

Análise dos irrigantes endodônticos contra o biofilme de *Enterococcus faecalis*: uma revisão integrativa

Analysis of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilm: an integrative review

DOI:10.34119/bjhrv6n1-241

Recebimento dos originais: 09/01/2023

Aceitação para publicação: 07/02/2023

Caroline de Moraes Cavalcante

Graduada em Odontologia

Instituição: Universidade de Fortaleza

Endereço: Rua Joãozito Arruda, 2250, Casa 22, Parque Iracema, Fortaleza - CE

E-mail: dracarolinemcavalcante@gmail.com

Lia Maria Lopes Lima

Graduada em Odontologia

Instituição: Universidade de Fortaleza

Endereço: Rua dos Amigos, 355, Cambeba

E-mail: lialima274@gmail.com

João Victor Menezes do Nascimento

Especialista em Implantodontia pelo ICEO Ensino - Pós-Graduação em Odontologia (ICEO-CE)

Instituição: Universidade de Fortaleza

Endereço: Rua General Piragibe, 242, Bloco B, Parquelândia, Fortaleza - CE

E-mail: jvictor4d@hotmail.com

Fábio de Almeida Gomes

Doutor em Odontologia pela Universidade de Pernambuco

Instituição: Universidade de Fortaleza

Endereço: Av. Washington Soares, 1321, Edson Queiroz, Fortaleza - CE

E-mail: fabiogomesce@yahoo.com.br

Marcelo de Moraes Vitoriano

Mestre em Ciências Odontológicas Aplicadas em Endodontia pela Universidade de São Paulo (FOB – USP)

Instituição: Universidade de Fortaleza

Endereço: Av. Washington Soares, 1321, Edson Queiroz, Fortaleza - CE

E-mail: marcelovitoriano@unifor.br

Luiz Carlos Trevia Morais Correia Viana

Mestre em Odontologia pela Universidade de Fortaleza

Instituição: Universidade de Fortaleza

Endereço: Av. Washington Soares, 1321, Edson Queiroz, Fortaleza - CE

E-mail: luizcarlostrevia@unifor.br

Eduardo Diogo Gurgel Filho

Pós-doutor em Endodontia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP-SP)

Instituição: Prof Adjunto da Universidade de Fortaleza

Endereço: Av. Washington Soares, 1321, Edson Queiroz, Fortaleza - CE

E-mail: gurgeleduardo@unifor.br

Bernardo Almeida Aguiar

Mestre em Clínica Odontológica pela Universidade Federal do Ceará

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Av. Washington Soares, 1321, Edson Queiroz, Fortaleza - CE

E-mail: bernardoaguiarce@yahoo.com.br

RESUMO

Um dos principais desafios no sucesso do tratamento endodôntico é a eliminação do microrganismo *Enterococcus faecalis* (EF), que é o principal responsável pelas infecções persistentes e secundárias nos canais radiculares, em decorrência disso cada vez mais os irrigantes são analisados em combate ao EF. Dessa forma, foi realizada uma revisão integrativa buscando comparar os irrigantes de diversas naturezas, tanto à base de plantas quanto sintéticos, contra o *Enterococcus faecalis*. Nessa revisão foi inicialmente selecionado 84 artigos, que fossem dos últimos 5 anos, na plataforma PubMed que após os critérios de inclusão e exclusão foram selecionados 8 artigos para compor a tabela de resultados; ao discutir estes trabalhos foi observado que as nanoparticuladas não apresentaram resultados satisfatórios em relação aos convencionais, também foi observado diversos irrigantes fitoterápicos, que são pouco populares, apresentam resultados iguais e em alguns casos até superiores aos irrigantes convencionais, demonstrando assim que deve-se aumentar as pesquisas e desenvolvimento de irrigantes alternativos que podem apresentar uma grande eficácia clínica e baixa citotoxicidade.

Palavras-chave: tratamento endodôntico, irrigantes do canal radicular, *Enterococcus faecalis*.

