

**POTENCIAL
ANTIBACTERIANO DO ÓLEO
ESSENCIAL DE ORIGANUM
VULGARE RICO EM
CARVACROL EM
COMPARAÇÃO À
CLOREXIDINA NO
CONTROLE DE BACTÉRIAS
ORAIS: UMA REVISÃO
INTEGRATIVA**

**ANTIBACTERIAL POTENTIAL OF CARVACROL-RICH ORIGANUM VULGARE
ESSENTIAL OIL COMPARED WITH CHLORHEXIDINE IN THE CONTROL OF
ORAL BACTERIA: AN INTEGRATIVE REVIEW**

Ciências da Saúde • 13/07/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/783462303](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/783462303)

Maria Larissa Pontes Magalhães¹

Lucas Frota Rios²

Victor Aragão Abreu de Freitas³

Thiago Ferreira de Araujo⁴

Nirlir Plácido de Sousa⁵

Luís Igor Gonçalves Braga⁶

Ingrid Carneiro Brandão⁷

Maria Gleiciane de Queiroz Martins⁸

João Batista Cajazeiras⁹

RESUMO

A crescente resistência microbiana e os efeitos adversos associados ao uso prolongado da clorexidina têm estimulado a busca por alternativas antimicrobianas naturais aplicáveis à odontologia. Este trabalho teve como objetivo sintetizar a evidência disponível sobre o potencial antibacteriano do óleo essencial de *Origanum vulgare* rico em carvacrol, em comparação à clorexidina, frente a bactérias orais de relevância clínica, com ênfase em *Streptococcus mutans* e *Enterococcus faecalis*. A busca foi realizada entre janeiro e março de 2025 nas bases PubMed, SciELO, ScienceDirect e Google Scholar, com recorte temporal de 2015 a 2025, em português e inglês. Para um melhor refinamento da pesquisa foi utilizado os operadores booleanos AND e OR combinados com descritores “*Origanum vulgare*”, “Carvacrol”, “Chlorhexidine”, “*Streptococcus mutans*”, “*Enterococcus faecalis*”, “Dental Plaque” e “Biofilms”. De 178 registros identificados, 22 estudos foram incluídos após triagem em duas etapas por dois revisores independentes. Os estudos analisados, em sua maioria *in vitro*, indicam que o óleo essencial de *Origanum vulgare*, sobretudo quando rico em carvacrol, exibe atividade bacteriostática, bactericida e antibiofilme contra *S. mutans* e *E. faecalis*, com mecanismos associados à desorganização da membrana bacteriana e à interferência na adesão microbiana. Alguns estudos sugerem atividade comparável à clorexidina em modelos experimentais específicos; contudo, a heterogeneidade metodológica, a variabilidade fitoquímica dos óleos avaliados e a escassez de ensaios clínicos limitam inferências clínicas diretas. Conclui-se que o carvacrol e o óleo essencial de *O. vulgare* constituem candidatos promissores para futuras formulações odontológicas, desde que submetidos a estudos padronizados de citotoxicidade, estabilidade, substantividade e efetividade *in vivo*.

Palavras-chave: Óleos essenciais; *Origanum vulgare*; Clorexidina; *Streptococcus mutans*; *Enterococcus faecalis*.

ABSTRACT

The growing problem of microbial resistance and the side effects associated with long-term chlorhexidine use have prompted the search for natural antimicrobial alternatives in dentistry. This integrative review, conducted according to the framework proposed by Whitemore and Knafl (2005), aimed to summarize the available evidence on the antibacterial potential of carvacrol-rich *Origanum vulgare* essential oil compared with chlorhexidine against clinically relevant oral bacteria, with particular focus on *Streptococcus mutans* and *Enterococcus faecalis*. A literature search was conducted between January and March 2025 in PubMed, SciELO, ScienceDirect, and Google Scholar, covering studies published between 2015 and 2025 in Portuguese and English. Of 178 records identified, 22 studies were included after a two-stage screening by two independent reviewers. The included studies, mostly *in vitro*, indicate that *O. vulgare* essential oil, particularly when rich in carvacrol, exerts bacteriostatic, bactericidal, and antibiofilm effects against *S. mutans* and *E. faecalis*, with mechanisms linked to bacterial membrane disruption and impairment of microbial adhesion. Some studies suggest activity comparable to chlorhexidine in specific experimental models; however, methodological heterogeneity, phytochemical variability of the oils evaluated, and the scarcity of clinical trials limit direct clinical inferences. The findings suggest that carvacrol and *O. vulgare* essential oil are promising candidates for future dental formulations, provided they undergo standardized assessments of cytotoxicity, stability, substantivity, and *in vivo* effectiveness.

