Atividade antibacteriana dos óleos essenciais de Origanum vulgare (orégano) e de Thymus vulgaris (tomilho) contra bactérias patógenas isoladas de alimentos de origem animal: uma revisão sistemática

Antibacterial activity of Origanum vulgare (oregano) and Thymus vulgaris (thyme) essential oils against pathogenic bacteria isolated from foods of animal origin: a systematic review

Aline de Farias Diniz[1];
Bernadete Santos[2];
Mylena Medeiros Simões[3];
João Henrique Anizio de Farias[4];
Eduardo Xavier de França[5];
Millena de Sousa Alves[6];
Maria Alice Araújo de Medeiros[7];
Abrahão Alves de Oliveira Filho[8].

Resumo: As doenças de transmissão hídrica e alimentar, principalmente as ocasionadas por bactérias, continuam sendo um sério problema de saúde pública e os compostos naturais estão cada vez mais associados a estudos nesta temática devido ao seu potencial antibacteriano. A presente pesquisa objetivou analisar o conhecimento científico sobre o potencial antibacteriano dos óleos essenciais de *Origanum vulgare* e de *Thymus vulgaris* contra bactérias patógenas isoladas de alimentos de origem animal. Realizou-se uma revisão sistemática da literatura mediante busca nos periódicos eletrônicos da CAPES e nas bases de dados: Medline e LILACS, utilizando os descritores "antimicrobial x *Origanum vulgare* x food"; "antimicrobial x *Thymus vulgaris* x food"; "antibacteriano x *Origanum vulgare* x alimento"; "antibacteriano x *Thymus vulgaris* x alimento", no período de 2018 a 2023. Como resultado, foram selecionados 18 estudos, observando-se uma maior porcentagem de artigos sobre a atividade antimicrobiana do óleo essencial de tomilho. Em relação as espécies bacterianas, foram contabilizadas 12 gêneros e 14 espécies. Os gêneros *Salmonella*, *Staphylococcus* e *Escherichia* foram os mais utilizados nas pesquisas. Conclui-se que, os diferentes trabalhos citados na presente pesquisa, evidenciam a potencial aplicação dos óleos essenciais de tomilho e de orégano como método antibacteriano e antibiofilme.
Palavras-chave: fitoterapia; microbiologia; revisão; saúde única.

Abstract: Water-borne and food-borne diseases, especially those caused by bacteria, continue to be a serious public health problem and natural compounds are increasingly associated with studies on this subject due to their antibacterial potential. This research aimed to analyze scientific knowledge about the antibacterial potential of *Origanum vulgare* and *Thymus vulgaris* essential oils against pathogenic bacteria isolated from food of animal origin. A systematic review of the literature was carried out by searching CAPES electronic journals and the following databases: Medline and LILACS, using the descriptors "antimicrobial x *Origanum vulgare* x food"; "antimicrobial x *Thymus vulgaris* x food"; "antibacterial x *Origanum vulgare* x food"; "antibacterial x *Thymus vulgaris* x food", from 2018 to 2023. As a result, 18 studies were selected, with a higher percentage of articles on the antimicrobial activity of thyme essential oil. With regard to bacterial species, 12 genera and 14 species were counted. The genera *Salmonella*, *Staphylococcus* and *Escherichia* were the most used in the research. In conclusion, the various studies cited in this research show the potential application of thyme and oregano essential oils as antibacterial and antibiofilm methods.
Keywords: phytotherapy; microbiology; review; single health.
DOI: 10.61223/coopex.v15i01.434

[1] Doutoranda em Ciência e Saúde Animal pelo PPGCSA, UFCG, e-mail: dinizbio@yahoo.com.br; [2] Mestranda em Ciência e Saúde Animal pelo PPGCSA, UFCG, e-mail: bernadetes672@gmail.com; [3] Mestranda em Ciência e Saúde Animal pelo PPGCS, UFCG, e-mail: mylenamedeirossimoes@gmail.com; [4] Mestrando em Ciência e Saúde Animal pelo PPGCSA, UFCG, e-mail: henriqueanizio7@gmail.com; [5] Mestrando em Sistemas Agroindustriais pelo PPGSA, UFCG, e-mail: edulele_2@yahoo.com.br; [6] Doutoranda em Ciência e Saúde Animal pelo PPGCSA, UFCG, e-mail: millenaasouzaa@gmail.com; [7] Doutoranda Ciência e Saúde Animal pelo PPGCSA, UFCG, e-mail: medeirosallice22@gmail.com; [8] Doutor em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos pelo PPGCSA da UFPB, Professor do PPGCSA, UFCG, e-mail: abrahao.farm@gmail.com.

INTRODUÇÃO

As doenças de transmissão hídrica e alimentar (DTHA), principalmente as ocasionadas por bactérias, continuam sendo um sério problema de saúde pública. A ocorrência dessas doenças e a deterioração de alimentos aumentaram a conscientização sobre a necessidade urgente de garantir a qualidade e a segurança dos alimentos (Marques et al., 2023).

Os indutores de deterioração e os agentes patogênicos de grande preocupação para os surtos de doenças de origem alimentar, incluem principalmente, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* enterohemorrágica, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus* spp, *Staphylococcus aureus* e *Clostridium* spp. (Kalogianni et al., 2020).

Na indústria alimentar, esses grupos de bactérias podem estar presentes, em estado planctônico ou em biofilme (Carrascosa et al., 2021), podendo levar a perdas econômicas e/ou a um maior risco de contaminação cruzada e de doenças de origem alimentar (Li et al., 2020).

Somado a isso, temos outro problema que afeta a saúde pública em escala global: a resistência bacteriana aos antibióticos, que é a causa de centenas de milhares de mortes todos os anos (Urban-Chmiel, 2022).

