

Potencial antimicrobiano de óleos essenciais: uma revisão de literatura de 2005 a 2018

Óleos essenciais, produtos naturais, atividades antimicrobianas.

Jhenyfer Carolyn De Almeida^{1*}

Priscilla Prates De Almeida²

Sandra Regina Marcolino Gherardi³

¹Graduanda do curso superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal Goiano, Campus Urutai.* E-mail: jhenyfer.caroliny@outlook.com.

²Docente do curso superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal Goiano, Campus Urutai.

³Docente do curso superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal Goiano, Campus Urutai.

RESUMO

Cada vez mais, os consumidores têm dado preferência aos alimentos seguros, prontos para o consumo (minimamente processados) e que provoquem pouco ou nenhum impacto à saúde e ao meio ambiente. Nesta perspectiva, o mercado de produtos naturais, como os óleos essenciais, com potencial de aplicação na conservação de alimentos, tem ganhado força frente aos adeptos dos aditivos químicos sintéticos. As propriedades dos óleos essenciais, como as antimicrobianas e antioxidantes, aumentam as possibilidades de aplicação desses compostos em embalagens ativas, alimentos, inseticidas e produtos de higiene. Diante disso, o objetivo deste artigo foi promover uma revisão de literatura sobre as principais aplicações de óleos essenciais como agentes antimicrobianos, através da pesquisa de artigos científicos nacionais e internacionais, publicados entre os anos de 2005 e 2018.

Palavras-chave: óleos essenciais, produtos naturais, atividades antimicrobianas.



Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 17, Nº 01, jan/fev de 2020

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

ANTIMICROBIAL POTENTIAL OF ESSENTIAL OILS: A LITERATURE REVIEW FROM 2005 TO 2018

ABSTRACT

Increasingly, consumers have given preference to safe, ready-to-eat (minimally processed) foods that have little or no impact on health and the environment. In this perspective, the market for natural products, such as essential oils, with potential for application in food preservation, has gained strength against the adepts of synthetic chemical additives. The properties of essential oils, such as antimicrobials and antioxidants, increase the possibilities of applying these compounds in active packaging, food, insecticides and hygiene products. Therefore, the objective of this article was to promote a literature review on the main applications of essential oils as antimicrobial agents, through the research of national and international scientific articles published between the years 2005 and 2018.

Keyword: essential oils, natural products, antimicrobial activities.

INTRODUÇÃO

O uso de fontes naturais renováveis, como agente antimicrobiano, a exemplo dos resíduos de indústrias alimentícias, tem se destacado frente aos aditivos químicos, e recebido o suporte de políticas de preservação ambiental. Além disso, é observado crescente interesse dos consumidores sobre os processos de obtenção das matérias-primas dos produtos que consomem; provavelmente motivados pelo conhecimento das consequências da ingestão de alimentos que causam danos à saúde. Nesta perspectiva, há uma excelente oportunidade para o desenvolvimento de processos sustentáveis de exploração de produtos naturais, como os óleos essenciais (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009; SILVA *et al.*, 2016).

Os óleos essenciais são compostos líquidos, complexos, bioativos, voláteis, com odor e cor característicos, formados a partir de metabólitos secundários de plantas, presentes em todos os órgãos desta, como brotos, flores, folhas, caules, galhos, sementes, frutas e cascas. Eles são formados principalmente por classes de ésteres de ácidos graxos, mono e sesquiterpenos, terpenos, fenilpropanonas e álcoois aldeídos. Há mais de seis mil anos suas propriedades medicinais já eram conhecidas pelos egípcios, mas somente a partir da Idade Média, com a descoberta de suas propriedades antimicrobianas, os óleos essenciais 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 (SANTOS *et al.*, 2004; BAKALLI *et al.*, 2008; LAVABRE, 2011).

Existem diversos métodos de extração de óleos essenciais, como a hidrodestilação, destilação a vapor, extração por solventes orgânicos, extração com fluido supercrítico e outros. Além de serem utilizados na fabricação de perfumes, devido às suas propriedades aromáticas, os óleos essenciais também podem ser aplicados em embalagens, na extensão da vida útil de alimentos e na produção de fármacos, como sedativos, analgésicos, anestésicos locais e anti-inflamatórios (BAKALLI *et al.*, 2008; SILVEIRA *et al.*, 2012).

Com sua vasta biodiversidade, até 2009 o Brasil ocupava uma posição de destaque na exportação do d-limoneno, um dos principais constituintes de óleos essenciais do gênero *citrus*. Em 2013, juntamente com a Índia, China e Indonésia, o país se tornou um dos quatro maiores exportadores de óleos essenciais do mundo, principalmente de citros, como a laranja e o limão, subprodutos das indústrias de sucos (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009; BIZZO, 2013).

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi elaborar uma revisão de literatura sobre as principais aplicações dos óleos essenciais como agentes antimicrobianos, por meio da reunião de informações coletadas em artigos científicos nacionais e internacionais, publicados entre os anos de 2005 a 2018.

ÓLEOS ESSENCIAIS

Na natureza, os óleos essenciais têm a função de proteger a planta contra ataques de predadores, como insetos e microrganismos, além de atrair polinizadores para dispersão de pólenes e sementes. Seus constituintes lhes conferem características de aroma, cor e funções antissépticas e são armazenados em células secretoras, epidérmicas, cavidades, canais ou tricomas glandulares presentes em todos os órgãos das plantas. Juntamente com os extratos, os óleos essenciais se enquadram como aromatizantes naturais permitidos para aplicação em alimentos, obtidos por métodos físicos, microbiológicos ou enzimáticos (BRASIL, 2007; BAKALLI *et al.*, 2008).

