Óleo Essencial**. Disponível em: <https://www.oleos essenciais.org/metodos-de-extracao-de-oleos-essenciais/>. Acesso em: 17 jun. 2022.

BARRIOS L. A., et al. Os 10 elementos da agroecologia: possibilitando transições para uma agricultura e sistemas alimentares sustentáveis por meio de narrativas visuais. **Ecosyst People** 16: 230-247. (2020). Disponível em: <https://doi.org/10.1080/26395916.2020.180870>. Acessado em: 11 de setembro de 2022.

BIZZO, Humberto R. et al. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova: Química Nova**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, p.588-594, 02 abr. 2009. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422009000300005&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 31 nov.2022.

BRASIL. Portaria nº 36 de 22 de fevereiro de 2023 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Determina que o registro de produtos saneantes domissanitários com finalidade antimicrobiana seja procedido de acordo com as normas regulamentares. **Diário oficial** [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 fev. 2023.

CAMPELLO, T. A Política de Combate à Pobreza que queremos. In: **A grande sociedade** – qual é o projeto de desenvolvimento para o Brasil do futuro? Fundação Perseu Abramo, São Paulo (SP), 2017.

CAPELLETTI, R. V. **Avaliação da atividade de biocidas em biofilmes formados a partir de fluido de corte utilizado na usinagem de metais**. 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

CARRASCOSA, C.; RAHEEM, D.; RAMOS, F.; SARAIVA, A.; RAPOSO, A. Microbial Biofilms in the Food Industry—A Comprehensive Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 4. 2021.

CARVALHO, A. C. O. G. D. A Impotência da educação ambiental. **Revista Primeira Evolução**, São Paulo, Brasil, v. 1, n. 40, p. 21–28, 2023. Disponível em: <http://primeiraevolucao.com.br/index.php/R1E/article/view/418>. Acesso em: 18 jun. 2023.

COSTA, A. S. V. da. Resíduos industriais como matéria prima na produção de fertilizantes e utilização no cultivo de milho e feijão. **Research, Society and Development**, vol. 9, no. 8, p. 1–4, 2020.

DIDOUH, N.; BENDIMERED, N.; POSTELLEC, F.; DEPERIEUX, E.; LEGUERINEL, I.; BOUDJEMÂA B. M. Effect of hydrophobic or hydrophilic characteristics of *B. cereus* spores on their resistance to

detergents. **Journal of Food Protection**, v. 85, n. 4, p. 706-711, 2022.

FABIANO, G. G.; AGUERA, R. G.; PRADO, D. B. Efficiency of detergents in the removal of *Escherichia coli* biofilms on stainless steel surfaces. **Revista Uningá**, v.57, n. 4, p. 46-56. 2020.

EIRÓ-GOMES, M.; RAPOSO, A. (2020). **O papel dos profissionais de relações públicas na responsabilidade social corporativa**: algumas notas a partir da realidade portuguesa. *Comunicação e Sociedade*, 89-107.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Marco referencial em Agroecologia. Brasília, DF: Embrapa **Informação Tecnológica**, 2006. 72p.

FERRAZ, J. et al. Perfumes da floresta Amazônica: em busca de uma alternativa sustentável. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 3, p. 40-43, 2009.

FERREIRA, Daniela Freitas. **Processos verdes de extração de produtos naturais de vegetais com ultrassom e micro-ondas**. 2020. 111p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2020.

FERRONATTO, A. N.; ROSSI, R. C. Extração e aplicação do óleo essencial da casca da laranja como um ingrediente natural. 22 **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, [s.l.], v. 12, n. 2, p.1-16, 30 dez. 2018. UNISINOS – Universidade Vale do Rio do Sino.

GLIESSMAN, S. **Defining Agroecology, Agroecology, Agroecology and Sustainable**. *Food Systems*, 42:6, p. 599-600, 2018.

GOMES, D.O. **Estudo da produção de biofilme de isolados de *Leptospira* spp.** 2016. Tese Mestre em Ciências Veterinárias. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 63f. 2016.

