

## Soluções Irrigadoras em Endodontia: evidências e deficiências

Irrigating Solutions in Endodontics: evidence and deficiencies

Soluciones de Irrigación en Endodoncia: evidencias y deficiencias

Recebido: 31/01/2023 | Revisado: 13/02/2023 | Aceitado: 14/02/2023 | Publicado: 18/02/2023

**Karla Beatriz Nogueira de Mesquita**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1565-0674>

Centro Universitário Fametro, Brasil

E-mail: [karlanogueira@gmail.com](mailto:karlanogueira@gmail.com)

**Antônia Nadiane da Silva Peixoto**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5630-5848>

Centro Universitário Fametro, Brasil

E-mail: [peixotonadiane@gmail.com](mailto:peixotonadiane@gmail.com)

**Luis Antônio Bezerra Gonçalves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3490-4537>

Centro Universitário Fametro, Brasil

E-mail: [luisantoniobg20@icloud.com](mailto:luisantoniobg20@icloud.com)

**Clarice Fernandes Eloy da Costa Cunha**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4923-9413>

Centro Universitário Fametro, Brasil

E-mail: [clarice.cunha@professor.unifametro.edu.br](mailto:clarice.cunha@professor.unifametro.edu.br)

**Flávia Darius Vivacqua**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8241-9216>

Centro Universitário Fametro, Brasil

E-mail: [flavia.vivacqua@professor.unifametro.edu.br](mailto:flavia.vivacqua@professor.unifametro.edu.br)

### Resumo

O objetivo do presente trabalho foi revisar a literatura no tocante das soluções irrigadoras utilizadas nos procedimentos endodônticos, ao evidenciar as mais utilizadas e salientar as novas alternativas de agentes irrigantes. A metodologia destinou-se a executar uma revisão literária integrativa que foi desenvolvida em seis fases, sendo: a) desenvolvimento da questão de pesquisa; b) definição dos termos descritores e das plataformas de busca, c) definição dos critérios de elegibilidade utilizados; d) análise criteriosa dos estudos incluídos; e) definição das informações a serem extraídas dos artigos retirados das bases de dados; f) interpretação dos resultados e apresentação da síntese do conhecimento, no qual a questão norteadora foi elaborada mediante a estratégia PICo. Desta forma, foram realizadas buscas bibliográficas nos portais eletrônicos PubMed, BVS e Ebsco utilizando as palavras-chave: Endodontia; Clorexidina e Hipoclorito de Sódio, em que 22 artigos foram eleitos para o desenvolvimento deste trabalho. O hipoclorito de sódio (NaOCl), o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) e a clorexidina (CHX) são as soluções irrigadoras mais efetivas e seguras, no qual o NaOCl e a CHX são as mais populares usadas. Destarte, é notório o quão importante é a aplicabilidade das soluções irrigadoras durante a terapia endodôntica. Pois, mediante a sua administração tem-se resposta positiva no controle dos agentes microbianos que encontram-se no canal radicular. A esterilização do sistema de canais radiculares não é possível e as substâncias e técnicas disponíveis ainda possuem pontos deficitários, devido a isso novas soluções irrigantes têm sido estudadas para somarem nas intervenções da endodontia.

**Palavras-chave:** Endodontia; Clorexidina; Hipoclorito de sódio.

### Abstract

The aim of this study was to review the literature regarding irrigating solutions used in endodontic procedures, highlighting the most used ones and highlighting new alternatives for irrigating agents. The methodology was intended to perform an integrative literary review that was developed in six phases, namely: a) development of the research question; b) definition of descriptor terms and search platforms, c) definition of eligibility criteria used; d) careful analysis of the included studies; e) definition of the information to be extracted from the articles taken from the databases; f) interpretation of the results and presentation of the synthesis of knowledge, in which the guiding question was elaborated through the PICo strategy. Thus, bibliographical searches were carried out in the electronic portals PubMed, BVS and Ebsco using the keywords: Endodontics; Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite, in which 22 articles were chosen for the development of this work. Sodium hypochlorite (NaOCl), ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and chlorhexidine (CHX) are the most effective and safe irrigating solutions, with NaOCl and CHX being the most popular ones used. Thus, it is clear how important is the applicability of irrigating solutions during endodontic therapy. Because, through its administration, there is a positive response in the

control of microbial agents that are found in the root canal. The sterilization of the root canal system is not possible and the available substances and techniques still have deficient points, due to this new irrigating solutions have been studied to add to endodontic interventions.

**Keywords:** Endodontics; Chlorhexidine; Sodium hypochlorite.

### Resumen

El objetivo de este estudio fue revisar la literatura sobre las soluciones de irrigación utilizadas en los procedimientos de endodoncia, destacando las más utilizadas y destacando nuevas alternativas para los agentes de irrigación. La metodología pretendía realizar una revisión literaria integradora que se desarrolló en seis fases, a saber: a) desarrollo de la pregunta de investigación; b) definición de términos descriptores y plataformas de búsqueda, c) definición de criterios de elegibilidad utilizados; d) análisis cuidadoso de los estudios incluidos; e) definición de la información a ser extraída de los artículos tomados de las bases de datos; f) interpretación de los resultados y presentación de la síntesis de conocimientos, en la que se elaboró la pregunta orientadora a través de la estrategia PICO. Así, se realizaron búsquedas bibliográficas en los portales electrónicos PubMed, BVS y Ebsco utilizando las palabras clave: Endodoncia; Clorhexidina e Hipoclorito de Sodio, en el cual se escogieron 22 artículos para el desarrollo de este trabajo. El hipoclorito de sodio (NaOCl), el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y la clorhexidina (CHX) son las soluciones de irrigación más efectivas y seguras, siendo NaOCl y CHX las más utilizadas. Por lo tanto, queda claro cuán importante es la aplicabilidad de las soluciones de irrigación durante la terapia endodóntica. Porque a través de su administración se tiene una respuesta positiva en el control de los agentes microbianos que se encuentran en el conducto radicular. La esterilización del sistema de conductos no es posible y las sustancias y técnicas disponibles aún tienen puntos deficientes, por lo que se han estudiado nuevas soluciones irrigantes para complementar las intervenciones de endodoncia.