Até 2009, as pesquisas relacionadas à qualidade dos produtos alimentícios estavam voltadas para buscas alternativas aos produtos e/ou aditivos químicos utilizados, bem como à redução do impacto ambiental. Devido às propriedades antimicrobianas que certos compostos naturais possuem, como os óleos essenciais, estes estão sendo amplamente estudados e explorados pelas indústrias alimentícias, no desenvolvimento de embalagens ativas para extensão da vida útil de alimentos (PELLISSARI *et al.*, 2009; BODINI, 2011; NEGI, 2012; TAVARES *et al.*, 2014), na redução de incidência de doenças em plantas no pós-colheita (CRUZ *et al.*, 2010), na indús-

tria farmacêutica, contribuindo nas pesquisas de tratamento para doenças infecciosas (PRUDENTE & MOURA, 2013), além do setor de higiene, no desenvolvimento de desinfetantes e sanitizantes (BERALDO *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2014; ROCHA *et al.*, 2014).

Os óleos essenciais podem ser extraídos via métodos de hidrodestilação, destilação a vapor, extração por solventes orgânicos, extração por fluido supercrítico e prensagem a frio. Há diversas variáveis que interferem no rendimento de extração, sendo alguns deles a escolha da planta, sua composição, o horário da colheita, a temperatura e o método de extração, além da interação entre o solvente e o óleo essencial (RÍOS & RECIO, 2005; YUSOFF, 2011; BARROS, 2014).

Santos *et al.* (2005), obtiveram rendimentos de extração de 5,45% via hidrodestilação e 7,93% (p/p) na extração supercrítica de amostras de *Citrus latifolia tanaka* (limão taiti). Estevam *et al.* (2016), obtiveram rendimentos de extração via hidrodestilação da ordem de 0,8% e 0,5% para amostras de folhas frescas de *Citrus latifolia tanaka* e *Citrus limonia osbeck* (limão-cravo), respectivamente. Millezi *et al.* (2013), alcançaram rendimentos de extração de 1,24%, 1,48% e 1,85% (v/p) para *Cymbopogon nardus* (citronela), *Satureja montana* (segurelha-das-montanhas) e *Citrus limonia osbeck*, respectivamente, utilizando a hidrodestilação como método de extração.

Silva *et al.* (2014), observaram melhores rendimentos de extração para *Syzygium aromaticum* (cravo-da-Índia) através do método de arraste a vapor, quando comparados ao *Eucalyptus globulus* Labill (eucalipto), *Citrus aurantifolia* (lima) e *Zingiber officinale* (gengibre), com valores de 15,93 µL/g, 0,53 µL/g, 0,27 µL/g e 0,13 µL/g, respectivamente. Barros, Assis e Mendes (2014) obtiveram rendimentos de extração de 0,26% via hidrodestilação, 2,39% para extração com solvente orgânico e de 0,43% utilizando fluido supercrítico, a partir de folhas secas de *Ocimum basilicum* (manjeriço-de-folha-larga).

Para Yokomizoe & Nakaoka-Sakita (2014), o rendimento de extração do óleo essencial obtido via hidrodestilação foi de 2,3% (p/v) para amostras secas

de *pseudocaryophyllus* (pimenta gomes), procedentes de Campos do Jordão e de 1,9% (p/v), quando procedente de Itaquaquecetuba. Em seu trabalho, Silva *et al.* (2015), atingiram rendimento de extração de 0,54% para folhas frescas de *Nectandra grandiflora* Nees (canela-amarela), enquanto nas folhas secas o rendimento médio correspondente foi de 0,51%.

Deschamps *et al.* (2008), encontraram variabilidade no rendimento do óleo essencial de espécies de *Mentha* por meio da avaliação sazonal, sendo o maior valor médio obtido no verão (0,348%), quando comparado ao inverno (0,177%). O horário também afetou significativamente o rendimento de extração do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (capim-limão), segundo o estudo realizado por Santos *et al.* (2009), com melhores resultados obtidos no período matutino.

Quanto ao tempo de extração para a hidrodestilação, estudos realizados por Oliveira *et al.* (2017) revelaram que o rendimento do óleo essencial de *Campomanesia adamantium* (guavira) se manteve constante após 2 horas, enquanto que para Costa, Carvalho Filho & Deschamps (2013) não houve variação no rendimento do óleo essencial de *Pogostemon cablin* (patchouli) após 1 hora de extração, porém em ambas as pesquisas seus constituintes químicos variaram segundo os tempos testados.

Percebe-se que o rendimento de um óleo essencial varia de acordo com diversos fatores, sendo que a época sazonal pode ocasionar variabilidade significativa no rendimento, para o mesmo vegetal. O método de extração e o tipo de amostra vegetal podem influenciar diretamente no rendimento de extração, porém o tempo de extração parece não expressar como um fator crítico de variação.

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE ÓLEOS ESSENCIAIS

Os alimentos podem veicular doenças por meio de microrganismos patogênicos, além de causar prejuízos financeiros para as indústrias pelos microrganismos deteriorantes (BRASIL, 2004; PIRES & PICCOLI, 2012). Tais fatores, juntamente com a demanda dos consumidores por produtos naturais (SOARES *et al.*, 2009) e resistência microbiana à

à drogas e químicos convencionais (ABAD *et al.*, 2007), certamente contribuíram para estudos referentes à atividade antimicrobiana *in vitro* dos óleos essenciais.