Keywords: Essential oils; *Origanum vulgare*; Chlorhexidine; *Streptococcus mutans*; *Enterococcus faecalis*.

1. INTRODUÇÃO

A cavidade oral abriga uma microbiota complexa que coexiste em equilíbrio fisiológico com o hospedeiro. Alterações ambientais, dietéticas e imunológicas podem favorecer o desenvolvimento de biofilmes patogênicos associados às principais doenças orais, com destaque para a cárie dentária e as infecções endodônticas persistentes (Fejerskov; Nyvad; Kidd, 2015).

Atualmente, a cárie é compreendida como uma doença biofilme-açúcar dependente, decorrente de um desequilíbrio ecológico (disbiose) da microbiota residente, e não como uma infecção causada por um único agente. Nesse contexto, *Streptococcus mutans* é uma espécie fortemente associada à cariogenicidade do biofilme dental, especialmente por sua acidogenicidade, aciduricidade e capacidade de síntese de glucanos extracelulares (Bowen; Koo, 2011; Lemos et al., 2019).

Enterococcus faecalis, por sua vez, é um coco Gram-positivo anaeróbio facultativo frequentemente isolado de infecções endodônticas persistentes e de casos de falha terapêutica após tratamento endodôntico convencional, devido à sua capacidade de sobreviver em ambientes adversos e de formar biofilmes resistentes aos agentes antimicrobianos utilizados na irrigação intracanal (Sebbane et al., 2024; Yang et al., 2024).

Dentre os agentes químicos utilizados no controle microbiológico oral, a clorexidina é considerada padrão-ouro devido ao seu amplo espectro antimicrobiano e elevada substantividade. Contudo, seu

uso prolongado pode ocasionar efeitos adversos, como pigmentação dentária, alteração do paladar, descamação mucosa e possível desenvolvimento de tolerância microbiana (Hickl *et al.*, 2024).

Nesse contexto, os óleos essenciais vêm despertando crescente interesse científico devido às suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias, podendo representar candidatos a alternativas terapêuticas menos citotóxicas (Alves; Freires; Castro, 2010). O óleo essencial de *Origanum vulgare* destaca-se pela elevada concentração de compostos fenólicos biologicamente ativos, especialmente o carvacrol, um monoterpene capaz de promover alterações estruturais na membrana celular bacteriana, aumentando sua permeabilidade e levando à morte celular (Khan *et al.*, 2017).

Apesar da disponibilidade de evidências pré-clínicas sobre a atividade antibacteriana do carvacrol, a literatura permanece heterogênea quanto a metodologia, concentrações testadas, modelos microbiológicos e qualidade da caracterização química dos óleos analisados, o que dificulta uma síntese clínica direta. Justifica-se, portanto, uma revisão integrativa que reúna a evidência disponível sobre microrganismos representativos da cárie e das infecções endodônticas persistentes, comparando o óleo essencial de *O. vulgare* rico em carvacrol à clorexidina.

Considerando o exposto, formulou-se a seguinte pergunta de pesquisa: qual é o potencial antibacteriano e antibiofilme do óleo essencial de *Origanum vulgare* rico em carvacrol em comparação à clorexidina frente a bactérias orais cariogênicas e endodônticas, com ênfase em *S. mutans* e *E. faecalis*. Diante dessa indagação, o presente estudo objetivou descrever o potencial antibacteriano do

óleo essencial de *Origanum vulgare* rico em carvacrol em comparação à clorexidina no controle de bactérias orais atrás de uma revisão integrativa.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Biofilme Oral e Bactérias Cariogênicas

O biofilme dental é uma comunidade microbiana organizada, aderida à superfície dentária e envolvida por matriz extracelular composta por polissacarídeos, proteínas e ácidos nucleicos. Sua formação parte da adesão à película adquirida, evolui para a maturação da matriz e favorece a colonização por bactérias acidogênicas e acidúricas que promovem a desmineralização do esmalte (Fejerskov; Nyvad; Kidd, 2015; Bowen; Koo, 2011).