JOÃO, Jair J. et al. Electrocoagulation-

flotation process: investigation of operational parameters for wastewater treatment from fishery industry. **Química Nova**, v. 41, n. 2, p. 163-168, 2018.

JU, J.; CHEN, X.; XIE, Y.; YU, H.; GUO, Y.; CHENG, Y.; QIAN, H.; YAO, W. Application of essential oil as a sustained release preparation in food packaging. **Trends in Food Science & Technology**, v. 92, p. 22-32, 2019
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.08.005>.

KANG, J.-H.; PARK, S.-J.; PARK, J.-B.; SONG, K. B. Surfactant type affects the washing effect of cinnamon leaf essential oil emulsion on kale leaves. **Food Chemistry**, v. 271, p. 122-128, 2019.

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

LENZA, Elisabeth RayleBortucan. **Como Relacionar Lucratividade e Desenvolvimento Sustentável**, 2009. Disponível em:
http://www.universoambiental.com.br/novo/artigos_ler.php?canal=9&canallocal=14&canalub2=40 & id=256 .

MALUF, R. S. J. **Segurança Alimentar e Nutricional**. Petrópolis-RJ: Vozes, 2007.

MARUJO, N.A.M.G.Miranda, S.M.L. (2016). **Os novos desafios da comunicação na sustentabilidade e na responsabilidade social interna das organizações**. Atas da Conferência Investigação e Intervenção em Recursos Humanos.

MARQUES, L. **Capitalismo e Colapso Ambiental**. 2a. ed. São Paulo: Editora Unicamp, 2017.

Meesilp, N., & Mesil, N. (2019). Effect of microbial sanitizers for reducing biofilm formation of *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* on stainless steel

by cultivation with UHT milk. **Food Science and Biotechnology**, 28(1), 289–296.

MIAO J, LIN S, SOTEYOME T, PETERS B.M, LI Y, et al., Formation and development of Staphylococcus biofilm: with focus on food safety. **Journal of food Safety**, v. 37, n. 4, p. e12358, 2017. DOI: 10.1038/s41598-018-35558-2.

MILLEZI, A. F. M. et al. Susceptibility of monospecies and dual-species biofilms of Staphylococcus aureus and Escherichia coli to essential oils. **Journal of Food Safety**, Malden, v. 32, n. 3, p. 351-359, 2012.

OLIVEIRA, M.M.M et al. Disinfectant action of Cymbopogon sp. essential oils in different phases of biofilm formation by Listeria monocytogenes on stainless steel surface. **Food Control**, v. 21, p. 549-553, 2010.

OLIVEIRA, D. H. DE et al. Antioxidant and antifungal activities of the flowers' essential oil of Tagetesminuta, (Z)-tagetone and thiotagetone. **Journal of Essential Oil Research**, v. 31, n. 2, p. 160–169, 2019.

PAK, T. **Cleaning in place**: A guide to cleaning technology in the food processing industry. [S.l.]: Pak, Tetra, 2016.

PIRES, T. Ribeiro, M. G. Machado, A. (2018). Extração do R-(+)-limoneno a partir das cascas de laranja: avaliação e otimização da verduza dos processos de extração tradicionais. **Química Nova**, 41, 355-365. 10.21577/0100-4042.20170139.

PENTEADO, A. L. Atividade do óleo essencial de Cinnamomum cassia contra Staphylococcus aureus: revisão. **Higiene Alimentar**, v. 35, n. 293, e1082, 2021. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1137341>.

PEREIRA, A.I.S. **Atividade antibacteriana e caracterização físico-química de óleos essenciais extraídos das plantas medicinais comumente utilizadas pela população de São Luís do Maranhão**.

2017. 104 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. São José do Rio Preto, 2017.

POSSEL, R.D. **Atividade inseticida e repelente de plantas do Cerrado no controle alternativo de do mosquito da Aedes aegypti**. 2019. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Tocantins - Campus Universitário de Gurupi - Curso de Pós- Graduação (Mestrado) em Biotecnologia. Gurupi, TO, 2019.

PRETTY, J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. Philosophical Transactions of The Royal Society: **Biological Sciences**, London, v. 363, n. 1491, p. 447- 465, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2007.2163>. Acesso em: 01 mai. 2023.