Por conseguinte, nos últimos anos, os antimicrobianos naturais têm surgido como alternativas ecológicas, entre os quais, se encontram os óleos essenciais derivados de plantas (Somrani, Debbabi e Palop, 2022).

Os óleos essenciais são líquidos incolores, na sua maioria aromáticos e compostos orgânicos voláteis que ocorrem naturalmente em todas as regiões da planta (Bhavaniramya et al., 2019), podendo ser uma alternativa viável para o desenvolvimento de novos fármacos para o controle de microrganismos resistentes aos antibióticos tradicionais (Silva, Oliveira e Cruz, 2021).

Dois óleos essenciais tem despertado interesse em pesquisas nos últimos anos devido conter componentes bioativos que têm demonstrado efeitos antagônicos contra bactérias de origem alimentar, são o óleo essencial de *Origanum vulgare* (orégano) e o de *Thymus vulgaris* (tomilho) (Čabarkapa et al., 2019; Bartkiene et al., 2020; Listorti et al., 2020; Yasir et al., 2022).

Considerando a importância dos efeitos das plantas e do uso das mesmas com a finalidade antibacteriana, a presente pesquisa teve como objetivo realizar uma revisão sistemática para avaliar a atividade antibacteriana dos óleos essenciais de *O. vulgare* e de *T. vulgaris* contra bactérias patógenas isolados de alimentos de origem animal.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo, trata-se de uma revisão sistemática que foi conduzida conforme as recomendações PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Moher et al., 2015). Para a elaboração deste trabalho foram seguidas as seguintes etapas: formulação de uma pergunta, coleta de dados (identificação), risco de viés, seleção (exclusão e inclusão), definição das características de elegibilidade e análise das evidências selecionadas.

Elaboração da pergunta

A formulação da pergunta baseou-se na estratégia PICO, que representa um acrônimo para População alvo, a Intervenção, Comparação e "Outcomes" (desfechos). População de interesse ou problema de saúde (P) corresponde à: bactérias patógenas isoladas de alimentos de origem animal; intervenção (I): uso de *Origanum vulgare* (orégano) ou de *Thymus vulgaris* (tomilho); comparação (C): atividade antimicrobiana; outcome (O): efeito antimicrobiano sobre bactérias patógenas isoladas de alimentos.

Os óleos de *Origanum vulgare* (orégano) e *Thymus vulgaris* (tomilho) agem como antimicrobianos frente à quais espécies de bactérias patógenas isoladas de alimentos?

Coleta de dados

O levantamento dos artigos foi realizado em julho de 2023. Os dados do presente trabalho foram coletados na literatura disponível nos periódicos eletrônicos da CAPES e nas bases de dados: Medline e LILACS.

Utilizou-se como estratégia de busca a combinação de descritor e operador booleano: (antimicrobial) and (*Origanum vulgare*) and (food); (antimicrobial) and (*Thymus vulgaris*) and (food); (antibacteriano) and (*Origanum vulgare*) and (alimento); (antibacteriano) and (*Thymus vulgaris*) and (alimento).

Para análise bibliográfica foram selecionados trabalhos originais publicados no período de 2018 a 2023, em seguida os conteúdos dos bancos de dados no formato Ris foram exportados para um gerenciador de referências bibliográficas (Mendeley), e excluídos os trabalhos duplicados.

Risco de viés

A qualidade dos métodos utilizados no estudo incluído foi avaliada pelo revisor de forma independente (BS), de acordo com a recomendação PRISMA (Moher et al., 2015). A avaliação priorizou a descrição clara das informações. Neste ponto, a revisão foi realizada às cegas, mascarando os nomes dos autores e revistas, evitando qualquer viés potencial e conflito de interesses.

Critério de exclusão e inclusão

As seguintes características foram utilizadas para excluir artigos da revisão sistemática: (I) artigos de revisão bibliográfica, narrativa ou sistemática; (II) livros, resumos simples ou expandido publicados em congresso e/ou conferência; (III) artigos que não descreviam a origem das bactérias ou que utilizaram apenas cepas padrão; (IV) falta de informação sobre a atividade antimicrobiana de *Origanum vulgare* (orégano) ou de *Thymus vulgaris* (tomilho) frente às bactérias patógenas de alimentos de origem animal. Como critério de aceitação o artigo precisava conter: (I) Testes antimicrobianos com o óleo essencial de *Origanum vulgare* (orégano) e/ou de *Thymus vulgaris* (tomilho) contra cepas bacterianas patógenas isoladas de alimentos de origem animal e (II) escrita em inglês ou português.

Análise dos dados

A extração dos dados para o processo de elegibilidade dos estudos foi realizada utilizando-se uma ficha própria para revisão sistemática elaborada por dois pesquisadores em Programa Excel®, na qual os dados extraídos foram adicionados por um dos pesquisadores e, então, conferidos por outro pesquisador. Inicialmente foram selecionados de acordo com o título; em seguida, os resumos foram analisados e apenas os que fossem potencialmente elegíveis foram selecionados. Com base nos resumos, artigos foram selecionados para leitura integral, foram admitidos os que atendiam a todos os critérios pré-determinados.

Inicialmente o revisor de elegibilidade foi calibrado para a realização da revisão sistemática por BS. Após a calibração e esclarecimentos de dúvidas, os títulos e resumos foram examinados pelos revisores de elegibilidade (BS), de forma independente, os quais não estavam cegos para o nome dos autores e das revistas. Aqueles que apresentaram um título dentro do âmbito, mas os resumos não estavam disponíveis, também foram obtidos e analisados na íntegra. Posteriormente, os estudos elegíveis preliminarmente tiveram o texto completo obtido e avaliado.