Entre as bactérias da doença cárie, *Streptococcus mutans* tem papel central pela capacidade de metabolizar carboidratos fermentáveis e produzir ácidos orgânicos, reduzindo o pH local e favorecendo a progressão das lesões (Lemos *et al.*, 2019). Outras espécies, como *Lactobacillus* spp., *Actinomyces* spp. e *Veillonella* spp., contribuem para a manutenção do ambiente ácido (Isaac *et al.*, 2022).

Embora *Enterococcus faecalis* não seja considerado um microrganismo cariogênico primário, sua relevância na microbiologia oral decorre da elevada capacidade de sobreviver em ambientes nutricionalmente desfavoráveis, tolerar amplas variações de pH e formar biofilmes altamente organizados e resistentes. Essas características favorecem sua persistência em infecções endodônticas secundárias e em casos de insucesso terapêutico, tornando-o um dos principais patógenos associados às lesões periapicais persistentes. Além disso, a elevada resistência desse

microrganismo aos agentes antimicrobianos convencionalmente utilizados na terapia endodôntica reforça a necessidade de investigação de novos compostos com potencial antibiofilme, como o óleo essencial de *Origanum vulgare* rico em carvacrol (YANG et al., 2024).

2.2. Streptococcus Mutans e Virulência

A cariogenicidade de *S. mutans* articula acidogenicidade, aciduricidade e adesão mediada por polissacarídeos extracelulares (Banas, 2004; Lemos *et al.*, 2019). A síntese de glucanos a partir da sacarose, catalisada por glucosiltransferases (GTFs), constitui seu eixo molecular: os polímeros conferem coesão ao biofilme, mediam a adesão ao esmalte e retêm ácidos na interface dente/biofilme, favorecendo a desmineralização (Bowen; Koo, 2011). A aciduricidade mantém o metabolismo bacteriano em pH baixo (Lemos; Burne, 2008), e a resistência antimicrobiana, ampliada por mutações, transferência horizontal de genes e modificações da parede celular, expande seu repertório adaptativo (Krzyściak *et al.*, 2014; Silva, 2018).

Em ensaios microbiológicos, a cepa ATCC 25175 funciona como referência padrão pela estabilidade genética e elevada capacidade de formar biofilme (Banas, 2004), e a UA159, com genoma sequenciado, é o modelo para investigar GTFs, adesão e resposta ao estresse ácido (Ajdić *et al.*, 2002; Lemos; Burne, 2008). A combinação das duas em ensaios com carvacrol amplia a robustez microbiológica ao contemplar diferentes perfis de virulência (Khan *et al.*, 2017).

2.3. Enterococcus Faecalis nas Infecções Endodônticas

Enterococcus faecalis é um coco Gram-positivo anaeróbico facultativo associado a infecções endodônticas persistentes e a falhas após o tratamento endodôntico convencional (Yang *et al.*, 2024). Apresenta elevada sobrevivência em ambientes com escassez nutricional, tolera amplas variações de pH e forma biofilmes resistentes aos irrigantes intracanais (Sebbane *et al.*, 2024). Sua persistência nos canais radiculares decorre, em parte, da capacidade de penetrar profundamente nos túbulos dentinários, o que dificulta a eliminação durante o preparo químico-mecânico (Ferraz *et al.*, 2024).

2.4. Clorexidina na Odontologia

A clorexidina é referência entre os agentes antimicrobianos na odontologia pelo amplo espectro, pela substantividade e pela eficácia contra microrganismos Gram-positivos e Gram-negativos (Hickl *et al.*, 2024). Sua ação ocorre por interação eletrostática com a membrana bacteriana, com alteração da permeabilidade celular e extravasamento do conteúdo intracelular (Sebbane *et al.*, 2024). O uso prolongado, porém, pode causar pigmentação dentária, alteração do paladar, irritação de mucosa oral e tolerância microbiana (Hickl *et al.*, 2024).