**Palabras clave:** endodoncia; clorhexidina; Hipoclorito de sodio.

## 1. Introdução

Na Endodontia o controle das afecções é um fator imprescindível durante o tratamento endodôntico e o prognóstico do caso, pois tem-se por objetivo cessar a proliferação de microrganismos presentes no sistema de canais radiculares, os quais são responsáveis por causar doenças pulpares e periapicais. Assim, existem vários métodos que podem ser empregados para auxiliar na limpeza dos condutos, como o preparo biomecânico através da manipulação de limas em associação com soluções irrigadoras (Sayed et al., 2020).

Neste âmbito, as soluções irrigadoras apresentam-se como substâncias químicas que podem ser administradas com a finalidade de remoção bacteriana, restos pulpares, sangue, raspas de dentina, bem como a lubrificação das paredes do conduto para uma melhor instrumentação endodôntica. Desta forma, os irrigadores endodônticos necessitam apresentar propriedades favoráveis para a sua aplicação, como ser hidrossolúvel, biocompatível, bacteriostático, atóxico para os tecidos perirradiculares e ser potencialmente permeável à dentina (Tirali et al., 2013). Adicionalmente, Teves et al. (2019), destacaram que a irrigação denota-se como o melhor método para a remoção de tecidos e restos de dentina durante a instrumentação. Nas terapias endodônticas, muitos materiais têm sido utilizados para a irrigação do sistema de canais radiculares e, certamente, o hipoclorito de sódio (NaOCl), o ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) e o digluconato de clorexidina (CHX) são as soluções mais utilizadas e confiáveis. No qual, o NaOCl e a CHX são as soluções mais populares.

O NaOCl é o agente irrigante mais popularmente utilizado na endodontia devido a eficácia clínica na terapia endodôntica, isso deve-se a sua atividade antimicrobiana expressiva contra bactérias, fungos e vírus, bem como a sua capacidade de dissolver tecidos necróticos e vitais. Mas, exala um forte odor e é irritante ao entrar em contato com a pele e mucosa, característica esta que deve ser levada em consideração pelo cirurgião-dentista durante a sua manipulação para evitar possíveis acidentes e complicações (Srivastava et al., 2014). As suas concentrações variam de 0,5% a 6,15%, sendo altamente alcalino, em que a concentração de 5% demonstra ter maior grau de desproteinização da camada dentinária, produzindo assim um maior efeito sobre as metaloproteinases da matriz (MMPs) que situam-se na dentina radicular (Lobo et al., 2021).

A CHX apresenta variadas vantagens, em que pode-se destacar, a sua baixa toxicidade, amplo espectro antibacteriano, eficácia contra *Enterococcus faecalis* e *Candida albicans*, além disso, contém substantividade (efeito antibacteriano contínuo),

odor e sabor toleráveis e propriedades não branqueadoras. Desta maneira, pode ser uma opção benéfica para substituir o NaOCl durante o tratamento endodôntico. A concentração de clorexidina utilizada na endodontia varia de 0,2 a 2% e atualmente a sua formulação em gel tem ganhado ênfase, visto que é biocompatível, solúvel em água e pode ser usada também como uma opção de medicação intracanal acrescida ao hidróxido de cálcio, por exemplo. Ademais, o gel de CHX pode auxiliar na lubrificação dos condutos radiculares, ao aumentar a remoção mecânica de tecidos orgânicos e na diminuição de smear layer (Marek et al., 2020).

Dentre as soluções irrigantes mais utilizadas na atualidade, tem-se o EDTA, que é considerado como um agente quelante, capaz de remover os componentes inorgânicos da Smear Layer da dentina do canal radicular, sendo comumente usado durante a irrigação final. Tal substância tem um pH neutro, reage com os íons de cálcio na dentina e forma quelatos de cálcio solúveis. Entretanto, é preciso ter atenção, pois se o EDTA for extruído para os tecidos periapicais, pode causar inflamação, apoptose, necrose e efeitos citotóxicos (Pivatto et al., 2020). Contrastando, Jing, Huang, Haapasalo, Shen e Wang (2019), evidenciaram que os compostos de iodo estão entre os desinfetantes mais antigos, porém ainda são usados ativamente. O iodo é menos reativo que o cloro no hipoclorito, contudo mata rapidamente e tem atividade bactericida, fungicida, tuberculicida, virucida e até esporicida. Ele penetra rapidamente nos microrganismos e causa a morte celular atacando proteínas, nucleotídeos e outros componentes subcelulares chave da célula, é um exemplo dessa solução, o iodo-iodeto de potássio (IPI).

A literatura endodôntica é consensual ao salientar que a preparação mecânica pode remover fisicamente restos de tecido, biofilme e dentina infectada e mesmo após uma boa instrumentação, grandes proporções do sistema de canais radiculares podem permanecer não instrumentados. Mediante a isso, entende-se o quão insubstituíveis são as soluções irrigantes e o quão expressiva é a necessidade de entender novas substâncias e tecnologias para serem acrescidas a essas condutas. Neste pressuposto, os avanços nanotecnológicos proporcionaram novas e promissoras oportunidades, ao somar a terapia fotodinâmica e a atuação de nanopartículas (NPs), a exemplo de NPs a base de óxido de ferro catalítico na desinfecção endodôntica (Bukhari et al., 2018).