ABSTRACT

One of the main challenges in the success of endodontic treatment is the elimination of the microorganism *Enterococcus faecalis* (EF), which is the main responsible for persistent and secondary infections in root canals, as a result, more and more irrigants are being researched to combat EF. Thus, an integrative review was carried out seeking to compare irrigants of different natures, both plant-based and synthetic, against *Enterococcus faecalis*. In this review, 84 articles were initially selected on the PubMed platform. After the inclusion and exclusion criteria, 8 articles were selected to compose the results table; when discussing these works, it was observed that the nanoparticles did not present satisfactory results in relation to the conventional ones, it was also observed several phytotherapeutic irrigants, which are not very popular, present the same results and in some cases even superior to the conventional irrigants, thus demonstrating that one must increase research and development of alternative irrigants that can present great clinical efficacy and low cytotoxicity.

Keywords: endodontic treatment, root canal irrigants, *Enterococcus faecalis*.

1 INTRODUÇÃO

O fracasso endodôntico tem entre seus principais motivos a permanência microbiana no interior dos canais radiculares do dente. A disposição da microbiota nos sistemas de canais é feita por meio de entidades bastante organizadas e complexas. Esta organização é chamada de biofilme. A irregularidade, a variabilidade anatômica dos canais radiculares e a natureza do biofilme tornam-se um grande desafio para a desinfecção eficiente realizada no tratamento endodôntico¹.

O biofilme presente no interior do canal radicular é formado por uma grande variedade de bactérias. Contudo, o *Enterococcus faecalis* (EF), uma bactéria gram-positiva, tem sido encontrado com maior recorrência nas infecções endodônticas persistentes. Esta bactéria tem a capacidade de sobreviver em condições desfavoráveis. Isso pode ser explicado por sua capacidade de formar biofilme, o que permite a invasão e adesão no interior dos túbulos dentinários, e por sua característica de ser anaeróbia facultativa, resistindo à privação nutricional¹.

Nos casos de insucesso do tratamento endodôntico, o EF é em especial o mais frequentemente encontrado nas amostras, sendo nove vezes mais prevalente que nas infecções endodônticas primárias. A capacidade de adesão, o aumento da virulência e a maior resistência a antimicrobianos são os principais fatores que potencializam o crescimento de biofilme².

A propriedade de subsistir em condições adversas, com escassas quantidades de nutrientes e oxigênio, e até mesmo em pH alcalino, como do hidróxido de cálcio, é uma das causas do EF ser o principal agente em infecções persistentes³.

Dessa forma, deve ser feito um bom controle dos microrganismos no sistema de canais para atingir o sucesso endodôntico por meio da instrumentação e da desinfecção através das soluções irrigadoras. O protocolo da limpeza mecânico-química corresponde à associação do efeito mecânico das limas com a ação química das soluções intracanaís. Esta junção leva em consideração que existem locais que não terão contato físico com a instrumentação mecânica, tais como canais acessórios, canais laterais, deltas, ramificações apicais, istmos e túbulos dentinários. Estes locais podem impedir a desinfecção completa, pois as bactérias podem penetrar profundamente nos túbulos dentinários até 1500 µm do canal radicular⁴.

As características ideais para um bom irrigante são: a destruição arquitetura do biofilme; a lubrificação do canal radicular; a desinfecção eficaz; a biocompatibilidade com o complexo dentino-pulpar; o efeito antibacteriano e descalcificante. Entretanto, as soluções atualmente comercializadas não atendem a todos estes requisitos simultaneamente⁵.

As soluções irrigantes mais utilizadas no estágio de limpeza química no tratamento do canal radicular são hipoclorito de sódio (NaOCl), ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) e clorexidina (CHX). As soluções nanoparticuladas de prata e de óxido de zinco, juntamente com os irrigantes a base de vegetais, têm ganhado o foco como alternativas aos irrigantes convencionais, sendo desenvolvidos estudos com o intuito comprovar a eficiência destes⁴⁻⁶.