A sensibilidade de um microrganismo 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.*, 2009; CLSI, 2012). Segundo Menezes *et al.* (2009), os óleos essenciais apresentam boa atividade antimicrobiana quando sua concentração mínima inibitória (CIM) é inferior a 100 mg/mL.

Ressalta-se a importância de se entender sobre o mecanismo de ação dos óleos essenciais (OLIVEIRA, 2012), dado que este é exercido pelas mutações morfológicas e funcionais da estrutura celular (BURT, 2004; RASOOLI & ABYANEH, 2004). Sobre as bactérias, ocorre a degradação da parede celular, que com o rompimento desta barreira permeável, são comprometidas suas funções celulares, incluindo regulação metabólica e manutenção do estado energético (NAZZARO *et al.*, 2013). Para os fungos, os óleos essenciais podem afetar a barreira de proteção dos esporos ou agir antes da sua formação, promovendo o desenvolvimento anormal e/ou rompimento dos tubos germinativos (DANTIGNY & NANGUY, 2009).

Freire *et al.* (2014), obtiveram bons resultados de ação antibacteriana frente a cepas de *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus aureus*, em seus estudos com os óleos essenciais de *Thymus vulgaris* (tomilho) e de *Cinnamomum umcassia* (canela-da-China). Nos ensaios realizados por Millezi *et al.* (2013), o óleo essencial de *Citrus limolia osbeck* apresentou ação antibacteriana frente ao *Staphylococcus aureus*, enquanto que para a *Escherichia coli*, o melhor resultado foi obtido pelo óleo essencial de *Satureja montana*. Santurio *et al.* (2007), alcançaram expressivos resultados de atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Origanum vulgare* (orégano), seguido do *Thymus vulgaris* (tomilho) e *Cinnamomum zeylanicum* (canela) frente à *Salmonella enterica*. Nascimento *et*

al. (2014), obtiveram atividade antimicrobiana do *mix* de óleos essenciais de *Rosmarinus officinalis* (alecrim), *Origanum vulgare* e *Capsicum* (pimenta) frente a *Staphylococcus spp.*, *Aeromonas spp.* e *Escherichia coli*.

Castro & Lima (2011) observaram expressiva atividade antifúngica dos óleos essenciais de *Cinnamomum zeylanicum* (canela), *Citrus aurantifolia* e *Mentha piperita* (pimenta-hortelã) frente às cepas de *Candida albicans* e *Candida tropicalis*. Almeida *et al.* (2011) também observaram atividade antifúngica dos óleos essenciais de *Ocimum basilicum*, *Cymbopogon martinii* (palmarosa), *Thymus vulgaris* e *Cinnamomum umcassia* frente a cepas de *Candida albicans*. Lima *et al.* (2016), observaram atividade antifúngica satisfatória para o controle de *Alternaria alternata* e *Alternaria dauci*, através do óleo essencial de *Citrus sinensi* (laranja).

Estevam *et al.* (2016), alcançaram resultados expressivos de atividade leishmanicida na aplicação dos óleos essenciais de folhas frescas de *Citrus limonia* e *Citrus latifolia* em *Trypanosoma cruzi*. Gomes *et al.* (2016), demonstraram o efeito larvicida do óleo essencial de *Zingiber officinale* frente ao mosquito *Aedes aegypti*.

Embora haja poucos estudos referentes às atividades antivirais dos óleos essenciais, quando comparados às atividades antibacterianas e antifúngicas, estudiosos observaram atividade antiviral dos óleos essenciais de *Rosmarinus officinalis* (alecrim) e *Thymus vulgaris* frente ao Calicivírus Felino (FCV) em diferentes momentos da infecção viral (KUBIÇA *et al.*, 2015).

Percebe-se a retratação da eficácia da atividade antimicrobiana de óleos essenciais frente a diversas espécies de microrganismos. Os resultados ainda demonstram que as atividades antimicrobianas variam de acordo com o tipo de microrganismo e seu nível de sensibilidade, o óleo essencial e a concentração utilizada.

APLICAÇÃO EM EMBALAGENS E EM ALIMENTOS

A embalagem tem como funções básicas armazenar e proteger o produto nela disposto, para preservar ao máximo a qualidade do mesmo e minimizar alterações

químicas, bioquímicas e microbiológicas que promovem a sua deterioração. No entanto, as novas tecnologias desenvolvidas possibilitam funções além destas já conhecidas, como a interação da embalagem e o produto, denominadas de embalagens ativas (MONTES, NETA & CRUZ, 2013).

Através da demanda por produtos alimentícios minimamente processados, seguros e de qualidade, surgem as necessidades de mais estudos para verificação da eficácia dos filmes e revestimentos comestíveis na extensão de vida útil de alimentos, sendo uma inovação do conceito de embalagem ativa biodegradável, vista como desenvolvimento sustentável (DURANGO, SOARES & ARTEAGA, 2011). Desta forma, estudiosos como Moraes *et al.* (2007), puderam verificar boa resistência e alongamento dos filmes de base celulósica com 7% de ácido ascórbico, além da eficácia na redução de fungos filamentosos e leveduras em manteiga.

Tavares *et al.* (2014), desenvolveram uma cobertura comestível acrescida dos óleos essenciais de *Rosmarinus officinalis* e *Origanum vulgare*, sendo que esta foi capaz de promover aumento na vida útil do alimento, sem alterar suas características sensoriais. Soares, Santiago-Silva & Silva (2008), observaram a eficiência do filme ativo incorporado do óleo essencial de *Origanum vulgare* na inibição do crescimento de *Listeria innocua* em queijo minas frescal. Embora Botre *et al.* (2010) não tenham encontrado resultados significativos de atividade antimicrobiana da cobertura comestível incorporada deste óleo essencial em pizzas prontas, discutiram as vantagens de sua utilização em detrimento do uso de embalagens sintéticas.