2.5. Óleo Essencial de *Origanum Vulgare* e Carvacrol

Os óleos essenciais são metabólitos secundários vegetais formados por compostos voláteis bioativos, com propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias (Abílio, 2011). O óleo essencial de *Origanum vulgare* apresenta elevada concentração de compostos fenólicos, sobretudo carvacrol e timol, responsáveis pela atividade antimicrobiana contra microrganismos orais (Yuan *et al.*, 2023). O carvacrol, de natureza lipofílica, atua sobre

a membrana citoplasmática bacteriana, com desorganização estrutural, aumento de permeabilidade e perda da homeostase celular (Khan *et al.*, 2017); em modelos *in vitro*, óleos essenciais ricos em carvacrol reduzem o crescimento e a formação de biofilme em *S. mutans* e *E. faecalis* (Nosrat *et al.*, 2009).

2.6. Comparação Entre Óleo Essencial e Clorexidina

Óleo essencial de *O. vulgare* e clorexidina atuam contra bactérias orais por mecanismos distintos: a clorexidina, por interação eletrostática com a parede celular bacteriana; o carvacrol, por desestruturação lipídica direta da membrana citoplasmática (Sebbane *et al.*, 2024; Khan *et al.*, 2017). Em paralelo à ação bactericida, o carvacrol interfere em mecanismos de adesão e na organização da matriz extracelular do biofilme cariogênico, evidenciando potencial antibiofilme (Yuan *et al.*, 2023). Esses dados posicionam o óleo essencial de *O. vulgare* rico em carvacrol como candidato promissor a terapia alternativa ou complementar à clorexidina na odontologia, sobretudo diante da busca por agentes naturais com menor risco de resistência microbiana, embora a evidência clínica permaneça limitada (Ferraz *et al.*, 2024).

2.7. Perspectivas Mecanísticas e Abordagens In Silico na Investigação do Carvacrol

Ferramentas bioinformáticas têm sido empregadas como recurso complementar na investigação de compostos antimicrobianos naturais, permitindo prever interações moleculares entre ligantes bioativos e proteínas-alvo bacterianas envolvidas em virulência, adesão e formação de biofilme (Nijampatnam *et al.*, 2016). O *docking* molecular simula a interação ligante-receptor e estima afinidade,

estabilidade conformacional e possíveis mecanismos de ação antimicrobiana. Em modelagens com glucosiltransferases de *S. mutans*, o carvacrol exibe estrutura compatível com interações hidrofóbicas e ligações no sítio catalítico, sugerindo potencial de interferir na síntese de glucanos e na estabilidade do biofilme (Nijampatnam *et al.*, 2016; Khan *et al.*, 2017). Esses achados *in silico* complementam, mas não substituem, a evidência microbiológica. A presente revisão sintetiza os dados *in silico* já reportados, sem geração de resultados computacionais primários pelos autores.

3. METODOLOGIA

3.1. Delineamento do Estudo

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura com abordagem qualitativa, desenvolvida segundo o referencial de Whitemore e Knafl (2005), que articula em seis etapas a formulação da pergunta, a busca, a categorização, a avaliação, a interpretação e a síntese dos estudos selecionados (Mendes; Silveira; Galvão, 2008).

3.2. Pergunta Norteadora

A pergunta foi estruturada pela estratégia PICO: P (*population*) bactérias orais, com ênfase em *Streptococcus mutans* e *Enterococcus faecalis*; I (*intervention*) óleo essencial de *Origanum vulgare* rico em carvacrol ou carvacrol isolado; C (*comparator*) clorexidina; e O (*outcome*) atividade antibacteriana e antibiofilme, expressa por concentração inibitória mínima (CIM), concentração bactericida mínima (CBM) e percentual de inibição. Formulou-se a seguinte questão: qual é o potencial antibacteriano do óleo essencial de *Origanum vulgare* rico em carvacrol, em comparação à

clorexidina, no controle de bactérias orais, especialmente *Streptococcus mutans* e *Enterococcus faecalis*?

3.3. Estratégia de Busca

As buscas foram realizadas entre janeiro e março de 2025 nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO, ScienceDirect e Google Scholar, com recorte temporal de 2015 a 2025. Foram utilizados descritores controlados (DeCS e MeSH) e termos livres em português e inglês ("*Origanum*", "Carvacrol", "Chlorhexidine", "*Streptococcus mutans*", "*Enterococcus faecalis*", "Dental Plaque" e "Biofilms"), combinados com os operadores booleanos AND e OR. Exemplos: "*Origanum vulgare*" AND "carvacrol" AND "chlorhexidine"; "essential oil" AND "*Streptococcus mutans*"; "oral biofilm" AND "carvacrol". As referências foram exportadas para o Mendeley, com remoção automática e manual de duplicatas.