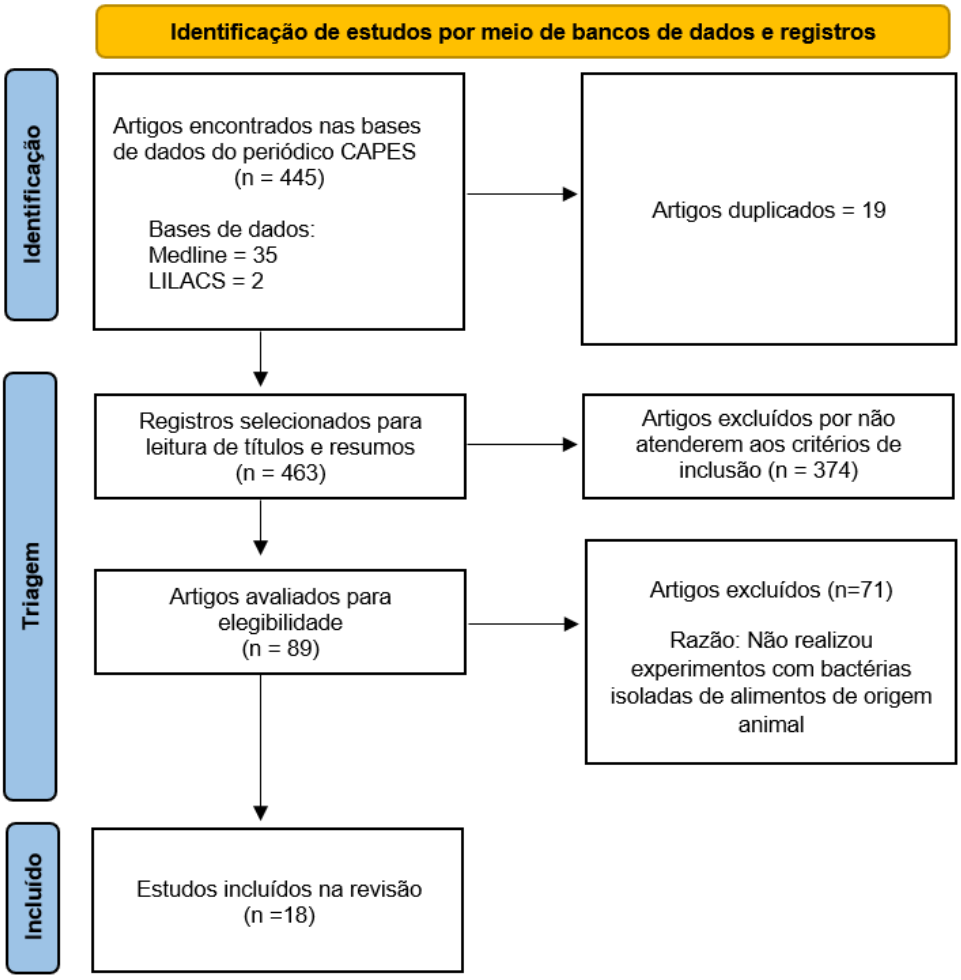
Extração de dados dos documentos

Os dados extraídos dos artigos aceitos foram: o tipo de óleo essencial utilizado, as espécies bacterianas empregadas, a autoria e o ano de publicação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foram selecionados 482 artigos, dimensionado para 463 após exclusão por repetição; em seguida, os títulos e resumos foram analisados e 374 trabalhos foram excluídos, pois não pertenciam ao escopo da proposta da pesquisa. Sendo então admitidos para a análise final 89 artigos, dos quais, 18 foram inclusos na presente pesquisa (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma da estratégia abordada para selecionar os artigos. Autoria: Diniz, 2023.



Dos artigos selecionados, 55,55% realizaram pesquisas com o óleo essencial de *Thymus vulgaris*, 16,67% desenvolveram experimentos com o óleo essencial de *Origanum vulgare*, enquanto que, 27,78% utilizaram os óleos essenciais de *T. vulgaris* e de *O. vulgare* no mesmo trabalho (Tabela1).

Tabela 1: Detalhamento dos artigos analisados.

Autoria e ano de publicação	**Óleo(s) essencial utilizado(s) no estudo**	**Espécie(s) bacteriana(s) de origem alimentar animal utilizada no estudo**
Diniz et al., 2023	*Thymus vulgaris*	*Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus saprophyticus*
Sateriale et al., 2023	*Thymus vulgaris*	*Salmonella enterica* subsp. *enterica* Serovar Typhimurium e *Bacillus cereus*
Ersanli et al., 2023	*Origanum vulgare*	*Staphylococcus aureus*
Yasir et al., 2022	*Thymus vulgaris* / *Origanum vulgare*	*Escherichia*, *Enterobacter* spp., *Citrobacter* spp., *Proteus* spp., *Pseudomonas* ssp., *Klebsiella* spp. e *Staphylococcus*.
Sateriale et al., 2022	*Thymus vulgaris*	*Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*
Lauteri et al., 2022	*Thymus vulgaris*	*Salmonella* spp. (*S.* Typhimurium, *S.* Enteritidis, *S.* Rissen, *S.* Typhi e *S.* Derby)
Tardugno et al., 2022	*Thymus vulgaris*	*Listeria monocytogenes*
Campos et al., 2022	*Origanum vulgare*	*Staphylococcus aureus* multirresistente e *Escherichia coli*
Galovičová et al., 2021	*Thymus vulgaris*	*Pseudomonas fluorescens* e *Salmonella enteritidis*
Jaber et al., 2021	*Thymus vulgaris*	*Escherichia coli*
Ahmed et al., 2021	*Thymus vulgaris*	*Escherichia coli*
Ed-dra et al., 2021	*Thymus vulgaris*	*Salmonella enterica* (*S.* Typhimurium, *S.* Kentucky, *S.* Corvallis e *S.* Saintpul)
Bartkiene et al., 2020	*Thymus vulgaris* / *Origanum vulgare*	*Salmonella enterica*
Listorti et al., 2020	*Thymus vulgaris* / *Origanum vulgare*	*Salmonella* (*S.* Oranienburg, *S.* Saintpaul. *S.* Typhimurium, *S.* Colindale, *S.* Branderbourg, *S.* Minnesota, *S.* Coeln, *S. salamae*, S. *diarizonae*)
Čabarkapa et al., 2019	*Thymus vulgaris* / *Origanum vulgare*	*Salmonella* Enteritidis
Quendera, Barreto e Semedo-Lemsaddek, 2018	*Thymus vulgaris*	*Enterococus faecalis*
Pellegrini et al., 2018	*Thymus vulgaris* / *Origanum vulgare*	*Pseudomonas fluorescens*, *Staphylococcus aureus*, *Brochothrix thermosphacta*, *Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium, *Enterococcus faecium* e *Listeria monocytogenes*.