Diante dos desafios para uma descontaminação mais eficiente e duradoura dos canais radiculares, faz-se necessário uma boa utilização e planejamento das soluções irrigadoras que melhorem seu poder de ação, reduzindo de forma significativa os microrganismos, em destaque o *Enterococcus faecalis*. Essa escolha deve ser com base nas propriedades do produto e nas características clínicas que o operador deseja obter. Uma decisão estratégica torna mais efetiva a fase de limpeza química, o que fará mais possível o sucesso endodôntico⁷.

Neste contexto, o objetivo do presente estudo consiste em analisar as soluções irrigadoras do tratamento endodôntico contra o *Enterococcus faecalis* por meio de uma revisão integrativa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional do tipo revisão de literatura integrativa, realizado no mês de fevereiro de 2022, tendo como foco a análise dos diferentes tipos de soluções irrigadoras do tratamento endodôntico em combate ao *Enterococcus faecalis*.

Foi utilizada a base de dados PubMed, visto que esta plataforma possuía um número relevante de estudos do tema proposto para essa revisão. Para a busca, utilizaram-se os descritores “*root canal irrigants*” e “*Enterococcus faecalis*”, sendo cruzados entre si com auxílio do operador booleano “AND” entre os termos. Os critérios de inclusão foram artigos publicados nos últimos cinco anos (2017 a 2022), na língua inglesa e que tinham a versão completa de forma gratuita. Os critérios de exclusão foram os artigos que não tinham como ponto principal a análise dos irrigantes contra o biofilme de *Enterococcus faecalis* e as pesquisas que não faziam comparativo entre os irrigantes.

Ao cruzar os descritores em conjunto com os critérios de inclusão previamente citados, foram encontrados 84 artigos. A seleção destes foi feita por meio da leitura do título, resumo e dos resultados de cada artigo. Considerando os critérios de exclusão, foram selecionados oito

trabalhos para serem expostos, analisados e comparados entre si, compondo, assim, os artigos da tabela dos resultados, sendo estes em sua totalidade estudos *in vitro*.

Como esta pesquisa é uma revisão integrativa, não ofereceu nenhum risco ou malefício a pessoas e as instituições envolvidas.

3 RESULTADOS

A seguir, temos a tabela dos resultados com os oito artigos selecionados. Na qual informamos o título, autor/ano, tipo de estudo, amostra, análise de eficiências dos irrigantes.

Tabela 1- Análise da eficiência dos irrigantes contra o *Enterococcus faecalis*.

Nº	Título	Autor/Ano	Tipo de estudo	Amostra	Análise da eficiência dos irrigantes
1	Effectiveness of nanoparticles solutions and conventional endodontic irrigants against <i>Enterococcus faecalis</i> biofilm	<u>Almeida J, et al.</u> , 2018 ⁸	Estudo <i>in vitro</i>	Setenta e seis pré-molares não cariados extraídos foram usados	CHX 2% mostrou a ação mais efetiva, diminuindo 76,81% das Unidades formadoras de colônias (UFC) em relação a solução salina, acompanhado de NaOCl 5% (70,02%), Ag Np 1% (57,28%), ZnO Np 26% (56,65%).
2	Comparative Evaluation of the Antibacterial Efficacy of <i>Aloe Vera</i> , 3% Sodium Hypochlorite, and 2% Chlorhexidine Gluconate Against <i>Enterococcus faecalis</i> : An In Vitro Study	<u>Goud S, et al.</u> , 2018 ⁹	Estudo <i>in vitro</i>	Oitenta dentes pré-molares inferiores humanos recém-extraídos	O número de UFC é menor em contato com a CHX 2% em comparação com a que foi cultivada com NaOCl a 3%. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre NaOCl 3% e <i>Aloe vera</i> contra EF.
3	Antibacterial Efficacy of Muringa Seed Extract and Potato Peel Extract Against <i>Enterococcus faecalis</i>	Noushad; Ashraf; Suneetha, 2020 ⁶	Estudo <i>in vitro</i>	Teste de difusão em ágar	O extrato de semente de Moringa mostrou o melhor resultado entre os irrigantes analisados. Não houve diferença considerável entre extrato de casca de batata e NaOCl 5,25%. Os extratos vegetais testados mostraram ação antimicrobiana significativa contra EF.