Mooduto et al. (2019), destacaram em seu estudo o potencial do Própolis como alternativa natural de solução irrigadora, visto que, é um material derivado do favo de mel e contém flavonoides, que dispõe de ações antibacterianas, antifúngicas, antivirais, anti-inflamatórias, antioxidantes e proporciona um suporte estimulatório para o sistema imune. Destaca-se, que sua aplicação em baixas doses é totalmente segura e a sua citotoxicidade é menor em fibroblastos gengivais quando em comparação com a CHX, porém em altas doses pode ser altamente citotóxico para os tecidos periodontais. Aditivamente, Parisay, Tabeli, Asadi, Moghadam e Nikbakht (2021), evidenciam a aplicabilidade do Peróxido de Hidrogênio 1,5% (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) como agente irrigante, em que o mesmo apresenta um amplo espectro bacteriano devido a sua liberação de oxigênio, que ao entrar em contato com as enzimas presentes no ambiente produz ação bactericida na intercessão do metabolismo bacteriano, reduzindo assim a quantidade de *E. faecalis* existente no canal radicular.

Destarte, o objetivo do presente trabalho é revisar a literatura no tocante das soluções irrigadoras utilizadas nos procedimentos endodônticos, ao evidenciar as mais utilizadas e salientar as novas alternativas de agentes irrigantes.

## 2. Metodologia

Esse trabalho trata-se de uma revisão integrativa da literatura que foi delineada tendo como base a temática e critérios organizativos, no qual foi desenvolvida em seis fases, sendo: a) desenvolvimento da questão de pesquisa; b) definição dos termos descritores e das plataformas de busca, c) definição dos critérios de elegibilidade utilizados; d) análise criteriosa dos estudos incluídos; e) definição das informações a serem extraídas dos artigos retirados das bases de dados; f) interpretação dos resultados e apresentação da síntese do conhecimento (Whittemore & Knafelz, 2005).

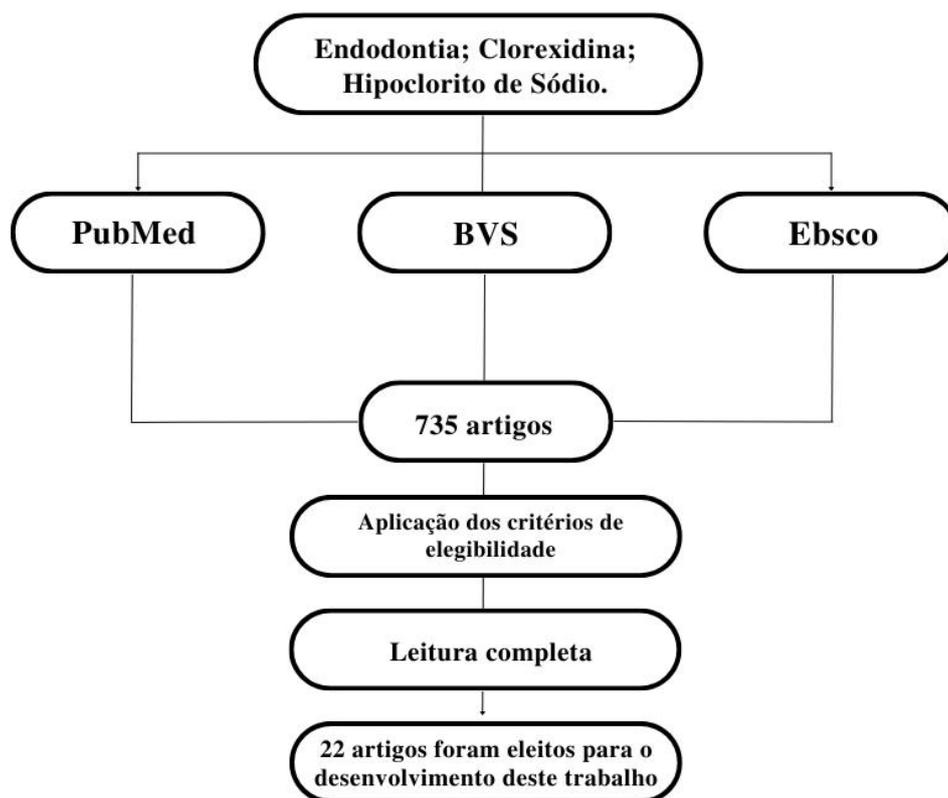
A questão de investigação foi colocada de acordo com a estratégia Population Context of Interest (PICo) (Lockwood et al., 2019). Desta maneira, foi considerada a seguinte estrutura: P - Desinfecção do canal radicular, I - Soluções irrigadoras e Co-Endodontia. Assim, formulou-se a seguinte questão: "Quais são as soluções irrigadoras mais comumente utilizadas na endodontia, os seus pontos positivos, negativos e as novas propostas estudadas atualmente?"

Os descritores que nortearam a pesquisa foram selecionados e verificados através das plataformas de linguagem única: Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH). Para compor esta revisão, foram utilizados os portais eletrônicos: PubMed, Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) e Ebsco (Dentistry & Oral Sciences Source), usando o recurso de busca avançada com os seguintes termos: Endodontia; Clorexidina; Hipoclorito de Sódio. Os critérios de inclusão da pesquisa foram: 1) estudos que evidenciaram a utilização das soluções irrigantes nos procedimentos endodônticos, publicados entre 2013 e 2023, 2) estudos in vivo; in vitro; relatos de caso e revisões com metodologias e resultados concisos, 3) pesquisas comparativas entre substâncias químicas com finalidade irrigadora endodôntica, 4) artigos que envolvessem estudos com dentes e 5) trabalhos que respondessem a pergunta norteadora. Os critérios de exclusão foram: 1) Teses, editoriais, monografias e dissertações, 2) artigos incompletos eletronicamente, 3) trabalhos que estavam duplicados entre as plataformas, 4) trabalhos sem metodologias bem delimitadas ou coerentes e 4) aqueles que não responderam à questão norteadora.