Rossi et al., 2018	*Origanum vulgare*	*Pseudomonas fluorescens*

Essa seleção de 18 artigos nos último 5 anos demonstrou o interesse crescente pelo conhecimento antibacteriano dos óleos desses vegetais e isso deve estar relacionado à procura por métodos alternativos influenciada pela resistência de bactérias aos antibióticos disponíveis no mercado. O número crescente de bactérias resistentes a antimicrobianos, juntamente com o escasso número de antimicrobianos aprovados nas últimas décadas, é alarmante (Cebrián et al., 2023). Apesar dos enormes esforços da comunidade internacional na pesquisa de antimicrobianos, apenas alguns medicamentos foram recentemente aprovados para uso clínico (Heuretzbacher et al., 2020) o que torna extremamente importante a pesquisa por novos métodos alternativos que possam ser eficazes frente aos patógenos.

Em relação às bactérias, temos um total de 12 gêneros e 14 espécies, que foram alvo de estudo nos artigos analisados, sendo os gêneros *Salmonella*, *Staphylococcus* e *Escherichia* os mais utilizados nas pesquisas. Isso pode ser justificado pelo fato desses gêneros englobarem alguns dos patógenos bacterianos mais comuns transmitidos por alimentos, que são: *Salmonella* Typhimurium patogênica, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* (Lu et al., 2019).

De acordo com a listagem da presente pesquisa, recentemente, foi publicada uma pesquisa utilizando óleo essencial de *T. vulgaris* contra cepas de *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus saprophyticus* isoladas de produtos cárneos (Diniz et al., 2023). Os autores avaliaram a atividade antibacteriana através da CIM e da CBM pelo método de microdiluição em caldo. O óleo de tomilho apresentou uma forte atividade inibitória, com valores de CIM variando entre 64 a 512 µg/mL; e, atividade bactericida para a maioria das cepas, com valores de CBM entre 256 e 1.024 µg/mL. Também foi avaliado o efeito antiaderente através da técnica de caldo em tubos de vidro, que resultou na inibição do crescimento de todas as cepas.

Sateriale e colaboradores (2023) realizaram o estudo sobre a eficácia antimicrobiana e antibiofilme do óleo essencial de *T. vulgaris* frente a cepas de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* Serovar Typhimurium isolada de carne picada de frango e de *Bacillus cereus* isolada de carne picada de porco. A eficácia antimicrobiana foi avaliada pelo método de difusão em poços de ágar, onde observaram uma excelente atividade antimicrobiana, com o diâmetro médio da zona de inibição variando entre 18 a 27 mm para *S.* Typhimurium e entre 25 a 37 mm para *B. cereus* em diferentes concentrações (25, 50 e 100 µL). O óleo apresentou efeitos bactericida e bacteriostático mais elevados contra *B. cereus* (CIM de 10 µL mL^{-1} e CBM 80 µL mL^{-1}) e a atividade antibiofilme, a qual foi avaliada pelo método da placa de cultura de tecidos, mostrou que o óleo foi ativo no combate à formação de biofilme por *S.* Typhimurium e *B. cereus*.

Ainda em 2023, foi realizado um trabalho utilizando o óleo essencial de *O. vulgare* contra cepas de *S. aureus* isoladas de leite de cabra (Ersanli et al., 2023). Os autores avaliaram a atividade

antimicrobiana através da CIM pelo método de difusão em disco de Kirby-Bauer e de microdiluição em caldo, tendo como resultado valores da zona de inibição variando entre 6,31 e 25,08 mm. O efeito antibiofilme foi avaliado por ensaios em placas de microtitulação. O óleo de orégano demonstrou grande atividade na inibição do crescimento de diferentes cepas de *S. aureus*, bem como na inibição da formação de biofilme dessas cepas.

No ano de 2022, Yasir e co-autores, através do método de difusão em disco, testaram os óleos essenciais de tomilho e de orégano frente às cepas bacterianas multirresistentes isoladas de leite cru. Os óleos essenciais mostraram uma ampla gama de atividade antimicrobiana contra as bactérias, exceto frente à *Pseudomonas* ssp. O óleo de tomilho foi o mais eficaz contra a maioria das cepas, e formou a maior zona de inibição (26 mm) contra *E. coli*, enquanto que a maior zona de inibição (18 mm) do óleo de orégano foi contra *Staphylococcus*.

Mais uma vez, Sateriele e colaboradores (2022), realizaram um estudo com *T. vulgaris*. Desta vez, utilizaram cepas de *E. coli* e de *S. aureus* isoladas de carne moída de frango. Através dos métodos de difusão em poços de ágar e de diluição em tubos, observou-se que o óleo essencial de tomilho é capaz de inibir o crescimento das bactérias testadas, especialmente na fase de vapor. Os ensaios quantitativos confirmaram apreciáveis efeitos bactericida e bacteriostático para ambas espécies bacterianas (CIM de 20 $\mu L\ mL^{-1}$ e CBM de 100 $\mu L\ mL^{-1}$ para *E. coli* e CIM de 20 $\mu L\ mL^{-1}$ e CBM de 80 $\mu L\ mL^{-1}$ para *S. aureus*).