Espitia *et al.* (2012), observaram que o emprego de sachês com óleos essenciais de *Origanum vulgare*, *Cinnamomum verum* e *Cymbopogon citratus*, mostrou-se eficaz contra *Alternaria alternata*, *Fusarium semitectum*, *Lasiodiplodia theobromae* e *Rhizopus stolonifer*, como parte de um sistema de embalagem antimicrobiana para preservação mamão papaia, no qual não houve alterações físico-químicas. Chevalier *et al.* (2016), observaram elevada eficiência do emprego de revestimento comestível elaborado com óleo essencial de *Dianthus*

caryophyllus (cravo) na conservação de melão minimamente processado. Ainda segundo os autores, além de estender a vida de prateleira do fruto, não houve alterações sensoriais ou microbiológicas.

Estudos atuais demonstram que as nanoemulsões encapsuladas de óleo essencial são adequadas para incorporação em formulações alimentares, para prevenir e controlar o crescimento microbiano e prolongar sua vida útil, como foi observado por Moraes-Lovison *et al.* (2017), na elaboração de patê de frango nanoencapsulado com óleo essencial de *Origanum vulgare*. Almeida (2017), observou extensão de 7 dias (mínimo) na vida útil de pães de forma em contato com filmes antimicrobianos adicionados de óleo essencial de *Origanum vulgare* microencapsulado.

Apesar dos benefícios relatados por diversos estudos, Oliveira (2012), aponta a necessidade de estudos referentes à sua citotoxicidade, dado que, em conjunto com as alterações sensoriais, é um fator limitante na aplicação direta destes compostos em alimentos. Lima *et al.* (2014), estudaram e confirmaram a toxicidade dos óleos essenciais de *Illicium verum* (estrela-de-anis), *Ageratum conyzoides* (mentrasto), *Piper hispidinervum* (pimenta longa) e *Ocotea odorifera* (canela-sassafrás) sobre *Schizaphis graminum*. Martins *et al.* (2017), relataram elevado percentual de mortalidade dos óleos essenciais de *Citrus limon* (98,68%) e *Citrus sinensis* (94,11%) sobre *Dysmicoccus brevipes*.

França *et al.* (2012), observaram que os óleos essenciais de *Citrus limon* e *Cymbopogon nardus* sobre *Zabrotes subfasciatus*, reduziram o número de insetos emergidos em 23,9% e 95,9%, respectivamente. Cansian *et al.* (2017), notaram elevada toxicidade do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* frente à *Artemia salina*. Outros autores como Fazolin *et al.* (2005), Costa *et al.* (2008), Lima *et al.* (2009), Silva *et al.* (2010), Lima *et al.* (2011), Campelo *et al.* (2013), Rosa *et al.* (2016), Souza *et al.* (2016), Alves *et al.* (2017) e Gomes *et al.* (2018), também retrataram a toxicidade dos óleos essenciais estudados.

OUTRAS APLICAÇÕES

A utilização dos óleos essenciais engloba várias áreas, possibilitando sua exploração em diversos setores e favorecendo o desenvolvimento tecnológico de maneira ecológica através da utilização de resíduos. Machado *et al.* (2017), comentam que no setor agrícola a resistência microbiana aos fungicidas convencionais é responsável por promover a busca por métodos alternativos de controle. Segundo relatos científicos o emprego de óleos essenciais como alternativa para o manejo de doenças de plantas traz bons resultados, reduzindo assim o uso abusivo de defensivos agrícolas.

Carnellosi *et al.* (2009) observaram o controle da doença antracnose do mamão no pós-colheita, através da utilização dos óleos essenciais de *Cymbopogon citratus*, *Eucalyptus citriodora* (eucalipto-limão), *Mentha arvensis* (hortelã-japonesa) e *Artemisia dracunculu* (estragão). Cruz *et al.* (2010) também controlaram a doença no pós-colheita de manga através do uso do óleo essencial de *Citrus sinensis*, mantendo a qualidade dos frutos. Lima *et al.* (2016) constataram a eficácia da utilização do óleo essencial de *Citrus sinensis* na redução de incidência de fungos em sementes de cenoura, sem afetar sua germinação.

As exigências nutricionais da fase inicial à puberdade são estabelecidas objetivando proporcionar às fêmeas um adequado desenvolvimento de proteína e deposição de gordura corporal e não o máximo ganho de peso que é alvo nos programas de nutrição para animais em crescimento e terminação destinados à produção de carne. Ressaltando assim a importância de se considerar as marrãs como animais diferenciais dentro do plantel.

Braga (2012), observou que os óleos essenciais de *Cinnamomum sp.*, *Cordia verbenaea* (erva-baleeira), *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon martinii* (palmarosa), *Ocimum basilicum*, *Syzygium aromaticum*, *Pimpinella anisum* (erva-doce), *Thymus vulgaris* e *Matricaria recutita* mantiveram a qualidade de morangos até o oitavo dia a 5°C. Moreira *et al.* (2016), demonstraram o uso viável do óleo essencial de *Lippia sidoides* (alecrim-pimenta) no combate ao *Varroa destructor*, um ácaro ectoparasita. Benato *et*

al. (2018), observaram que o uso do óleo essencial *Origanum vulgare* com prévio tratamento térmico foi capaz de reduzir significativamente (40,5%) o *Penicillium digitatum* em laranjas.