4	Comparison of antibacterial efficacy of cinnamon extract, neem extract as irrigant and sodium hypochlorite against <i>Enterococcus faecalis</i> : An in vitro study	Panchal, Gurunatha, Muralidharan et al., 2020 ¹⁰	Estudo <i>in vitro</i>	60 dentes permanentes extraídos	O irrigante extrato de canela apresentou valores significativamente menores de UFC em comparação aos irrigantes testados. Foi seguido pelo NaOCl 3%. O irrigante à base de extrato de Nim obteve o pior resultado.
5	Antibacterial Efficacy of the Grape Seed Extract as an Irrigant for Root Canal Preparation	D'aviz F. S. et al., 2020 ¹¹	Estudo <i>in vitro</i>	Quarenta e cinco canais radiculares mesiovestibulares de molares superiores humanos extraídos	O grupo preparado com NaOCl 5,25% mostrou maior capacidade antimicrobiana entre todos, seguido por CHX 2% e GSE gel 6,5%. A solução controle e GSE apresentaram resultados semelhantes.
6	Can Herbal Extracts Serve as Antibacterial Root Canal Irrigating Solutions? Antimicrobial Efficacy of <i>Tylophora indica</i> , <i>Curcumin longa</i> , <i>Phyllanthus amarus</i> , and Sodium Hypochlorite on <i>Enterococcus faecalis</i> Biofilms Formed on Tooth Substrate: In Vitro Study	<u>Sainudeen S</u> et al., 2020 ¹²	Estudo <i>in vitro</i>	Dentes humanos seccionados e colocados nos poços de cultura	NaOCl atingiu 100% de morte de EF em 2 minutos e as ervas (<i>T. indica</i> , <i>C. longa</i> e <i>P. amarus</i>) precisaram de 15 minutos para realizar a eliminação total de EF.
7	Comparative Antimicrobial Efficacy of Eucalyptus Galbie and Myrtus Communis L. Extracts, Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite against <i>Enterococcus Faecalis</i>	<u>Mahdieh Nourzadeh</u> et al., 2017 ¹³	Estudo <i>in vitro</i>	Cento e vinte pré-molares inferiores	O NaOCl 5,25% mostrou-se ser o irrigante mais eficaz, todos (<i>M. communis</i> L., <i>E. galbie</i> e clorexidina) os agentes exerceram atividade antimicrobiana aceitável contra EF.
8	Evaluation of antibacterial efficacy of Chitosan, Chlorhexidine, Propolis and Sodium hypochlorite on <i>Enterococcus faecalis</i> biofilm: An in vitro study	Natasha Jaiswal et al., 2017 ¹⁴	Estudo <i>in vitro</i>	Noventa pré-molares inferiores humanos seccionados e colocados nos poços de cultura	Quitosana + CHX, CHX isolada e Própolis isolada foram tão eficazes quanto o hipoclorito de sódio.

Fonte: Elaborada pelos autores

4 DISCUSSÃO

O tratamento dos canais radiculares tem como seu principal objetivo a eliminação dos microrganismos dos condutos radiculares e a criação de um ambiente propício à cicatrização. Isso é obtido pela preparação biomecânica, envolvendo a instrumentação que possibilita a remoção da dentina infectada, e pela limpeza química, por meio dos irrigantes com a retirada dos detritos e a desinfecção dos canais radiculares⁹.