Com a pesquisa nos portais de busca, utilizando os descritores, filtros de texto completo, últimos 10 anos e todos os idiomas, obteve-se um total de 735 artigos, BVS (n= 88), PubMed (n=371) e Ebsco (n=276), após a leitura de títulos n=260, depois da leitura do resumo n=140, com a análise do texto completo e aplicação dos critérios inclusivos e de exclusão, 22 artigos foram eleitos para o desenvolvimento deste trabalho (figura 1).

Neste âmbito, três pesquisadores fizeram parte de tal ato, realizaram as buscas e seleção dos estudos, onde seguiram os critérios de elegibilidade supracitados e as efetuaram. Posteriormente os pesquisadores reuniram-se com as duas orientadoras que também seguiram os mesmos passos, compararam os achados, a fim de identificar eventuais divergências nos resultados obtidos, discutiram e apresentaram sínteses do conhecimento sobre as informações extraídas dos artigos selecionados. As principais informações extraídas foram provenientes de uma análise criteriosa, em que os artigos eleitos evidenciaram as soluções irrigadoras mais utilizadas na endodontia, benefícios, malefícios e as alternativas de irrigadores investigados na atualidade.

**Figura 1** – Fluxograma da estratégia de busca.



Fonte: Autores (2023).

### 3. Resultados e Discussão

O levantamento bibliográfico deste trabalho abordou o período de pesquisa de 2013 a 2023, foi encontrado um total de 735 publicações, que após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram escolhidos 22 artigos para compor esta revisão, trabalhos estes encontrados nas bases de dados PubMed, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Ebsco. Quanto ao desenho do estudo, dezesseis são estudos In Vitro, três são estudos In Vivo, dois são relatos de casos e um é revisão de literatura. A Tabela 1 apresenta as 22 publicações selecionadas, evidenciando os autores, ano de publicação, objetivo, tipo de estudo e principais achados.

**Quadro 1** – Resumo dos estudos selecionados.

AUTOR/ANO	OBJETIVO	TIPO DE ESTUDO	PRINCIPAIS ACHADOS
Tirali et al. (2013)	Comparar a eficiência antimicrobiana de vários irrigantes endodônticos incluindo Hipoclorito de Sódio (NaOCl), Clorexidina (CHX) e Cloridrato de Octenidina (OCT) em diferentes concentrações em os microrganismos do canal radicular selecionados.	Estudo In Vitro	As concentrações utilizadas de dicloridrato de octenidina foram tão eficazes quanto a solução de NaOCl a 5,25% nos microrganismos testados. Assim, é razoável supor que a solução de OCT poderia ser utilizada como solução irrigante na endodontia.
Luddine e Ahmed (2013)	Discutir a atividade antibacteriana dos 2 principais irrigantes do canal radicular, a clorexidina e hipoclorito, contra o <i>Enterococcus faecalis</i> usando os métodos de difusão em ágar, o contato	Revisão Bibliográfica	O hipoclorito de sódio e a clorexidina possuem uma ação antibacteriana eficaz contra <i>E. faecalis</i> , e seu nível de eficácia depende principalmente de a) sua concentração e forma, b) diferentes

	direto e os possíveis fatores responsáveis por achados inconsistentes entre diferentes estudos.		modelos de microrganismos e c) procedimentos experimentais incluindo manipulação e duração do contato com os microrganismos.
Srivastava et al. (2014)	Avaliar a eficácia antimicrobiana do hipoclorito de sódio (1% e 3%) e clorexidina (1% e 2%) com ou sem adição de carga orgânica (plasma estéril 0,5%) contra algumas amostras bacterianas <i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 25923), <i>Enterococcus faecalis</i> (ATCC 29212) utilizando o método de difusão em ágar.	Estudo In Vitro	A clorexidina deve ser utilizada em conjunto com o hipoclorito de sódio, pois tem baixa capacidade de dissolver a matéria orgânica do tecido. Deste modo, opta-se por ser a última solução irrigante administrada pela menor eficácia antimicrobiana em comparação ao hipoclorito de sódio.
Noites et al (2014)	Determinar se a irrigação com hipoclorito de sódio, clorexidina e gás ozônio, isoladamente ou em combinação, era eficaz contra <i>Enterococcus faecalis</i> e <i>Candida albicans</i> .	Estudo In Vitro.	Os resultados evidenciaram que apenas a ação combinada de CHX 2% e gás ozônio por curto período promove a eliminação completa de ambos os microrganismos testados no modelo de dente.
Samiei et al. (2016)	Comparar as atividades antibacterianas de lasers fotoativados de baixa potência e dois métodos convencionais de irrigação nomeando 2% CHX e 2,5% NaOCl contra <i>E. faecalis</i> em canais radiculares infectados.	Estudo In Vitro	A terapia fotodinâmica foi tão eficaz na redução da contagem de <i>Enterococcus faecalis</i> como a Clorexidina, mas este efeito foi inferior ao de 2,5% de Hipoclorito de Sódio como solução de irrigação.
Faras et al. (2016)	Relatar complicação do manejo inadequado do Hipoclorito de Sódio que ocasionou um acidente durante o tratamento de canal.	Relato de Caso	Para evitar acidentes com NaOCl, imagens radiográficas devem ser feitas antes de qualquer tratamento de canal. Avaliação precisa da duração e integridade de canais individuais são essenciais. O paciente e o o dentista devem proteger seus olhos e roupas efetivamente contra o irrigante. Um lençol de borracha deve ser utilizado para evitar qualquer fuga ou contacto da solução para os tecidos moles.
Bukhari et al. (2018)	Testar uma nova tecnologia de desinfecção usando nanopartículas biomiméticas de óxido de ferro (IO-NP) com atividade semelhante à peroxidase para aumentar a atividade antibacteriana nas superfícies do canal radicular e nos túbulos dentinários.	Estudo In Vitro	Os resultados revelaram o potencial para explorar nanocatalisadores com atividade semelhante à enzima como uma abordagem alternativa irrigante e potente para o tratamento de infecções endodônticas.
Jing et al. (2019)	Avaliar o efeito da fonte de bactérias do biofilme e do tipo de agentes antibacterianos na recuperação do biofilme após exposição a diferentes agentes antibacterianos.	Estudo In Vitro	A capacidade do NaOCl de matar bactérias é muito mais forte do que a do CHX e do IPI. Assim, o biofilme tratado pelo NaOCl é o que se recupera mais lentamente. Ademais, os resultados indicaram que o tempo de recuperação é menos dependente do tipo de bactéria (multiespécie ou não) presente no biofilme.
Shadmehr et al. (2019)	Avaliar a eficácia antimicrobiana do Hipoclorito de Cálcio (HC) em comparação com o Hipoclorito de Sódio e Clorexidina contra biofilme multiespécies em superfície e profundidade túbulos dentinários.	Estudo In Vitro	5% de HC e 2% de CHX são mais efetivos, sendo superior a 5,25% de NaOCl na redução de uma cultura mista biofilme.