Lauteri e colaboradores (2022), observaram o efeito antibacteriano do óleo essencial de *T. vulgaris* frente às cepas de *S. enterica* isoladas de suínos. As concentrações inibitórias mínimas e as concentrações bactericidas mínimas foram determinadas por ensaio de microdiluição em caldo, onde os valores variaram de <0,31 a 5 µl/ml, e de 0,625 a 2,5 µl/ml, respectivamente.

O óleo essencial de tomilho também exerceu atividade antimicrobiana frente às cepas de *L. monocytogenes* isoladas de carne e de produtos à base de carne (Tardugno et al., 2022). Neste estudo, três diferentes técnicas de cobertura do solo (com ervas, com filme plástico e com palha) foram testadas para verificar sua influência na composição química dos óleos essenciais de *T. vulgaris*. Os resultados evidenciaram uma boa atividade antimicrobiana contra estirpes alimentares do agente patogênico *L. monocytogenes*, com diferenças relacionadas com a composição, onde o óleo obtido pelas plantas cobertas com erva apresentou os melhores resultados, com CIM de 2,5 µl/ml.

Campos e colaboradores (2022), avaliaram o efeito antimicrobiano do óleo essencial de *O. vulgare* contra *E. coli* e *S. aureus* em queijos “Minas” durante a maturação. Para isso, os queijos foram produzidos e contaminados artificialmente com estirpes de *E. coli* enteropatogênica e *S. aureus* multirresistente isoladas de queijo "Minas" de leite cru comercializado no Brasil. O óleo essencial de orégano na concentração de 0,02% (v/v) demonstrou atividade antibacteriana, com eliminação total de todas as cepas testadas até o sexto dia de maturação.

Galovičová e colaboradores (2021) avaliaram a atividade antimicrobiana do tomilho frente ao biofilme de cepas de *P. fluorescens* e de *S. enteritidis* isoladas, respectivamente, de peixe e de carne. Utilizaram o método do teste de difusão em disco e observaram uma atividade inibitória muito forte para ambos biofilmes, com uma zona de inibição média de 22,44 e 16,67 mm para *P. fluorescens* e *S. Enteritidis*, respectivamente. Os menores valores de CIM foram para *P. fluorescens*, 97,78 e 108,82 e os maiores para *S. Enteritidis*, 274,37 e 311,56.

Estirpes de *E. coli* foram testadas frente ao tomilho. Jaber e colaboradores (2021), através do método de difusão em disco avaliou o efeito do óleo de tomilho frente às estirpes isoladas de vários órgãos de peru, variando o valor ao longo dos órgãos. Apresentando uma maior atividade antibacteriana contra *E. coli* isolada da garganta, com um valor de diâmetro da zona de inibição de 23,33 mm. Os valores de CIM e CBM foram de 1/3000 para ambos, obtendo a razão de CBM/CIM igual a 1, caracterizando-o como bactericida. Já Ahmed e co-autores (2021), utilizaram cepa de *E. coli* de origem láctea e também observaram uma extrema sensibilidade ao óleo de tomilho, onde na menor concentração (0,001%) apresentou o diâmetro da zonas de inibição de 22 mm.

Ainda em 2021, foram utilizados sorotipos de *S. enterica* extraídas de salsicha de boi e salsicha de peru. Os resultados obtidos para o ensaio de difusão em disco mostraram que todas as estirpes de *Salmonella* testadas foram susceptíveis à atividade do óleo de *T. vulgaris*, com resultados satisfatórios para o método de difusão em disco (os diâmetros de inibição variaram entre 24 ± 0,4 mm e 32 ± 0,6 mm, sendo considerada uma atividade forte) (Ed-Dra. et al., 2021). Os resultados obtidos pelos ensaios de microdiluição confirmaram a atividade antimicrobiana do óleo de tomilho observada no teste de difusão em disco de ágar, e em pormenor, todas as estirpes testadas mostraram a mesma suscetibilidade ao óleo, com o valor de CIM de 0,5% e de CBM de 1%.

Um outro estudo, também utilizando cepas de *S. enterica*, sendo estas isoladas de carne de galinha e, através do método de microdiluição, comparou as CIM dos óleos de orégano e de tomilho, e observaram que o óleo de orégano não inibiu as estirpes de *Salmonella* em nenhuma das concentrações testadas (0,1%, 0,2%, 0,5% e 1,0%), enquanto que, o óleo de tomilho na concentração 0,2% inibiu duas estirpes de *Salmonella*, na de 0,5% inibiu três estirpes, e na de 1,0% inibiu todas as cinco estirpes testadas (Bartkiene et al., 2020).

Já Listorti e co-autores (2020), testaram a atividade antimicrobiana dos óleos essências de *T. vulgaris* e *O. vulgare* contra 25 estirpes de *Salmonella* isoladas de peru, de frango, de hamburguer de bezerro e de fígado de javali. Avaliaram a atividade antimicrobiana através do método de difusão de ágar de Kirby-Bauer, seguido da determinação da concentração inibitória mínima e das concentrações bactericidas mínimas pelo método de microdiluição em caldo. O óleo de orégano mostrou um melhor potencial antimicrobiano, com o diâmetro da zona de inibição variando de 10,3 a 23,3 mm, e os valores

de CIM e de CBM variando entre 0,012 e 0,2 %v/v. Enquanto que o óleo de tomilho apresentou uma variação de inibição entre 7 a 18,3 mm, e os valores de CIM e CBM variando entre 0,05 a 0,2 %v/v.