Nas infecções dos canais radiculares e dos abscessos perirradiculares, principalmente, em infecções persistentes, a espécie que apresenta maior predominância é o *Enterococcus faecalis*, em decorrência da sua grande capacidade de sobreviver em ambientes inoportunos à vida e pela facilidade da sua cultura em laboratórios, tem sido amplamente utilizado em estudos experimentais em endodontia, em especial nas análises das soluções irrigadoras antissépticas usadas para a realização da limpeza no tratamento endodôntico⁹.

As soluções irrigantes são essenciais para uma boa desinfecção dos canais radiculares no tratamento endodôntico. Estão entre os irrigantes convencionais o NaOCl, o EDTA e a CHX⁴. Novas possibilidades de irrigantes têm sido estudadas, como as nanoparticuladas de prata e de óxido de zinco⁸. Ademais, as soluções a base de extratos vegetais também têm ganhado foco nos estudos, devido à presença de biocompatibilidade⁹.

Devido às limitações das soluções convencionais estão sendo analisados novos irrigantes como as nanoparticuladas de prata (Ag Np) e de óxido de zinco (ZnO Np). O mecanismo de ação destas ocorre por meio da ligação à célula bacteriana, alterando a permeabilidade da parede celular, o que causa um extravasamento de proteínas e de outros componentes celulares e, por fim, a morte da bactéria⁸.

As soluções de Ag Np e de ZnO Np causaram uma redução das unidades de colônias significativamente menor que os irrigantes convencionais. O CHX 2% apresentou a melhor efetividade com redução de 76,81% das unidades formadoras de colônias em relação à solução de controle, seguido de NaOCl 5% com 70,02%, Ag Np 1% com 57,28% e, por fim, ZnO Np 26% com 56,65%. Uma provável justificativa para a eliminação incompleta dos microrganismos após o uso dos irrigantes de nanoparticuladas deve-se a ótima resistência da matriz de biofilme de *Enterococcus faecalis* a estas soluções. A matriz extracelular formada por essas bactérias serve como uma barreira química, o que dificulta a difusão das soluções nanoparticuladas⁸.

Ao analisar os resultados consideravelmente menores dos irrigantes nanoparticulados de prata e de óxido de zinco comparado aos convencionais, o alto valor e a possibilidade de citotoxicidade, devido à quantidade de metal liberada no interior das células, percebe-se a

necessidade de mais experimentos para avaliar a eficácia contra o biofilme endodôntico, a segurança de uso e a viabilidade desses irrigantes no mercado.

Em decorrência dos efeitos colaterais prejudiciais dos irrigantes químicos comumente usados, fez-se necessário a pesquisa de agentes alternativos que não sejam tóxicos, e que sejam eficazes e acessíveis. Recentemente, os trabalhos acadêmicos começaram a focar nos irrigantes à base de plantas. Tornaram-se populares principalmente devido aos seguintes fatores: maior disponibilidade de matéria-prima, menor custo, maior vida útil, baixa toxicidade e respeito ao meio ambiente⁶.

Dentre os grupos de irrigantes fitoterápicos, o grupo *Aloe vera*, apresentou menor número de unidades formadoras de colônias e turbidez, indicando que possui atividade antibacteriana contra EF, que é estatisticamente semelhante ao NaOCl. *Aloe vera* tem uma atividade antimicrobiana bem estabelecida atribuída a compostos que agora são especificamente identificados como ácido p-cumárico, ácido ascórbico, pirocatecol e ácido cinâmico⁹.

O grupo de extrato de casca de batata não apresentou diferença significativa em relação às amostras expostas ao hipoclorito de sódio, porém foi inferior a clorexidina. Existem vários compostos no extrato de casca de batata, incluindo alfa-tocoferol, flavona agliconas, ácido clorogênico, antocianinas e glutathione que possuem propriedades antioxidantes. A sua ação antimicrobiana deve-se à presença de compostos fenólicos, flavonas e antocianinas⁶.