3.4. Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos estudos experimentais *in vitro*, *ex vivo*, *in vivo* ou clínicos, estudos microbiológicos e antibiofilme, comparações com clorexidina e revisões com dados sobre a atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Origanum vulgare*, carvacrol correlatos frente a bactérias orais, publicados em português ou inglês, entre 2015 e 2025, com texto completo disponível. Foram excluídos artigos duplicados, publicação não disponíveis na íntegra, resumos, cartas ao editor, editoriais, resumos de congresso, materiais técnicos de fabricantes, óleos essenciais sem caracterização química, estudos com microrganismos não orais ou sem dados microbiológicos mensuráveis e publicações duplicadas.

3.5. Processo de Seleção e Extração de Dados

A seleção seguiu as recomendações PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021) e foi conduzida por dois revisores independentes em duas etapas (título/resumo e texto completo), com consenso e arbitragem de um terceiro revisor para divergências. Dos 178 registros identificados, 31 duplicatas foram removidas e 147 estudos triados; 92 foram excluídos por título/resumo e 33 após leitura integral, resultando em 22 estudos incluídos. A extração contemplou autor, ano, país, delineamento, microrganismos e cepas, origem e composição do óleo essencial, percentual de carvacrol, concentrações testadas, comparador, CIM, CBM, atividade antibiofilme e principais achados. Para comparabilidade, os valores foram padronizados em µg/mL (CIM/CBM) e em percentual de inibição; resultados originais em mg/mL, µL/mL ou porcentagem foram convertidos ou indicados de forma explícita no Quadro 2. A Figura O Quadro 1 sintetiza o fluxo PRISMA.

Quadro 1. Fluxograma de seleção dos estudos (PRISMA adaptado).

Identificação: 178 registros identificados nas bases (PubMed, SciELO, ScienceDirect e Google Scholar)
↓ remoção de duplicatas (n = 31)
Triagem: 147 estudos avaliados por título e resumo
↓ excluídos (n = 92)
Elegibilidade: 55 estudos avaliados em texto completo
↓ excluídos (n = 33) por não atenderem aos critérios
Incluídos: 22 estudos na síntese final

Fonte: Autoria própria (2026), com base em Page *et al.* (2021).

3.6. Avaliação da Qualidade Metodológica

A qualidade metodológica dos estudos foi avaliada quanto à caracterização do óleo essencial por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM), à descrição do percentual de carvacrol, à identificação das cepas (ATCC ou isolados clínicos), à padronização do inóculo, ao uso de clorexidina como controle positivo, à presença de controle negativo, ao número de replicatas, à análise estatística e à clareza dos parâmetros analisados (CIM, CBM e percentual de inibição). A partir desses critérios, os estudos foram classificados em alta, moderada ou baixa qualidade, classificação utilizada para ponderar a interpretação dos resultados.

3.7. Análise e Síntese dos Dados

A análise foi narrativa, organizada por eixos temáticos: composição química do óleo essencial, atividade antibacteriana sobre *S. mutans*, atividade antibacteriana sobre *E. faecalis*, atividade antibiofilme, comparação com clorexidina e limitações metodológicas. Os achados quantitativos foram consolidados no Quadro 2.

3.8. Aspectos Éticos

Por tratar-se de revisão integrativa baseada em dados secundários públicos, o estudo dispensa apreciação por Comitê de Ética em Pesquisa. Foram observados os princípios de integridade acadêmica, atribuição de autoria e fidelidade às fontes consultadas, assim estando de acordo com a resolução CNS n.º 510/2016.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 22 estudos incluídos, a maioria correspondeu a investigações *in vitro* (n = 15), seguidas de revisões da literatura (n = 5) e estudos *ex vivo* ou exploratórios (n = 2). Não foram identificados ensaios clínicos randomizados que comparassem diretamente o óleo essencial de *O. vulgare* rico em carvacrol à clorexidina no controle de bactérias orais. O Quadro 2 sintetiza os principais estudos incluídos.