A pesquisa de Čabarkapa e colaboradores (2019) testou os óleos essenciais de tomilho e de orégano frente às estirpes de *Salmonella* Enteritidis isoladas de aves de capoeira. Através do método de microdiluição em placas de 96 poços, foi observado um efeito antimicrobiano signicativo para ambos os óleos, os quais apresentaram CIM e CBM nos valores de 0,156 e 0,3125 $\mu l/ml^{-1}$, respectivamente. Também foram obtidos resultados sobre a inibição da formação de biofilme em placas de microtitulação, nos quais os óleos investigados apresentaram efeitos inibitórios na formação de biofilme e na diminuição da atividade metabólica.

Quendera, Barreto e Semedo-Lemsaddek (2018) avaliaram a atividade antimicrobiana do óleo essencial de *T. vulgaris* contra duas cepas de *E. faecalis* isoladas de salsichas fermentadas através do método de difusão em disco. Foi observado zonas de inibição, as quais apresentaram o diâmetro de 20 e 26,7 mm, indicando um excelente efeito antimicrobiano. Pelo método de microdiluição em caldo, obtiveram CIM no valor de 0,19 mg/ml para ambas as cepas e CBM nos valores de 1,9 e 3,8 mg/ml. Para avaliar o efeito anti-biofilme, as bactérias em estado de biofilme foram submetidas a 30 min ou 1 h de exposição ao óleo essencial e a capacidade de erradicação foi estimada por contagem de colônias. Foi observado que o óleo essencial de tomilho não foi capaz de erradicar com sucesso biofilmes produzidos por enterococos, nas condições investigadas.

Pellegrini e colaboradores (2018) testaram os óleos de tomilho e de orégano frente às cepas de: *Pseudomonas fluorescens e Staphylococcus aureus* (isoladas de produtos lácteos); *Brochothrix thermosphacta* (isolada de carne de aves de capoeira); *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Typhimurium (isoladas de carne); *Enterococcus faecium* (isolada de peixe); e, *Listeria monocytogenes* (isolada de produtos cárneos). A CIM e a CBM dos óleos foram investigadas pelo método de microdiluição, e foram observados os mesmos valores para ambas concentrações, as quais variaram de 1,25 a 10 µL/mL para *O. vulgare*, e de 1,25 a 5 µL/mL para *T. vulgaris*. Os resultados obtidos estabeleceram que o óleo de tomilho apresenta potencial antimicrobiano melhor que o óleo de orégano.

Por fim, Rossi e co-autores (2018) utilizaram estirpes de *P. fluorescens* isoladas de queijo mussarela com o objetivo de avaliar os efeitos do óleo essencial de *O. vulgare* na formação e erradicação de biofilme. O método de microdiluição foi utilizado para determinar as concentrações inibitória e bactericida mínimas do óleo de orégano, que variou entre 10 e 40 $\mu l/ml^{-1}$. No presente estudo também foi demonstrado que uma concentração de 5 $\mu l/ml^{-1}$ do óleo influenciou não só o crescimento e a motilidade de *P. fluorescens*, mas também a capacidade de formar biofilme e, em menor grau, a erradicação do biofilme a 10°C, evidenciando o potencial antibacteriano e antibiofilme do óleo essencial de orégano.

Diante dos dados deste levantamento, observou-se que o estudo de fitoterápicos tem sido considerado mundialmente importante. Isso pode ser em virtude da presença de substâncias menos tóxicas e mais eficazes contra a resistência bacteriana (Oliveira et al., 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os artigos analisados demonstraram potencial antibacteriano e antibiofilme dos óleos essenciais de *T. vulgaris* e *O. vulgare* para a maioria das bactérias estudadas. Apesar dos resultados satisfatórios, o presente trabalho fornece um arcabouço teórico que vem a fortalecer a área, bem como servir de base para estudos futuros, reconhecendo que as investigações até o momento ainda são insuficientes, havendo lacunas a serem avaliadas.

REFERÊNCIAS

AHMED, L. I.; IBRAHIM, N.; ABDEL-SALAM, A. B.; FAHIM, K. M. Potential application of ginger, clove and thyme essential oils to improve soft cheese microbial safety and sensory characteristics. **Food Bioscience**. v. 42, ID: 101177, 2021. Doi: https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101177

BARTKIENE, E.; RUZAUSKAS, M.; BARTKEVICS, V.; PUGAJEVA, I.; ZAVISTANAVICIUTE, P.; STARKUTE, V.; ZOKAITYTE, E.; LELE, V.; DAUKSIENE, A.; GRASHORN, M.; HOELZLE, L.E.; MENDYBAYEVA, A.; RYSHYANOVA, R.; GRUZAUSKAS, R. Study of the antibiotic residues in poultry meat in some of the EU countries and selection of the best compositions of lactic acid bacteria and essential oils against *Salmonella enterica*. **Poultry Science**. v. 99, n. 8, p. 4065-4076, 2020. Doi: https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.05.002

BHAVANIRAMYA, S.; VISHNUPRIYA, S.; AL-ABOODY, M. S.; VIJAYAKUMAR, R.; BASKARAN, D. Role of essential oils in food safety: Antimicrobial and antioxidant applications. **Grain & Oil Science and Technology**. v. 2, n. 2, p. 49-55, 2019.