A pesquisa realizada com as ervas demonstrou que, nas concentrações de *T. indica* (50 mg/mL), *C. longa* (100 mg/mL) e *P. Amarus* (200 mg/mL) notou-se uma eficácia equivalente ao hipoclorito de sódio contra o EF, porém com uma demora mais de sete vezes maior. Enquanto o NaOCl matou em 2 minutos todas as unidades formadoras de colônias, as ervas mataram em 15 minutos. Em destaque está a *C. longa* 95% que é um potente antioxidante, anti-inflamatório e apresenta efeitos antiplaquetários, redutores de colesterol, antibacterianos e antifúngicos¹².

Os extratos de *Eucalyptus galbie* e *Myrtus communis L.* revelaram eficácia aceitável na erradicação de *Enterococcus faecalis*. Apesar de apresentarem atividade antibacteriana inferiores à do NaOCl, esses extratos parecem ser promissores no tratamento dos canais radiculares. Os dois extratos vegetais usados neste estudo, *M. communis L.* e *E. galbie*, possuem componentes ativos com valiosas propriedades terapêuticas e antimicrobianas¹³.

O extrato de semente de uva, GSE (*grape seed extract*), foi testado na concentração de 6,5%, como irrigante para preparo do canal radicular, em gel ou solução base, em comparação ao hipoclorito de sódio e clorexidina. Comparando GSE em gel e solução, o melhor resultado

foi encontrado para GSE em gel-base. No entanto, tanto o gel de GSE quanto a solução base tiveram menor porcentagem de redução de unidades formadoras de colônias do que o NaOCl. Além disso, os resultados do gel de GSE foram estatisticamente semelhantes aos de CHX. Portanto, esses achados parecem ser promissores¹¹.

O extrato de Nim é um dos extratos de ervas mais comumente usado como irrigante devido às suas propriedades antioxidantes que auxiliam na ação antibacteriana contra EF, porém o extrato de Nim apresentou baixa eficácia em comparação ao extrato de canela e ao NaOCl¹⁰.

A semente de Moringa mostrou ter eficácia antibacteriana superior ao NaOCl 5,25%. Esta contém componentes bioativos nos quais tem ação antibacteriana comparável aos antibióticos usados nos testes de sensibilidade. Seu valor nutricional e vasta variedade de possibilidade medicinal fazem a semente de Moringa ser alvo de estudos. Esta apresentou o melhor resultado entre as soluções testadas, seguida do extrato de casca de batata e pelo hipoclorito de sódio 5,25%⁶.

Como a semente de Moringa, o extrato de canela apresentou melhor resultado comparado ao hipoclorito. Porém esta foi mais eficiente que o NaOCl a 3%. Mostrou ter um bom efeito em combate aos organismos *S. mutans* e *E. faecalis* e um amplo espectro de ação em gram positivos e gram negativos¹⁰.

Em sua maioria os irrigantes fitoterápicos tiveram boa eficácia em combate ao biofilme de *Enterococcus faecalis*. Os irrigantes que tiveram destaque foram as soluções a base de semente de Moringa e a extrato de canela. O que mostra a necessidade de mais pesquisas dessas soluções devido a sua boa disponibilidade de extração, baixo custo de produção e pela biocompatibilidade.

Os irrigantes são recomendados durante o tratamento endodôntico no propósito de solucionar o grande desafio da existência do biofilme e para conseguir uma desinfecção significativa ou até completa dos condutos radiculares. Os mais indicados tem sido o NaOCl de 1% a 6% e a CHX a 2%⁸.

O CHX 2% apresentou a ação mais efetiva, reduzindo 76,81% das unidades formadoras de colônias em relação ao controle, seguido de NaOCl 5% (70,02%), mesmo não se encontrando diferença significativa entre os dois irrigantes⁸. Também foi visto um resultado um pouco superior do CHX 2%, porém a amostra de hidróxido sódio teve a concentração de 3%. Um estudo in vitro percebeu a limitação do tempo de exposição dos irrigantes às amostras de biofilme de *Enterococcus faecalis*. A exposição de apenas um minuto não foi suficiente para a eliminação efetiva do biofilme⁹.