Mooduto et al. (2019)	Encontrar a citotoxicidade do hipoclorito de sódio, clorexidina e própolis na célula fibroblástica do ligamento periodontal humano (HPDLFc).	Estudo In Vitro	O Hipoclorito de Sódio foi registrado tóxico a 0,254 µl/ml, a Clorexidina foi considerada tóxica a 0,016 µl/ml, e o extrato de Própolis foi considerado tóxico em 92,70 concentração de µg/ml. Destaca-se, que novos estudos devem ser realizados com o propósito de investigar a eficácia do Própolis, antes de sua aplicação como solução irrigadora.
Arathi et al. (2019)	Comparar a profundidade de penetração da Clorexidina e Quitosana em túbulos dentinários com e sem o efeito da irrigação ultra-sônica.	Estudo In Vitro	Verificou-se que a irrigação com CHX a 2% e agitação ultrassônica tem profundidade máxima de penetração nos túbulos dentinários em comparação com a Quitosana.
Teves et al. (2019)	Avaliar a eficácia de diferentes técnicas de desinfecção do canal radicular na eliminação de um biofilme multiespécie de dentro do canal radicular.	Estudo In Vitro	A Clorexidina 2% ativada com o Finalizador XP-endo não exerce eliminação ou efeito de limpeza melhorada no biofilme multi-espécies. A ativação do Hipoclorito de Sódio melhorou em 4% a eliminação do biofilme multiespécies.
Vasconcelos et al. (2019)	Avaliar a quantidade de debris extruídos apicalmente após o preparo químico-mecânico (PQM) associado à irrigação ultrassônica passiva (IUP) em associação com quatro diferentes irrigantes - hipoclorito de sódio 6%, clorexidina gel 2% + solução salina (CLXg 2% + SS), solução de clorexidina 2% (CLXs 2%) e SS.	Estudo In Vitro	A irrigação ultrassônica passiva não impediu completamente a extrusão apical de detritos. No entanto, a irrigação ultrassônica passiva com gel de clorexidina a 2% + solução salina reduziu significativamente a extrusão de detritos em comparação com hipoclorito de sódio a 6%, solução de clorexidina e solução salina.
Sayed et al. (2020)	Avaliar o efeito antibacteriano do hipoclorito de sódio e de quatro tipos de soluções intracanaís.	Estudo Comparativo In Vitro	O gel de hipoclorito de sódio e o gel de clorexidina demonstraram as atividades antibacterianas mais fortes entre as quatro soluções testadas. O Diapex Plus não exibiu nenhum efeito antibacteriano e a pasta de hidróxido de cálcio, exibiu efeito antibacteriano contra todas as cepas microbianas, particularmente E.faecalis.
Alves et al. (2020)	Descrever um caso em que o NaOCl foi extrudado através do forame apical, causando dor aguda e inchaço, e ao tentar substituir pela CHX o caso foi agravado com a ocorrência de fenestração da mucosa.	Relato de Caso	Sugere-se que a CHX não deve ser utilizada como irrigante alternativo em casos de experiência prévia de acidente com NaOCl, pois tem o potencial de agravar o dano tecidual.
Pivatto et al. (2020)	Avaliar o efeito citotóxico e a capacidade de inibir MMP-2 e MMP-9 (metaloproteinases de matriz) de CH (quitosana) e AA (ácido acético) em comparação com EDTA (ácido etilendiaminotetracético).	Estudo In Vitro	A CH teve um efeito citotóxico semelhante ao do EDTA imediatamente após o contato com as células fibroblásticas, que diminuiu após 6 h, 12 h e 24 h de incubação. Além disso, CH teve um efeito inibitório sobre MMP-2 e MMP-9 semelhante ao do EDTA.
Marek et al. (2020)	Determinar a influência da solução de digluconato de clorexidina a 2%, gel de digluconato de clorexidina a 2% e solução de hipoclorito a 2% na precisão de dois dispositivos: o Raypex 5 e o ApexDal.	Estudo In Vitro	Teve maior acurácia no forame anatômico da raiz contendo clorexidina em gel ou na forma de solução do que no canal contendo hipoclorito de sódio ao usar o Raypex 5 e o ApexDal.