ROSSET, P. M.; BARBOSA, L. P. Territorialização da agroecologia na Via Campesina. **Boletim Eco Eco**, 39, 46-52, 2019.

RODRIGUES, Maria do Socorro Araújo. **Uso de revestimento e aditivo a base de extratos de própolis na conservação de hambúrguer bovino**. 2019. 135f. (Tese de Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande - Paraíba - Brasil, 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/28000>.

SANTOS, S. M. D. **Filmes ativos comestíveis elaborados com óleos essenciais aplicados em maçãs minimamente processadas**. 2016.

SANTOS, J. et al. **O uso de óleos essenciais como conservantes naturais em substituição aos conservantes sintéticos**: uma revisão. ThiemeRevinter Publicações Ltda Rio de Janeiro, BrazilJany. 2019. Disponível em: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/s-0038-1674882>- data de acesso 20.mar. 2023.

SILVA, S. R.; SÁ, D. M. A. T.; PASSOS, A. A. T. **Influência de óleos essenciais na inibição do desenvolvimento microbiano em alimentos**. In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação (CONNEPI), VII. 2012. Disponível em: <<http://prop.iftto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/%20viewFile/360/2607>>. Acesso em: 16 fev. 2022.

SILVA, A.J. da; Oliveira, L. P.; Rezende, J. C. P. & Saraiva, I. S. (2019). Avaliação da atividade antimicrobiana de óleos essenciais obtidos de diferentes fabricantes. **Sinapse Múltipla**, v. 8, n. 1, p. 119-124, jan./jun. 2019.

SIQUEIRA, I. N. de; LIMEIRA, C. H.; CAVALCANTI, A. A. C. ; SOUZA, J. G. de .; FREIRE, D. H. F. ; AZEVEDO, S. S.; MELO, M. A. de . Bactérias Formadoras de Biofilmes na Indústria de Laticínios: uma Breve Revisão. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 25, n. 4, p. 491–500, 2021. Disponível em: <https://ensaioeciencia.pgsscogna.com.br/ensaioeciencia/article/view/8580>. Acesso em: 21 ago. 2023.

SOBCZUK, D. A. T. **Estratégias de diversificação desenvolvidas por meio da agroindústria nas pequenas propriedades rurais**. 2022. 129 f. Dissertação (Mestrado em Administração – Mestrado Profissional) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2022.

SOUZA, A. B.; SILVA, J. R. M.; DOMINGOS, F. R.; SANTOS, E. P. S. Extração do óleo essencial do caule *vanillosmopsis arborea* Baker e revisão bibliográfica de suas atividades biológicas. **RECIMA 21 - Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia**. 2021, v.2 n.4

SREY, S.; JAHID, I.K.; HÁ, S.D. Biofilm formation in food industries: A food safety concern. **Food Control**, v. 31, p.572-585, 2018. DOI: 10.3389/fmicb.2018.00898.

TEXEIRA, P.; RODRIGUES D.; ROMEU M.

J.; AZEREDO J. O impacto de biofilme microbiano na higiene e segurança alimentar. **Boletim de tecnologia**, p 31-34. 2015.

TONGNUANCHAN, P.; BENJAKUL, S. Essential oils: extraction, bioactivities, and their uses for food preservation. **Journal of food science**, v. 79, n. 7, p. R1231-R1249, 2014. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12492>.

VALERIANO, C. et al. The sanitizing action of essential oil-based solutions against *Salmonella enterica* serotype Enteritidis S64 biofilm formation on AISI 304 stainless steel. **Food Control**, Oxford, v. 25, n. 2, p. 673-677, 2012.

WOND, D.; NGAI, E. (2021). Economic, organizational, and environmental capabilities for business sustainability competence: Findings from case studies in the fashion business. **Journal of Business Research**, v.126, n.3, p.440-471, 2021.

YUAN, W.; TEO, C. H. M.; YUK, H.-G. Combined antibacterial activities of essential oil compounds against *Escherichia coli* O157:H7 and their potential application on fresh-cut lettuce. **Food Control**, v. 96, p. 112-118, 2019.