Além da redução de incidência de doenças em plantas, os óleos essenciais também podem ser empregados no setor de higiene, para desenvolvimento de desinfetantes (PEREIRA *et al.*, 2014), na saúde, por apresentarem potencial uso para o auxílio do tratamento de infecções orais (ALMEIDA *et al.*, 2011) e formação de biofilme dentário (ALVES, FREIRES & CASTRO, 2010), no setor agroindustrial, para a formulação de inseticidas (MELLO *et al.*, 2014) e biodiesel (ABDELMOEZ, ASHOUR & NAGUIB, 2015; PARENTE, 2003).

CONCLUSÃO

A eficácia dos óleos essenciais frente aos microrganismos que causam adversidades à saúde humana e prejuízos financeiros aos setores agroindustriais foram e estão sendo comprovadas cientificamente. Por isso, se tornaram de interesse e utilidade para as indústrias farmacêuticas, cosméticas, sanitárias e agrícolas como alternativas aos produtos químicos que, conseqüentemente, impactam positivamente na preservação do meio ambiente como utilização de fontes renováveis e desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELMOEZ, W., ASHOUR, E.; NAGUIB, S. M. A review on green trend for oil extraction using subcritical water technology and biodiesel production. *Journal of Oleo Science*, v. 64, n. 5, 467-478, 2015.
- ALMEIDA, L. F. D.; CAVALCANTE, Y. W.; VIANA, W. P.; LIMA, E. O. *Screening* da Atividade Antifúngica de Óleos Essenciais sobre *Candida Albicans*. *Revista Brasileira de Ciência da Saúde*, 51-56, 2011.
- ALMEIDA, P. P. Desenvolvimento de embalagem ativa antimicrobiana para pães de forma. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 201 p., 2017.
- ALVES, L. A.; FREIRES, I. A.; CASTRO, R. D. Efeito Antibacteriano de Óleos Essenciais sobre Bactérias Formadoras do Biofilme Dentário.

- Revista Brasileira de Ciências da Saúde, v. 14, n. 2, 57-62, 2010.
- ALVES, T. A.; FERREIRA, C. S.; COSTA, R. G.; HENRIQUE, M. K. C.; PRAÇA-FONTES, M. M.; PINHEIRO, P. F. Caracterização química e atividade mutagênica do óleo essencial de *Lippia Alba*. Revista Univap, v. 22, n. 40, 2017.
- BAKALLI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils: a review. Food and Chemical Toxicology, v. 46, n. 02, 446-475, 2008.
- BARROS, N. A.; ASSIS, A. R.; MENDES, M. F. Extração do óleo de manjeriço usando fluido supercrítico: análise experimental e matemática. Ciência Rural, Santa Maria, v.44, n.8, 1499-1505, 2014.
- BERALDO, C.; DANELUZZI, N. S.; JULIANA SCANAVACCA, J.; DOYAMA, J. T.; JÚNIOR, A. F.; MORITZ, C. M. F. Eficiência de óleos essenciais de canela e cravo-da-índia como sanitizantes na indústria de alimentos. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 43, n. 4, 436-440, 2013.
- BENATO, E. A.; BELLETTI, T. C.; TERAPO, D.; FRANCO, D. A. S. Óleos essenciais e tratamento térmico no controle pós-colheita de bolor verde em laranja. Summa Phytopathology, Botucatu, v. 44, n. 1, 65-71, 2018.
- BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. São Paulo, SP: Química Nova, v. 32, n. 3, 588-594, 2009.
- BIZZO, H. R. Óleos essenciais: uma fonte de divisas a ser mais explorada no Brasil. Revista A Lavoura, n° 699, 48-49, 2013.
- BODINI, R. B. Desenvolvimento de materiais poliméricos bioativos à base de gelatina e própolis. Dissertação (Mestrado em Ciências). Pirassununga, SP: Universidade de São Paulo, 86 p., 2011.
- BOTRE, D. A.; SOARES, N. F. F.; ESPITIA, P. J. P.; SOUSA, S.; RENHE, I. R. T. Avaliação de filme incorporado com óleo essencial de orégano para conservação de pizza pronta. Revista Ceres, Viçosa, v. 57, n. 3, 283-291, 2010.
- BRAGA, D. O. Qualidade Pós-colheita de morangos orgânicos tratados com óleos essenciais na pré-colheita. Dissertação (mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, MG, 75 p., 2012.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC Nº 216, de 15 de setembro de 2004. Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação, Anvisa, 14 p., 2004.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC Nº 2, de 15 de janeiro de 2007: Aditivos aromatizantes produzidos e comercializados nos territórios dos Estados Partes do MERCOSUL. Ministério da Saúde: Anvisa, 19 p., 2007.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review. International Journal of Food Microbiology, v. 94, n. 3, 223 -253, 2004.
- CAMPELO, L. M. L.; SÁ, C. G.; FEITOSA, C. M.; SOUSA, G. F.; FREITAS, R. M. Constituintes químicos e estudos toxicológicos do óleo essencial extraído das folhas de *Citrus limon Burn* (Rutaceae). Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Campinas, v. 15, n. 4, 708-716, 2013.
- CANSIAN, R. L.; VANIN, A. B.; ORLANDO, T.; PIAZZA, S. P.; PUTON, B. M. S.; CARDOSO, R. I.; GONÇALVES, I. L.; HONAISSER, T. C.; PAROUL, N.; OLIVEIRA, D. Toxicity of clove essential oil and its ester eugenyl acetate against *Artemia salina*. Brazilian Journal of Biology, v. 77, n. 1, 155-161, 2017.
- CASTRO, R. D.; LIMA, E. O. *Screening* da Atividade Antifúngica de Óleos Essenciais sobre Cepas de *Candida*. João Pessoa, PB: Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada, João Pessoa, 341-345, 2011.
- CARNELOSSI, P. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; ITAKO, A. T.; MESQUINI, R. M. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu, v.11, n.4, 399-406, 2009.
- CHAVELIER, R. C.; SILVA, G. F. A.; SILVA, D. M.; PIZATO, S.; CORTEZ-VEGA, W. R. Utilização de revestimento comestível à base de quitosana para aumentar a vida útil de melão minimamente processado. Journal of bioenergy and food science, v. 3, n. 3, 130-138, 2016.
- CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. *Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically; Approved Standard—Ninth Edition*.