Em outra pesquisa, a clorexidina a 2% foi tão eficaz quanto o hipoclorito de sódio a 5%, mostrando eficiência contra o biofilme de EF semelhante entre os dois irrigantes¹⁴.

Entretanto, outro estudo constatou uma eficiência mais discrepante entre os dois irrigantes. A amostra exposta com NaOCl resultou em maior capacidade antimicrobiana entre todos os irrigantes da referida pesquisa, seguido por CHX 2%¹¹.

Diversos fatores influenciam no sucesso do tratamento endodôntico, tais como a remoção e a neutralização do conteúdo necrótico-tóxico com eficazes irrigantes, um adequado preparo biomecânico e a obturação do sistema de canais radiculares¹⁵. Todos esses estudos mostraram uma ótima eficiência do NaOCl e da CHX em combate ao biofilme de *Enterococcus faecalis*, o que fomenta a boa indicação dessas duas soluções para a realização da limpeza química no tratamento endodôntico.

5 CONCLUSÃO

Os irrigantes nanoparticulados de prata e de óxido de zinco comparado aos convencionais tiveram menor eficiência em combate ao *Enterococcus faecalis*. Isso mostra a necessidade de mais experimentos para analisar a sua ação contra o biofilme endodôntico, associado aos estudos que comprovam a sua segurança no uso clínico, devido a sua possibilidade de citotoxicidade.

Os irrigantes fitoterápicos em sua maioria tiveram bons resultados contra os microrganismos, principalmente ao *Enterococcus faecalis*. As soluções a base de semente de murungá e de extrato de canela foram as que obtiveram resultados mais satisfatórios entre todas as soluções fitoterápicas avaliadas. Todavia, necessitam de mais estudos para certificá-las como boas opções de irrigantes endodônticos por motivo da disponibilidade de extração, baixo custo de produção e pela biocompatibilidade.

As soluções convencionais, como o NaOCl e a CHX mostram ótima eficiência na grande maioria dos estudos analisados nessa pesquisa. Isso fomenta atualmente a indicação desses dois irrigantes na limpeza química do tratamento endodôntico.