Quadro 2. Síntese dos principais estudos analisados na revisão integrativa.

Autor (ano)	Tipo de estudo	Microrganismo/cepa	Produto testado	Composição/% carvacrol	Comparador
Khan et al. (2017)	In vitro	<i>S. mutans</i> ATCC 25175	Carvacrol e timol isolados	Compostos isolados de alta pureza	(não aplicável)

⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/potencial-antibacteriano-do-oleo-essencial-de-origanum-vulgare-rico-em-carvacrol-em-comparacao-a-clorexidina-no-controle-de-bacterias-orais-uma-revisao-integrativa?noblockage>

Fonte: Autoria própria (2026).

4.1. Evidência In Vitro Sobre Crescimento Bacteriano

A evidência *in vitro* disponível sugere que o óleo essencial de *O. vulgare* e o carvacrol exercem atividade bacteriostática e bactericida

sobre *S. mutans* e *E. faecalis*, com valores de CIM variáveis em função da composição química do óleo, da metodologia empregada e da cepa testada (Khan *et al.*, 2017; Nosrat *et al.*, 2009; Yuan *et al.*, 2023). Na análise crítica, foi necessário distinguir ensaios sobre células planctônicas daqueles realizados em modelos de biofilme, uma vez que a inibição de crescimento, a morte bacteriana e a redução de biomassa de biofilme representam fenômenos microbiológicos distintos e raramente apresentam equivalência direta entre si. A ação atribuída ao carvacrol está associada à sua característica lipofílica e à interação com a membrana citoplasmática bacteriana, promovendo desorganização estrutural e perda da homeostase celular (Khan *et al.*, 2017).

4.2. Evidência Antibiofilme em Streptococcus Mutans

Em *S. mutans*, os efeitos do carvacrol descritos na literatura incluem redução da formação do biofilme, diminuição da produção de glucosiltransferases e comprometimento da adesão bacteriana à superfície dentária (Khan *et al.*, 2017; Lemos *et al.*, 2019). Esses achados, observados predominantemente em modelos *in vitro*, sugerem hipóteses translacionais para o desenvolvimento de enxaguatórios, dentifrícios e sistemas de liberação local antimicrobiana; sua aplicação clínica, contudo, depende de estudos adicionais de eficácia, estabilidade e segurança.

4.3. Evidência Endodôntica em Enterococcus Faecalis

Em *E. faecalis*, o carvacrol demonstrou capacidade de reduzir o crescimento bacteriano e de interferir na estabilidade do biofilme intracanal, em estudos de irrigação endodôntica e modelos de túbulos dentinários (Nosrat *et al.*, 2009; Ferraz *et al.*, 2024). Embora

promissores, esses dados ainda são limitados pela heterogeneidade das metodologias, pelo uso predominante de cepas únicas e pela ausência de protocolos clínicos padronizados.

4.4. Comparação com a Clorexidina

A comparação entre carvacrol e clorexidina demonstra que ambos apresentam atividade antimicrobiana, ainda que por mecanismos distintos. Enquanto a clorexidina apresenta ação predominantemente eletrostática e elevada substantividade, o carvacrol atua principalmente por desorganização hidrofóbica da membrana bacteriana (Sebbane *et al.*, 2024; Khan *et al.*, 2017). A análise comparativa entre os dois agentes não deve restringir-se a halos de inibição ou a valores de CIM, mas considerar também citotoxicidade, seletividade contra microrganismos patogênicos, efeito sobre a microbiota comensal, estabilidade química e aceitabilidade sensorial, dimensões que repercutem diretamente na aplicabilidade clínica (Hickl *et al.*, 2024). Alguns estudos sugerem atividade antibacteriana comparável à clorexidina em modelos experimentais específicos, embora a heterogeneidade metodológica limite inferências clínicas diretas. Não foi identificada, na literatura analisada, evidência clínica controlada que sustente equivalência entre os dois agentes em uso odontológico de rotina.