- CLSI document M07-A9. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, v. 32, n. 2, 88 p., 2012.
- COSTA, G. A.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; DESCHAMPS, C. Rendimento e composição do óleo essencial de *patchouli* (*Pogostemon cablin*) conforme o tempo de extração. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Campinas, v. 15, n. 3, 319-324, 2013.
- COSTA, J. G. M.; RODRIGUES, F. F. G.; ANGÉLICO, E. C.; PEREIRA, C. K. B.; SOUZA, E. O.; CALDAS, G. F. R.; SILVA, M. R.; SANTOS, N. K. A.; MOTA, M. L.; SANTOS, P. F. Composição química e avaliação da atividade antibacteriana e toxicidade do óleo essencial de *Croton zehntneri* (variedade estragol). Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 18, n. 4, 583-586, 2008.
- CRUZ, M. J. S.; CLEMENTE, E.; CRUZ, M. E. S.; MORA, F.; COSSARO, L.; PELISSON, N. Efeito dos compostos naturais bioativos na conservação pós-colheita de frutos de mangueira cv. *Tommy atkins*. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 34, n. 2, 428-433, 2010.
- DANTIGNY, P.; NANGUY, S. P. M. Significance of the physiological state of fungal spores. International Journal of Food Microbiology, 16–20, 2009.
- DESCHAMPS, C.; ZANATTA, J. L.; BIZZO, H. R.; OLIVEIRA, M. C.; ROSWALKA, L. C. Avaliação sazonal do rendimento de óleo essencial em espécies de menta. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 3, 725-730, 2008.
- DURANGO, A. M.; SOARES, N. F.; ARTEAGA, M. R. Filmes y revestimientos comestibles como empaques activos biodegradables em la conservación de alimentos filmes e revestimentos comestíveis como embalagem ativa biodegradável na conservação de alimentos. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, vol. 9, p.112-118, 2011.
- ESTEVAM, E. B. B. MIRANDA, M. L. D.; ALVES, J. M.; EGEEA, M. B.; PEREIRA, P. S.; MARTINS, C. H. G.; ESPERANDIM, V. R.; MAGALHÃES, L. G.; BOLELA, A. C.; CAZAL, C. M.; SOUZA, A. F.; ALVES, C. C. F. Composição Química e Atividades Biológicas dos Óleos Essenciais das Folhas Frescas de *Citrus limonia* Osbeck e *Citrus latifolia* Tanaka (*Rutaceae*). Revista Virtual de Química, v. 8, n. 6, 13 p., 2016.
- ESPITIA, P. J. P.; SOARES, N. F. F.; BOTTI, L. C. M.; MELO, N. R.; PEREIRA, O. L.; SILVA, W. A. Assessment of the efficiency of essential oils in the preservation of postharvest papaya in an antimicrobial packaging system. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v. 15, n. 4, 307-316, 2012.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V.; CATANI, V.; LIMA, M. S.; ALÉCIO, M. R. Toxicidade do Óleo de *Piper aduncum* L. a Adultos de *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae). Neotropical Entomology, v. 34, n. 3, 485-489, 2005.
- FRANÇA, S. M.; OLIVEIRA, J. V.; ESTEVES FILHO, A. B.; OLIVEIRA, C. M. Toxicity and repellency of essential oils to *Zabrotessub fasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) in *Phaseolus vulgaris* L. Acta Amazonica, v. 42, 381-386, 2012.
- Freire, I. C. M.; PÉREZ, A. L. A. L.; CARDOSO, A. M. R.; MARIZ, B. A. L. A.; ALMEIDA, L. F. D.; CAVALCANTI, Y. W.; PADILHA, W. W. N. Atividade antibacteriana de Óleos Essenciais sobre *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus aureus*. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Campinas, v. 16, n. 2, 372-377, 2014.
- GOMES, P. R. B.; SILVA, A. L. S.; PINHEIRO, H. A.; CARVALHO, L. L.; LIMA, H. S.; SILVA, E. F.; SILVA, R. P.; LOUZEIRO, C. H.; OLIVEIRA, M. B.; FILHO, V. E. M. Avaliação da atividade larvicida do óleo essencial do *Zingiber officinale* Roscoe (gingibre) frente ao mosquito *Aedes aegypti*. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Campinas, v. 18, n. 2, 597-604, 2016.
- GOMES, P. R. B.; FILHO, V. E. M.; RABÊLO, W. F.; NASCIMENTO, A. A.; LOUZEIRO, H. C.; LYRA, W. S.; FONTENELE, M. A. Caracterização química e citotoxicidade do óleo essencial do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*). Revista Colombiana de Ciências Químico -Farmacêuticas, v. 47, n. 1, 37-52, 2018.
- KUBIÇA, T. F.; ALVES, S. H.; HENZEL, R. W. A.; MARTINS, M.; LOVATO, L. T. Atividade *in vitro* de plantas condimentares (*Rosmarinus officinalis* L., *Lippia graveolens* HBK e *Thymus vulgaris* L.) contra o *calicivírus* felino. Revista de Ciências Farmacêuticas, Básica e Aplicada, p. 117-122, 2015.
- LAVABRE, M. Aromaterapia – A Cura Pelos Óleos Essenciais, Rio de Janeiro: Record, 1992.