Lobo et al. (2021)	Avaliar os efeitos dos irrigantes mais comuns na expressão de metaloproteinases (MMPs) da matriz da dentina radicular.	Estudo In Vitro	Os resultados mostraram que os irrigantes mais comuns afetaram a expressão de MMPs na dentina radicular. O tratamento com NaOCl e clorexidina resultou em menor expressão de MMPs, enquanto o EDTA aumentou sua expressão na dentina do canal radicular.
Sayed et al. (2021)	Comparar a atividade antifúngica do gel de hipoclorito de sódio com a de quatro medicamentos intracanaís em vários intervalos de tempo.	Estudo In Vitro	A atividade antifúngica do gel de hipoclorito de sódio foi a mais elevada entre as soluções investigadas. A atividade antifúngica do gel de clorexidina melhorou com o tempo, enquanto a atividade antifúngica do hidróxido de cálcio diminuiu. Diapex Plus e Ledermix não apresentaram propriedades antifúngicas.
Parisay et al. (2021)	Comparar a eficácia antibacteriana de irrigações incluindo 2,5% de Hipoclorito de Sódio, 2% Clorexidina e 1,5% de Peróxido de Hidrogênio (H2O2).	Estudo In Vitro	2% de CHX, 2,5% de NaOCl e 1,5% de H2O2 tiveram atividade estatisticamente significativa contra <i>Enterococcus faecalis</i> . No entanto, 1,5% de H2O2 tem menor grau de eficiência como bactericida ao comparar com a 2% CHX e 2,5% NaOCl.
Tandon et al. (2022)	Averiguar a presença de bactérias aeróbias, bactérias anaeróbicas, <i>E. faecalis</i> , <i>F. nucleatum</i> , <i>Propionibacteria</i> sp., <i>Actinomyces</i> sp., e sua redução em várias etapas do retratamento endodôntico com o uso do protocolo convencional - 5,25 % Hipoclorito de Sódio como irrigante junto com Hidróxido de Cálcio (Ca (OH) 2) como medicamento intracanal e protocolo recomendado (SmearOFF como irrigante junto com gel de Clorexidina (CHX) 2% como medicamento intracanal).	Estudo In Vivo	Smear Off como irrigante final causou significativamente mais redução na carga bacteriana para <i>E.faecalis</i> e <i>F. nucleatum</i> em comparação ao NaOCl. Os achados evidenciaram que o gel de CHX a 2% pode ser aconselhável em casos de retratamento, pois foi relatado como significativamente eficaz contra <i>E.faecalis</i> .
Fazelian et al. (2022)	Investigar a influência da CHX 2% e NaOCl 5,25% na resistência de união à microtração do G-premio Bond.	Estudo In Vitro	A irrigação do canal radicular com NaOCl 5,25% reduziu significativamente a resistência à união, a microtração no G-premio Bond no modo autocondicionante, mas o uso de CHX não fez diferença significativa.

Fonte: Autores (2023).

Segundo, Jing et al. (2019), o hipoclorito de sódio é a solução irrigante mais popular e importante da endodontia. O seu mecanismo de ação denota-se de maneira que ele se ioniza em íon sódio (Na<sup>+</sup>) e íon hipoclorito (OCl<sup>-</sup>) quando em contato com a água, estabelecendo equilíbrio com o ácido hipocloroso (HOCl). O ácido hipocloroso é responsável por sua ação antibacteriana, OCl<sup>-</sup> é menos eficaz que o HOCl não dissolvido. Desta forma, o hipoclorito de sódio é o único irrigante na endodontia que pode dissolver o tecido orgânico, incluindo a parte orgânica de Smear Layer. Neste âmbito, o digluconato de clorexidina tem ganhado considerável popularidade, porém a CHX não tem capacidade de dissolução tecidual e, portanto, não pode substituir o hipoclorito de sódio. Srivastava et al. (2014), já haviam afirmado que uma resolução para tal fator é realizar a associação do NaOCl com a CHX, de maneira que a sua ação sinérgica poderia contornar esse entrave.

Em contrapartida, Marek et al. (2020), evidenciaram que certamente o NaOCl, o EDTA e a CHX são as soluções irrigadoras mais efetivas e seguras, no qual o NaOCl e a CHX são as mais populares usadas. Aditivamente, destacaram com

clareza que a clorexidina pode substituir o hipoclorito de sódio com plena segurança e resultados promissores, haja vista que a CHX tem vários pontos positivos como a substantividade, toxicidade baixa, sabor e odor que não são desagradáveis, capacidade de possibilitar uma maior lubrificação ao canal (em sua forma de gel) no momento da instrumentação, biocompatibilidade, ausência de propriedades branqueadoras como o hipoclorito tem, amplo espectro antibacteriano, e características afins.

A principal causa de infecção pulpar e periapical é a presença de bactérias e os seus subprodutos no interior da polpa e cavidade radicular. A esterilização do sistema de canais radiculares é praticamente impossível de conseguir, mesmo com os instrumentos atuais, soluções de irrigação e associação de diferentes técnicas de irrigação. Portanto, o que é objetivado na terapia endodôntica é a redução da carga bacteriana a níveis compatíveis para a cicatrização do tecido perirradicular (Teves et al., 2019). Neste pressuposto, Sayed et al. (2020), exploraram o método de difusão em ágar para avaliar o efeito antibacteriano de 5 substâncias, NaOCl, CHX, CH (hidróxido de cálcio), Ledermix e Diapex plus e os resultados sobressaíram que o hipoclorito de sódio apresentou a maior atividade antibactericida entre as soluções testadas e pode ser recomendado como uma potente solução. A CHX e o CH mostraram um efeito antibacteriano significativamente maior quando comparado com Ledermix e o Diapex plus não exibiu nenhuma ação antibacteriana, sendo assim, neste estudo o NaOCl e CHX tiveram os melhores desempenhos contra *Enterococcus faecalis* e *Staphylococcus aureus*.