ČABARKAPA, I.; ČOLOVIĆ, R.; ĐURAGIĆ, O.; POPOVIĆ, S.; KOKIĆ, B.; MILANOV, D.; PEZO, L. Anti-biofilm activities of essential oils rich in carvacrol and thymol against *Salmonella* Enteritidis. **Biofouling**. v. 35, n. 3, p. 361-375, 2019. doi: 10.1080/08927014.2019.1610169

CAMPOS, A. C. L. P.; NANDI, R. D. S.; SCANDORIEIRO, S.; GONÇALVES, M. C.; REIS, G. F.; DIBO, M.; MEDEIROS, L. P.; PANAGIO, L. A.; FAGAN, E. P.; KOBAYASHI, R. K. T.; NAKAZATO, G. Antimicrobial effect of *Origanum vulgare* (L.) essential oil as an alternative for conventional additives in the Minas cheese manufacture. **LWT - Food Science and Technology**. v. 157, ID: 113063, 2022. Doi: 10.1016/j.lwt.2021.113063

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, 2014, 2021.

CEBRIÁN, R.; LUCAS, R.; FERNÁNDES-CANTOS, M. V.; SLOT, K.; PeÑALVER, P.; MARTÍNEZ-GARCIA, M.; PÁRRAGO-LEO, A.; PAZ, M.V.; GARCÍA, F.; KUIPERS, O. P.; MORALES, J. C. Synthesis and antimicrobial activity of aminoalkyl resveratrol derivatives inspired by

cationic peptides. **Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry**. v. 38, n. 1, p. 267-281, 2023.

DINIZ, A. F.; SANTOS, B.; NÓBREGA, L. M. M. O.; SANTOS, V. R. L.; MARIZ, W. S.; CRUZ, P. S. C.; NÓBREGA, R. O.; SILVA, R. L.; PAULA, A. F. R.; SANTOS, J. R. D. A.; PESSÔA, H. L. F.; OLIVEIRA-FILHO, A. A. Antibacterial activity of *Thymus vulgaris* (thyme) essential oil against strains of *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* and *Staphylococcus saprophyticus* isolated from meat product. **Brazilian journal of biology**. v. 83: e275306, 2023. Doi: https://doi.org/10.1590/1519-6984.275306

ED-DRA, A.; NALBONE, L.; FILALI, F. R.; TRABELSI, N.; EL MAJDOUB, Y. O.; BOUCHRIF, B.; GIARRATANA, F.; GIUFFRIDA, A. Comprehensive Evaluation on the Use of *Thymus vulgaris* Essential Oil as Natural Additive against Different Serotypes of *Salmonella enterica*. **Sustainability**. v. 13, ID: 4594, 2021. https://doi.org/ 10.3390/su13084594

ERSANLI, C.; TZORA, A.; SKOUFOS, I.; FOTOU, K.; MALOUPA, E.; GRIGORIADOU, K.; VOIDAROU, C.; ZEUGOLIS, D. I. The Assessment of Antimicrobial and Anti-Biofilm Activity of Essential Oils against *Staphylococcus aureus* Strains. **Antibiotics**. v. 12, n. 384, 2023. Doi: https://doi.org/10.3390/antibiotics12020384

GALOVICOVÁ, L.; BOROTOVÁ, P.; VALKOVÁ, V.; VUKOVIC, N. L.; VUKIC, M.; ŠTEFÁNIKOVÁ, J.; DÚRANOVÁ, H.; KOWALCZEWSKI, P. L.; CMIKOVÁ, N.; KACÁNIOVÁ, M. *Thymus vulgaris* Essential Oil and Its Biological Activity. **Plants**. v. 10, n. 1959, 2021. Doi: https://doi.org/10.3390/plants10091959

HEURETZBACHER, U.; BUSH, K.; HARBARTH, S.; PAUL, M.; REX, J. H.; TACCONELLI, E.; THWAITES, G. E. Análise crítica de antibacterianosagentes no desenvolvimento clínico. **Nature Reviews Microbiology**. v. 18, n. 5, p.286-298, 2020.

JABER, H.; OUBIHI, A.; OURYEMCHI, I.; BOULAMTAT, R.; OUBAYOUCEF, A.; BOURKHISS, B.; OUHSSINE, M. Chemical Composition and Antibacterial Activities of Eight Plant Essential Oils from Morocco against *Escherichia coli* Strains Isolated from Different Turkey Organs. **Biochemistry research international**. 6685800, 2021. Doi: https://doi.org/10.1155/2021/6685800

KALOGIANNI, A. I.; LAZOU, T.; BOSSIS, I.; GELASAKIS, A. I. Natural Phenolic Compounds for the Control of Oxidation, Bacterial Spoilage, and Foodborne Pathogens in Meat. **Foods**. v. 9, n. 794, 2020.

LAUTERI, C.; MAGGIO, F.; SERIO, A.; FESTINO, A. R.; PAPARELLA, A.; VERGARA, A. Overcoming Multidrug Resistance in *Salmonella* spp. Isolates Obtained From the Swine Food Chain by Using Essential Oils: An in vitro Study. **Frontiers in Microbiology**. v. 12, ID: 808286, 2022. Doi: 10.3389/fmicb.2021.808286

LI, H.; SUN, X.; LIAO, X.; GÄNZLE, M. Control of Pathogenic and Spoilage Bacteria in Meat and Meat Products by High Pressure: Challenges and Future Perspectives. **Comprehensive Reviews** in **Food Science and Food Safety**. v. 19, p. 3476-3500, 2020.