- LIMA, C. B.; RENTSCHLER, L. L. A.; BUENO, J. T.; BOAVENTURA, A. C. *Plant extracts and essential oils on the control of Alternaria alternata, Alternaria dauci and on the germination and emergence of carrot seeds (Daucuscarota L.)*. Ciência Rural, Santa Maria, v. 46, n. 5, p. 764-770, 2016.
- LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; CARVALHO, S. M.; MELO, B. A.; VIEIRA, S. S. Composição química e toxicidade de óleos essenciais para o pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852). Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 81, n. 1, 22-29, 2014.
- LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G.; MORAES, J. C.; CARVALHO, S. M.; RODRIGUES, V. G.; GUIMARÃES, L. G. L. *Chemical composition and fumigant effect of essential oil of lippia sidoides cham. and monoterpenes against Tenebrio molitor (coleoptera: tenebrionidae)*. Ciência e agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 4, 664-671, 2011.
- LIMA, W. P.; CHIARAVALLOTI NETO, F.; MACORIS, M. L.; ZUCCARI, D. A.; DIBO, M. R. *Establishment of the feeding methodology of Aedes aegypti (Diptera-Culicidae) in Swiss mice and evaluation of the toxicity and residual effect of essential oil from Tagetes minuta L (Asteraceae), in populations of Aedes aegypti*. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 42, n. 6, 638-41, 2009.
- MACHADO, R. F. C.; ANDRADE, E. A.; WOBETO, C.; BONALDO, S. M. Óleos essenciais na qualidade e no controle de podridões pós-colheita em tomate. Revista de Ciências Agroambientais, v. 15, n. 1, 11 p., 2017.
- MCMURRY, J. Química orgânica (7ª ed). São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- MARTINS, G. S. O.; ZAGO, H. B.; COSTA, A. V.; JÚNIOR, L. M. A.; CARVALHO, J. R. Caracterização química e toxicidade de óleos essenciais cítricos sobre *Dysmicoccus brevipes (Hemiptera: pseudococcidae)*. Revista Caatinga, v. 30, n. 3, 2017.
- 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, 184-191, 2009.
- MELLO, M. B. *et al.* (2014). Atividade inseticida do óleo essencial de *Hyptismarrubioides* no controle de *Zabrote ssubfasciatus* (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae). Revista Agrogeoambiental, v. 6, n. 1, 79-86, 2014.
- MILLEZI, A. F.; BAPTISTA, N. N.; CAIXETA, D. S.; ROSSONI, D. F.; CARDOSO, M. G.; PICCOLI, R. H. Caracterização e atividade antibacteriana de óleos essenciais de plantas condimentares e medicinais contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Campinas, v.15, n.3, 373-379, 2013.
- MONTES, S. S.; NETA, L. G. S.; CRUZ, R. S. Óleos essenciais em embalagens para alimentos – Revisão de literatura de 2000 a 2012. Perspectivas da Ciência e Tecnologia, v.5, n. 1/2, 11 p., 2013.
- MORAES, A. R. F.; GOUVEIA, L. E. R.; SOARES, N. F. F.; SANTOS, M. M. S.; GONÇALVES, M. P. J. C. Desenvolvimento e avaliação de filme antimicrobiano na conservação de manteiga. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 33-36, 2007.
- MORAES-LOVISON, M. *et al.* *Nanoemulsions encapsulating orégano essencial oil: Production, stability, antibacterial activity and incorporation in chicken pate*. Food Science and Technology, 233-240, 2017.
- MOREIRA, S. B. L. C.; GUIMARÃES-BRASIL, M. O.; HOLANDA-NETO, J. P.; SOUZA, M. C. M.; SOUZA, E. A. Avaliação *in vitro* da eficácia do óleo essencial do alecrim pimenta (*Lippia sidoides*) no combate a varrose em *Apis mellifera* L. Revista Verde, Pombal – PB, v. 11, n. 1, p. 1-6, 2016.
- NASCIMENTO, J. M. L.; CAVALCANTE, M. B.; AMARANTE, J. F.; KREWER, C. C.; COSTA, M. M. Ação antimicrobiana de óleo essencial frente a cepas bacterianas contaminantes de alimentos. Acta Veterinaria Brasilica, v. 8, n. 3, 221-225, 2014.
- NAZZARO, F.; FRATIANNI, F.; MARTINO, L.; COPPOLA, R.; FEO, V. *Effect of essential oils on pathogenic bacteria*. Pharmaceuticals, v. 6, n. 12, 1451-1474, 2013.
- NEGI, P. S. *Review: Plant extracts for the control of bacterial growth: Efficacy, stability and safety issues for food application*. International Journal of Food Microbiology, 7-17, 2012.
- OLIVEIRA, J. D. *et al.* *Chemical composition of essential oil extracted from leaves of Campomanesia adamantium subjected to different hydrodistillation times*. Ciência Rural, 7 p., 2017.