REFERÊNCIAS

1. Parolia A, Kumar H, Ramamurthy S, Davamani F, Pau A. Effectiveness of chitosan-propolis nanoparticle against *Enterococcus faecalis* biofilms in the root canal. *BMC Oral Health* [Internet]. 2020 [cited 2022 Feb 2]; 20(1) Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33238961/>.
2. Plutzer B, Zilm P, Ratnayake J, Cathro P. Comparative efficacy of endodontic medicaments and sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis* biofilms. *Aust Dent J* [Internet]. 2018 [cited 2022 Feb 2]; 63(2):208-216. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29181844/>.
3. Marín-Correa BM, Guzmán-Martínez N, Gómez-Ramírez M, Pless RC, Mundo JR, García-Ramos JC, Rojas-Avelizapa NG, Pestryakov A, Bogdanchikova N, Fierros-Romero G. Nanosilver gel as an endodontic alternative against *Enterococcus faecalis* in an in vitro root canal system in Mexican dental specimens. *New Microbiol* [Internet]. 2020 [cited 2022 Feb 3]; 43(4):166-170. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33135081/>.
4. Dioguardi M, Gioia GD, Illuzzi G, Laneve E, Cocco A, Troiano G. Endodontic irrigants: Different methods to improve efficacy and related problems: Different methods to improve efficacy and related problems. *Eur J Dent* [Internet]. 2018 [cited 2022 Feb 4]; 12(3):459-466. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30147418/>.
5. Nagendrababu V, Sultan OS, Kannathasan S, Patel AS, Chitra E, Neelakantan P, Davamani F. Root canal irrigants influence the hydrophobicity and adherence of *Staphylococcus epidermidis* to root canal dentin: an in vitro study. *Restor Dent Endod* [Internet]. 2017 [cited 2022 Feb 4];43(1) Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29487832/>.
6. Noushad MC, Ashraf K, Suneetha MP. Antibacterial Efficacy of Muringa Seed Extract and Potato Peel Extract Against *Enterococcus faecalis*. *Contemp Clin Dent* [Internet]. 2020 [cited 2022 Feb 4];11(4):327-331. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8035844/>.
7. Soares IJ, Goldberg F. *Endodontia: Técnicas e Fundamentos*. 2nd ed. [place unknown]: Artmed; 2011. 524 p.
8. Almeida JD, Cechella BC, Bernardi AV, Pimenta ADL, Felipe WT. Effectiveness of nanoparticles solutions and conventional endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Indian J Dent Res* [Internet]. 2018 [cited 2022 Feb 4];29(3):347-351. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29900920/>.
9. Goud S, Aravelli S, Dronamraju S, Cherukuri G, Morishetty P. Comparative Evaluation of the Antibacterial Efficacy of Aloe Vera, 3% Sodium Hypochlorite, and 2% Chlorhexidine Gluconate Against *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study. *Cureus* [Internet]. 2018 [cited 2022 Feb 5];10(10) Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30648031/>.
10. Panchal V, Gurunathan D, Muralidharan NP. Comparison of antibacterial efficacy of cinnamon extract, neem extract as irrigant and sodium hypochlorite against *Enterococcus faecalis*: An in vitro study. *Indian J Dent Res* [Internet]. 2020 [cited 2022 Feb 5];31(1):124-128.

Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32246694/>.

11. D'aviz FS, Lodi E, Souza MA, Farina AP, Cecchin D. Antibacterial Efficacy of the Grape Seed Extract as an Irrigant for Root Canal Preparation. *Eur Endod J* [Internet]. 2020 [cited 2022 Feb 6];5(1):35-39. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7183804/>.
12. Sainudeen S, Nair VS, Zarbah M, Abdulla AM, Najeeb CM, Ganapathy S. Can Herbal Extracts Serve as Antibacterial Root Canal Irrigating Solutions? Antimicrobial Efficacy of *Tylophora indica*, *Curcumin longa*, *Phyllanthus amarus*, and Sodium Hypochlorite on *Enterococcus faecalis* Biofilms Formed on Tooth Substrate: In Vitro Study. *J Pharm Bioallied Sci* [Internet]. 2020 [cited 2022 Feb 7];12(1):423-429. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7595561/>.
13. Nourzadeh M, Amini A, Fakoor F, Raof M, Sharififar F. Comparative Antimicrobial Efficacy of *Eucalyptus Galbie* and *Myrtus Communis L.* Extracts, Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite against *Enterococcus Faecalis*. *Irã Endod J* [Internet]. 2017 [cited 2022 Feb 7];12(2):205-210. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28512487/>.
14. Jaiswal N, Sinha DJ, Singh UP, Singh K, Jandial UA, Goel S. Evaluation of antibacterial efficacy of Chitosan, Chlorhexidine, Propolis and Sodium hypochlorite on *Enterococcus faecalis* biofilm: An in vitro study. *J Clin Exp Dent* [Internet]. 2017 [cited 2022 Feb 7];9(9):1066-1074. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29075407/>.
15. Nascimento JVM, Gomes FA, Vitoriano MM, Vasconcelos BC, Aguiar BA, Gurgel Filho ED, Sousa MCS, Braga, DDM. Avaliação da inserção de radiopacificadores na medicação intracanal em diferentes proporções associados ao Hidróxido de Cálcio: Evaluation of the insertion of radiopacificators in intracannel medication in different proportions associated with Calcium Hydroxide. *Brazilian Journal of Health Review*. 2022;5(4),13852-13863.