4.5. Citotoxicidade, Segurança e Variabilidade Fitoquímica

Apesar do amplo uso clínico da clorexidina, seu emprego prolongado pode ocasionar efeitos adversos, como pigmentação dentária, alteração do paladar, irritação de mucosa oral e possível desenvolvimento de tolerância microbiana (Hickl *et al.*, 2024). Compostos naturais ricos em carvacrol vêm sendo discutidos como

candidatos a alternativas com potencial menor toxicidade, embora dados comparativos de citotoxicidade em fibroblastos gengivais e em modelos translacionais ainda sejam escassos. Afirmarções sobre menor citotoxicidade do carvacrol devem, portanto, ser apresentadas com cautela.

A composiçāo químicā do óleo essencial de *O. vulgare* apresenta variabilidade importante, decorrente de fatores ambientais, climáticos, genéticos e de extraçāo. Por essa razāo, estudos comparativos exigem padronizaçāo rigorosa da composiçāo químicā do óleo, idealmente por meio de análise independente por cromatografia gasosa, com identificaçāo de lote, origem botânica e perfil quantitativo dos principais constituintes.

4.6. Evidência Clínica e Perspectivas In Silico

Os ensaios clínicos controlados que avaliem o uso do óleo essencial de *O. vulgare* rico em carvacrol em condiçōes odontológicas reais permanecem escassos, o que limita a transposiçāo dos achados pré-clínicos para a prática (Ferraz *et al.*, 2024). Estudos futuros devem priorizar desenhos experimentais padronizados, análise fitoquímica detalhada, uso simultâneo de cepas de referênciā (ATCC) e isolados clínicos, avaliaçāo em biofilmes multiespécies e comparaçāo com concentraçōes clinicamente relevantes de clorexidina. Também sāo necessárias investigaçōes sobre formulaçōes odontológicas, como colutórios, géis, vernizes, dentifrícios e sistemas de liberaçāo local, capazes de definir se o carvacrol pode atuar como substituto, adjuvante ou modulador da açāo antimicrobiana convencional. Complementarmente, abordagens *in silico* reportadas na literatura sugerem afinidade do carvacrol por proteínas bacterianas associadas à adesāo celular, à síntese de glucanos extracelulares e à

manutenção do biofilme (Nijampatnam *et al.*, 2016). Tais achados reforçam, de modo complementar, as evidências microbiológicas, mas não substituem ensaios clínicos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos analisados indicam que o óleo essencial de *Origanum vulgare*, especialmente quando rico em carvacrol, apresenta atividade antibacteriana e antibiofilme contra microrganismos orais de relevância clínica, incluindo *Streptococcus mutans* e *Enterococcus faecalis*. Esses efeitos parecem estar associados principalmente à desorganização da membrana bacteriana, à alteração da permeabilidade celular e à interferência em mecanismos de adesão e formação de biofilme.

Entretanto, a heterogeneidade dos métodos experimentais, a variabilidade fitoquímica dos óleos essenciais e a escassez de estudos clínicos impedem a recomendação direta de uso clínico. Assim, o carvacrol e o óleo essencial de *O. vulgare* devem ser considerados candidatos promissores para futuras formulações odontológicas, como colutórios, géis, vernizes, dentifrícios e sistemas de liberação local, desde que submetidos a estudos padronizados de segurança, citotoxicidade, estabilidade, substantividade e efetividade *in vivo*, incluindo investigações em fibroblastos gengivais, biofilmes multiespécies e ensaios clínicos controlados que estabeleçam se o composto pode atuar como substituto, adjuvante ou modulador da ação antimicrobiana convencional.

DECLARAÇÕES

Conflito de interesses: os autores declaram não haver conflito de interesses.

Financiamento: o presente estudo não recebeu financiamento específico de agências públicas, privadas ou sem fins lucrativos.

Aprovação ética (CEP/CONEP/CEUA): por se tratar de revisão integrativa da literatura, sem envolvimento de seres humanos ou animais, este estudo dispensa apreciação por Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/CONEP) ou por Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), conforme a Resolução CNS n.º 510/2016.

Uso de inteligência artificial generativa: os autores declaram que ferramentas de inteligência artificial generativa foram utilizadas exclusivamente como apoio à revisão linguística e à formatação, sem participação na concepção, análise ou interpretação dos resultados, em conformidade com a política editorial da revista.

Contribuição dos autores: todos os autores participaram da concepção, redação, revisão crítica e aprovação da versão final do manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABÍLIO, G. M. F. **Curso de Graduação em Ciências Agrárias Licenciatura a Distância: plantas medicinais.** João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2011.