Aditivamente, Luddine e Ahmed (2013), mostraram em seu estudo a atividade antibacteriana do Hipoclorito de sódio e clorexidina contra o *Enterococcus faecalis* em diferentes concentrações, além de realizar o teste de difusão em ágar. O teste de difusão em ágar é um dos testes mais utilizados para estudar a atividade antimicrobiana de irrigantes endodônticos, esse teste consiste na colocação de discos de papel, previamente saturados com o agente químico, sobre uma superfície de ágar subcultivada com um microrganismo selecionado. Esse método foi utilizado para avaliar a atividade antibacteriana de NaOCl e CHX em várias concentrações, onde foi visto que NaOCl e CHX possuem ação antibacteriana eficaz contra *E. faecalis*, além de serem eficazes quando combinadas, tanto a CHX em gel, quanto em líquido quando combinada ao NaOCl demonstrou 100% de inibição do crescimento de *E. faecalis*, e quanto maior a concentração de NaOCl menor será o tempo para a eliminação desse microrganismo.

Similarmente, Lobo et al. (2021), enfatizaram as propriedades das soluções mais utilizadas, em que o NaOCl é evidenciado como altamente alcalino e devido a sua capacidade proteolítica pode dissolver restos pulpares, aumentar o desbridamento e lubrificação, entretanto, por sua ação em componentes orgânicos da dentina pode influenciar em alterações na composição química e estrutural da parede dos canais radiculares. A CHX é amplamente utilizada por suas atividades antimicrobianas e também é um forte inibidor de metaloproteinases (MMPs), desta maneira é recomendada para reduzir a degradação do colágeno e melhorar a durabilidade da força da união. Já o EDTA é usado para remover os componentes inorgânicos de smear layer, ademais, o condicionamento da dentina com EDTA pode beneficiar nos mecanismos regenerativos de reparo tecidual. Ao testá-los, os resultados determinaram que o tratamento com NaOCl e CHX proporcionam menores expressões de MMPs, enquanto o EDTA aumentou, ou seja, NaOCl e CHX foram melhores neste quesito, pois as MMPs têm implicações potenciais nas terapias regenerativas.

Ao destinar o foco à atividade antifúngica das soluções irrigadoras, especialmente contra *Candida Albicans*, Sayed et al. (2021), compararam diferentes soluções em períodos de 24, 48 e 72 horas e os achados demonstraram que em todos os períodos o NaOCl apresentou zonas de inibição mais significativas, seguido do gel de CHX e da solução com hidróxido de cálcio. No entanto, o gel de CHX apresentou atividade antifúngica aumentada nos intervalos de 48 e 72 horas, diferentemente a solução com hidróxido de cálcio teve diminuição da atividade antifúngica em 72 horas. Aditivamente, Arathi et al. (2019), analisaram a profundidade de penetração de irrigantes do canal radicular nos túbulos dentinários com e sem ultrassom usando microscopia de luz e perceberam diante dos resultados que a clorexidina a 2% em gel como irrigante com agitação ultrassônica

apresentou profundidade máxima de penetração nos túbulos dentinários quando comparado com a quitosana e EDTA.

Alves et al. (2020), em um relato de caso, abordaram em ricos detalhes o que pode ocorrer quando há extravasamento acidental com soluções irrigantes. Em casos assim, o qual ocorreu uma extrusão do NaOCl, uma corriqueira conduta é substituí-lo pela clorexidina. No entanto, neste caso em que uma paciente de 62 anos, com necessidade de tratamento no primeiro pré-molar superior esquerdo com diagnóstico de necrose pulpar e presença de lesão periapical, onde aconteceu extrusão de hipoclorito, a substituição do mesmo por CHX em sessões posteriores após terapia medicamentosa anti-inflamatória e antibiótica, e melhora da paciente, não foi tão positiva. Pois, o seu extravasamento levou a ocorrência de fenestração da mucosa. Mediante a tal acontecimento, os autores questionaram o nível de toxicidade da clorexidina a 2% e se ela realmente se enquadra como uma boa alternativa de substituição em condutas de acidentes de NaOCl.

Semelhantemente, Pivatto et al. (2020), afirmaram que a extrusão periapical de soluções pode promover efeitos citotóxicos. As lesões causadas aos tecidos são potencializadas pelo efeito do irrigante na manutenção da viabilidade celular. Os prejuízos no metabolismo e na função celular podem se expressar como alterações vasculares com a ativação de células inflamatórias, produção e mediadores químicos, alteração na função dos macrófagos, morte celular necrótica, degradação do colágeno da dentina e apoptose. Nesta conjuntura, Faras et al. (2016), relataram uma complicação devido ao manejo inadequado do NaOCl e chegaram a perspectiva que para evitar tais acidentes, imagens radiográficas devem ser feitas previamente ao início de qualquer tratamento endodôntico. Além disso, fazer uma avaliação precisa e ter um planejamento coerente é essencial. Ao pensar no uso do hipoclorito, a biossegurança torna-se mais indispensável ainda, de maneira que o dentista e o paciente devem proteger os seus olhos e roupas contra o irrigante, um bom isolamento absoluto deve ser executado para evitar qualquer fuga ou contato da solução para os tecidos moles, assim como o dentista deve manusear a solução com controle e precaução e ter um bom sugador para evitar extrusões periapicais.

Divergentemente, Fazelian et al. (2022), explicitaram as ações que as 2 principais soluções irrigadoras químicas utilizadas no tratamento de canal podem exercer na adesividade de restaurações com resinas compostas. Para tal entendimento, foram utilizados 24 dentes humanos extraídos que foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos, sendo G1 - imersão em solução salina 0,9% por 30 minutos - grupo controle, G2 - imersão em CHX 2% por 30 minutos e G3 - imersão em NaOCl 5,25% por 30 minutos, em que foi investigada a resistência de união à microtração do G-Premio Bond. Com os resultados da pesquisa foi possível compreender que a irrigação do canal radicular com NaOCl 5,25% reduziu significativamente a resistência de união à microtração no G-Premio Bond no modo autocondicionante, mas o uso de CHX não fez uma diferença significativa, apresentando portanto menor malefício na questão de adesividade. O destaque a tal questão é muito relevante, pois não há sucesso endodôntico a longo prazo, se não houver uma reabilitação coronária eficaz e o material mais utilizado na atualidade para isso é a resina composta.