- OLIVEIRA, M. A. C. Investigação das propriedades anticariogênicas de óleos essenciais: atividade antimicrobiana e caracterização química. Dissertação (Mestrado em Biopatologia Bucal). São José dos Campos, SP: Universidade Estadual Paulista, 97 p., 2012.
- 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, 16 p., 2009.
- PARENTE, E. J. S. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: Tecbio, 2003.
- PIRES, T. C. & PICCOLI, R. H. Efeito inibitório de óleos essenciais do gênero *Citrus* sobre o crescimento de microrganismos. São Paulo, SP: Revista Instituto Adolfo Lutz, 259-265, 2012.
- PELLISSARI, F. M.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F.; PINEDA, E. A. G. *Antimicrobial, mechanical, and barrier properties of cassava starch-chitosan films incorporated with orégano essential oil*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 7499-7504, 2009.
- PEREIRA, A. A.; PICCOLI, R. H.; BATISTA, N. N.; CAMARGOS, N. G.; OLIVEIRA, M. M. M. Inativação termoquímica de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella enterica* Enteritidis por óleos essenciais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 44, n.11, 2022-2028, 2014.
- PRUDENTE, R. C. C. & MOURA, R. B. Evidências científicas para a indicação popular de algumas espécies da família *Rutaceae* no tratamento de doenças respiratórias na região Sudeste do Brasil. *Ifarma, Ciências Farmacêuticas*, v. 25, n. 1, 8 p., 2013.
- RÍOS, J. L. & RECIO, M. C. *Medicinal plants and antimicrobial activity*. *Journal of Ethnopharmacology*, 80-84., 2005.
- 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. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, 2014; v. 73, n. 4, 338-44., 2014.
- ROSA, C. S.; VERAS, K. S.; SILVA, P. R.; LOPES NETO, J. J.; CARDOSO, H. L. M.; ALVES, L. P. L.; BRITO, M. C. A.; AMARAL, F. M. M.; MAIA, J. G. S.; MONTEIRO, O. S.; MORAES, D. F. C. Composição química e toxicidade frente *Aedes aegypti* L. e *Artemia salina* Leach do óleo essencial das folhas de *Myrcia sylvatica* (G. Mey.) DC. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Campinas, v. 18, n. 1, 19-26., 2016.
- SANTOS, A. *et al.* Determinação do rendimento e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf em função de sazonalidade e consorciamento. *Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 436-441., 2009.
- SANTURIO, J. M.; SANTURIO, D. F.; POZZATTI, P.; MORAES, C.; FRANCHIN, P. R.; ALVES, S. H. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de orégano, tomilho e canela frente à sorovares de *Salmonella enterica* de origem avícola. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 3, 803-808, 2007.
- SILVA, A. A.; BERGAMO, L.; CAMARGO, L. P.; FERNANDES, C.; MUSSATO, D.; CANAZART, D.; FILHO, B. A. A. Atividade microbiológica de óleos essenciais obtidos por arraste a vapor. *Revista UNINGÁ Review*, vol. 20, n. 3, 33-39, 2014.
- SILVA, D. T.; BIANCHINI, N. H.; AMARAL, L. P.; LONGHI, S. J.; HEINZMANN, B. M. Análise do efeito da sazonalidade sobre o rendimento do óleo essencial das folhas de *Nectandra grandiflora* Nees. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 39, n. 6, 1065-1072, 2015.
- SILVA, J. B.; CANTON, D. R.; CASARIN, F.; FAION, A. M.; SONZA, E.; BORDIGNON, S. Desenvolvimento de sorvete de azeite de oliva extravirgem. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 5 p., 2016.
- SILVA, L. L.; HELDWEIN, L. G.; REETZ, L. G. B.; HÖRNER, R.; MALLMANN, C. A.; HEINZMANN, B. M. Composição química, atividade antibacteriana in vitro e toxicidade em *Artemia salina* do óleo essencial das inflorescências de *Ocimum gratissimum* L., *Lamiaceae*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 20, n. 5, 700-705, 2010.
- SILVEIRA, J. C.; BUSATO, N. V.; COSTA, A. O. S.; JUNIOR, E. F. C. Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. Goiânia, GO: Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, v.8, n.15, 2038-2052, 2012.
- SOARES, N. F. F.; SILVA, W. A.; PIRES, A. C. S.;

- CAMILLOTO, G. P.; SILVA, P. S. Novos desenvolvimentos e aplicações em embalagens de alimentos. *Revista Ceres*. 56(4), 370-378, 2009.
- SOUZA, L. P.; ZAGO, H. B.; PINHEIRO, P. F.; VALBON, W. R.; ZUIM, V.; PRATISSOLI, D. Composição química e toxicidade do óleo essencial de eucalipto sobre o ácaro-rajado. *Comunicata Scientiae*, v. 7, n. 4, 486-493, 2016.
- TAVARES, F. O. *et al.* Cobertura comestível adicionada de óleos essenciais de orégano e alecrim para uso em ricota. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora*, v. 69, n. 4, 249-257, 2014.
- YOKOMIZO, N. K. S. & NAKAOKA-SAKITA, M. Atividade antimicrobiana e rendimento do óleo essencial de *Pimenta pseudocaryophyllus* var. *pseudocaryophyllus* (Gomes) Landrum, *Myrtaceae*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Campinas*, v.16, n.3, 513-520, 2014.
- YUSOFF, Z. M.; NORDIN, M. N. N.; RAHIMAN, M. H. F.; ADNAN, R.; TAIB, M. N. *Characterization of Down-Flowing Steam Distillation System using Step Test Analysis*. *IEEE CSGRC*, 197-201, 2011.