AJDIĆ, D. *et al.* Genome sequence of *Streptococcus mutans* UA159, a cariogenic dental pathogen. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, n. 22, p. 14434-14439, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.172501299>.

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, p. 57-62, 2010.

BANAS, J. A. Virulence properties of *Streptococcus mutans*. **Frontiers in Bioscience**, v. 9, p. 1267-1277, 2004. DOI: <https://doi.org/10.2741/1305>.

BOWEN, W. H.; KOO, H. Biology of *Streptococcus mutans*-derived glucosyltransferases: role in extracellular matrix formation of cariogenic biofilms. **Caries Research**, v. 45, n. 1, p. 69-86, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1159/000324598>.

FEJERSKOV, O.; NYVAD, B.; KIDD, E. **Cárie dentária: fisiopatologia e tratamento**. 3. ed. Rio de Janeiro: Santos, 2015.

FERRAZ, D. C. *et al.* Antimicrobial efficacy of natural-based endodontic solutions. **Brazilian Oral Research**, 2024.

HICKL, J. *et al.* Plant-derived compounds versus chlorhexidine in oral microbiology. **Frontiers in Oral Health**, 2024.

ISAAC, C. *et al.* Microrganismos cariogênicos e biofilme oral. **Revista de Odontologia**, 2022.

KHAN, S. T. *et al.* Thymol and carvacrol induce autolysis, stress and reduce biofilm formation by *Streptococcus mutans*. **AMB Express**, v. 7, n. 49, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13568-017-0344-y>.

KRZYŚCIAK, W. *et al.* The virulence of *Streptococcus mutans* and the ability to form biofilms. **European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases**, v. 33, n. 4, p. 499-515, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10096-013-1993-7>.

LEMOS, J. A. *et al.* The biology of *Streptococcus mutans*. **Microbiology Spectrum**, v. 7, n. 1, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.GPP3-0051-2018>.

LEMOS, J. A.; BURNE, R. A. A model of efficiency: stress tolerance by *Streptococcus mutans*. **Microbiology**, v. 154, n. 11, p. 3247-3255, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1099/mic.0.2008/023770-0>.

NIJAMPATNAM, B. *et al.* Hydroxychalcone inhibitors of *Streptococcus mutans* glucosyltransferases and biofilms. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v. 26, n. 15, p. 3508-3513, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2016.06.033>.

NOSRAT, A. *et al.* The effect of carvacrol on *Enterococcus faecalis* as a final irrigant. **Iranian Endodontic Journal**, v. 4, n. 3, p. 96-100, 2009.

SEBBANE, N. *et al.* Mechanistic insight into the antibacterial and antibiofilm activity of chlorhexidine against *Enterococcus faecalis*. **Microorganisms**, v. 12, n. 11, 2024.

SILVA, D. F. A. ***Streptococcus* orais: perfil de resistência antimicrobiana.** 2018.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>.

YANG, S. *et al.* Strategies and mechanisms targeting *Enterococcus faecalis* biofilms. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 14, 2024.

YANG, S.; MENG, X.; ZHEN, Y.; BAIMA, Q.; WANG, Y.; JIANG, X.; XU, Z. Strategies and mechanisms targeting *Enterococcus faecalis* biofilms associated with endodontic infections: a comprehensive review. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, Lausanne, v. 14, art. 1433313, 2024. DOI: **10.3389/fcimb.2024.1433313**.

YUAN, Y. *et al.* Antibacterial activity of oregano essential oils against oral pathogens. **Molecules**, v. 28, 2023.

¹ Discente do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal-PPGBiotec. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Discente do Curso de Odontologia da Faculdade 05 de Julho- F5. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Docente do Curso de Odontologia da Faculdade 05 de Julho - F5. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ Membro do Comitê de ética Unifesp E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁵ Técnica do Laboratório do Centro Universitário INTA-UNINTA. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁶ Técnico do Laboratório do Centro Universitário INTA-UNINTA. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁷ Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde do Centro Universitário INTA-UNINTA. E-mail: carneiroingrid999gmail.com

⁸ Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde do Centro Universitário INTA-UNINTA. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁹ Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde do Centro Universitário INTA-UNINTA. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)