LISTORTI, V.; BATTISTINI, R.; ERCOLINI, C.; TRAMUTA, C.; RAZZUOLI, E.; VENCIA, W.; DECASTELLI, L.; GALLINA, S.; MASOTTI, C.; SERRACCA, L. In Vitro Susceptibility of Multidrug Resistant Strains of *Salmonella* to Essential Oils. **Natural Product Communications**. v. 15, n.1, 2020. Doi:10.1177/1934578X19878904

LU, C.; GAO, X.; CHEN, Y.; REN, J.; LIU, C. Aptamer-based lateral flow test strip for the simultaneous detection of *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus*. **Analytical Letters**. v. 53, n. 4, p. 646-659, 2020. Doi: 10.1080/00032719.2019.1663528

MARQUES, J. M.; SERRANO, S.; SELMI, H.; COTOVIO, P. G.; SEMEDO-LEMSADDEK, T. Antimicrobial and Antibiofilm Potential of *Thymus vulgaris* and *Cymbopogon flexuosus* Essential Oils against Pure and Mixed Cultures of Foodborne Bacteria. **Antibiotics**. v. 12, n. 565, 2023. Doi: https://doi.org/10.3390/ antibiotics12030565

MOHER, D.; SHAMSEER, L.; CLARKE, M.; GHERSI, D.; LIBERATI, A.; PETTICREW, M.; SHEKELLE, P.; STEWART, L. A.; PRISMA-P GROUP. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic reviews**. v. 4, n. 1, 2015. Doi: https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1

OLIVEIRA, S. C. C.; NISHI, L.; MANTOVANI, D.; MATEUS, G. A. P.; SANTOS, T. R. T.; BAPTIST, A. T. A.; BERGAMASCO, R. Extratos de plantas brasileiras no controle da bactéria

Staphylococcus aureus causadora da mastite contagiosa em bovinos leiteiros. **Revista Tecnológica**. v. 27, n. 1, p. 48-58, 2019.

PELLEGRINI, M.; RICCI, A.; SERIO, A.; CHAVES-LÓPEZ, C.; MAZZARRINO, G.; D'AMATO, S.; LO STERZO, C.; PAPARELLA, A. Characterization of Essential Oils Obtained from Abruzzo Autochthonous Plants: Antioxidant and Antimicrobial Activities Assessment for Food Application. **Foods**. v. 7(2), n.19, 2018. Doi: 10.3390/foods7020019.

QUENDERA, A. P.; BARRETO, A. S.; SEMEDO-LEMSADDEK, T. Antimicrobial activity of essential oils against foodborne multidrug-resistant enterococci and aeromonads in planktonic and biofilm state. **Food science and technology international**. v. 25, n. 2, p. 101-108, 2019. Doi: https://doi.org/10.1177/1082013218799027

ROSSI, C.; CHAVES-LOPEZ, C.; SERIO, A.; ANNIBALLI, F.; VALBONETTI, L.; PAPARELLA, A. Effect of *Origanum vulgare* essential oil on biofilm formation and motility capacity of *Pseudomonas fluorescens* strains isolated from discoloured Mozzarella cheese. **Journal of Applied Microbiology**. v. 124, p. 1220-1231, 2018. Doi: https://doi.org/10.1111/jam.13707

SATERIALE, D.; FORGIONE, G.; DE CRISTOFARO, G. A.; FACCHIANO, S.; BOSCAINO, F.; PAGLIUCA, C.; COLICCHIO, R.; SALVATORE, P.; PAOLUCCI, M.; PAGLIARULO, C. Towards Green Strategies of Food Security: Antibacterial Synergy of Essential Oils from *Thymus vulgaris* and *Syzygium aromaticum* to Inhibit *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* Pathogenic Food Isolates. **Microorganisms**. v. 10, ID: 2446, 2022. Doi: https://doi.org/10.3390/microorganisms10122446

SATERIALE, D.; FORGIONE, G.; DE CRISTOFARO, G. A.; PAGLIUCA, C.; COLICCHIO, R.; SALVATORE, P.; PAOLUCCI, M.; PAGLIARULO, C. Antibacterial and Antibiofilm Efficacy of Thyme (*Thymus vulgaris* L.) Essential Oil against Foodborne Illness Pathogens, *Salmonella enterica* subsp. enterica Serovar Typhimurium and *Bacillus cereus*. **Antibiotics**. v. 12: 485, 2023. Doi: https://doi.org/10.3390/ antibiotics12030485

SILVA, S. G.; OLIVEIRA, M. S. D.; CRUZ, J. N. Supercritical CO2 extraction to obtain *Lippia thymoides* Mart. & Schauer (Verbenaceae) essential oil rich in thymol and evaluation of its antimicrobial activity. **The Journal of Supercritical Fluids**. v. 168, ID: 105064, 2021.

SOMRANI, M.; DEBBABI, H.; PALOP, A. Antibacterial and Antibiofilm Activity of Essential Oil of Clove against *Listeria Monocytogenes* and *Salmonella Enteritidis*. **Food Science and Technology International**. v. 28, p. 331-339, 2022.

TARDUGNO, R.; SERIO, A.; PURGATORIO, C.; SAVINI, V.; PAPARELLA, A.; BENVENUTI, S. *Thymus vulgaris* L. essential oils from Emilia Romagna Apennines (Italy): phytochemical composition and antimicrobial activity on food-borne pathogens. **Natural Product Research**. v. 36, n. 3, p. 837-842, 2022. Doi: 10.1080/14786419.2020.1798666

URBAN-CHMIEL, R.; MAREK, A.; STĘPIEŃ-PYŚNIAK, D.; WIECZOREK, K.; DEC, M.; NOWACZEK, A.; OSEK, J. Antibiotic Resistance in Bacteria - A Review. **Antibiotics (Basel)**. v. 11, n. 8: 1079, 2022. Doi: 10.3390/antibiotics11081079.

YASIR, M.; NAWAZ, A.; GHAZANFAR, S.; OKLA, M. K.; CHAUDHARY, A.; AL, W. T.; AJMAL, M. N.; ABDELGAWAD, H.; AHMAD, Z.; ABBAS, F.; WADOOD, A.; MANZOOR, Z.; AKHTAR, N.; DIN, M.; HAMEED, Y.; IMRAN, M. Anti-bacterial activity of essential oils against multidrug-resistant foodborne pathogens isolated from raw milk. **Brazilian Journal of Biology**. v. 84, ID:e259449, 2022. Doi: https://doi.org/10.1590/1519-6984.259449