Casos de insucesso são comumente observados na clínica odontológica, isto dá-se devido a ocorrência de uma nova infecção, tornando-se necessário a realização de um retratamento endodôntico. Neste caso, algumas espécies de microrganismos são encontradas de forma bem mais específica, como *E. Faecalis*, *Fusobacterium nucleatum*, *Propionibacterium propionicum* e *Actinomyces*, em que aquelas de origem aeróbica encontram-se mais na porção coronal e as anaeróbicas no terço apical. Ao usar o Smear OFF como agente irrigante durante o retratamento de canal é possível notar uma redução significativa em comparação com o NaOCl 5,25% sobre todas as bactérias, em específico as *E. faecalis* e *F. nucleatum*, no qual essa eficácia bacteriana é associada a sua capacidade de quebrar as interações que ocorrem na matriz extracelular. Já o seu desempenho superior em relação às *F. nucleatum* está ligado ao fato do grupo bacteriano se conectar com outras espécies, promover expansão e ser assim menos suscetível ao NaOCl (Tandon et al., 2022).

Em consonância, Samiei et al. (2016), evidenciaram em seu estudo o uso da desinfecção fotoativada no combate a atividade bacteriana, contra *E. faecalis*, em que o uso da terapia fotodinâmica pode ser somatório na eliminação desses

microrganismos, pois oferece o recurso de sua luz adentrar até as áreas mais apicais do canal radicular, penetrando nos túbulos dentinários e promovendo uma erradicação de 95% dos níveis bacterianos existentes naquele sítio, tal fato é possível devido a ativação de um fotossensibilizador que faz com que aconteça uma degradação das membranas e do DNA bacteriano. Porém, ao compararem seu grau de eficiência com a CHX 2% e o NaOCl 2,5%, percebeu-se que a desinfecção fotoativada foi semelhante aos níveis de erradicação da CHX, mas o seu efeito foi inferior ao NaOCl, ou seja, os melhores resultados ainda condizem com a aplicação deste último agente citado.

Vasconcelos et al. (2019), também evidenciaram em seu estudo a utilização da irrigação ultrassônica passiva (PUI) associada a diferentes tipos de irrigantes, além de ter sido utilizadas diferentes limas e sistemas endodônticos, para melhorar a eficácia do tratamento endodôntico, avaliando a quantidade de detritos extruídos apicalmente após o preparo químico mecânico. O desbridamento do canal radicular com a mínima extrusão de detritos é um dos principais objetivos do tratamento de canal, pois essa extrusão pode causar danos aos tecidos perirradiculares por conta do extravasamento de detritos orgânicos e inorgânicos. Por fim, a irrigação ultrassônica passiva não impediu completamente a extrusão apical dos detritos, mas quando associada ao gel de clorexidina a 2% com a solução salina, apresentou uma boa redução dessa extrusão em comparação com NaOCl a 6%, solução de clorexidina e solução salina.

Noites et al. (2014), mostraram em seu estudo que o uso da clorexidina a 2% e hipoclorito de sódio a 5% associados ao ozônio gasoso, que é um agente antisséptico com bom poder antimicrobiano e sendo de baixa toxicidade, apresentaram atividade antimicrobiana, especialmente sobre a *C. albicans*. O uso da CHX 2% e NaOCl apresentaram um resultado quase nulo quanto ao seu poder antimicrobiano sobre o *E. faecalis* quando utilizados isoladamente. Neste estudo, foi avaliada a associação dessas soluções irrigadoras com o gás ozônio, por se mostrarem as melhores soluções com atividade antimicrobiana. Os resultados mostraram que a combinação de CHX a 2% e o gás ozônio por 24s apresentaram os melhores resultados, eliminando completamente ambos os microrganismos testados.

Ainda no tocante à introdução de novas soluções irrigadoras, Mooduto et al. (2019), destacaram a possibilidade de implementação do uso do Própolis como agente irrigante durante os tratamentos endodônticos. Ele é uma substância natural, produzida por Abelhas (*Apis mellifera*), com a capacidade de agir de forma antibacteriana, antifúngica, antiviral e ainda demonstra suporte imunológico. Em relação a sua citotoxicidade, durante o estudo foi possível verificar que o Própolis pode causar uma morte celular em 50% por conta da despolarização mitocondrial que causa danos ao DNA quando manipulado na concentração 92,70  $\mu\text{g/ml}$  e nesta quantidade é um agente seguro para os tecidos periodontais. E ao analisarem o grau tóxico do NaOCl e CHX nas células fibroblásticas do ligamento periodontal encontraram os valores de 0,254  $\mu\text{l/ml}$  e a 0,016  $\mu\text{l/ml}$ , respectivamente, ou seja, são bastante tóxicos em baixas concentrações.

Adicionalmente, Parisay et al. (2021), trazem como teste em seu trabalho o Peróxido de Hidrogênio 1,5% (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e testam sua eficiência contra *Enterococcus Faecalis* na pulpectomia de dentes necróticos decíduos. O H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> é uma solução líquida e sem cheiro forte que é utilizado na Odontologia em concentrações que variam de 1% a 30%, no qual irá agir por meio da geração de radicais hidroxila livres que agredem as proteínas e o DNA, produzindo assim um efeito bactericida. No estudo supracitado foram utilizados 50 dentes decíduos extraídos por conta de necrose pulpar e lesões periapicais, separados em 3 grupos e cada um receberia irrigação com substâncias diferentes, que ao analisar os seus efeitos todos responderam significativamente contra a redução do nível bacteriano, mas a CHX 2% e o NaOCl 2,5% se sobressaíram no combate a *E. Faecalis* e erradicaram os focos bacterianos remanescentes, ademais o maior resultado foi obtido naquele grupo que passou pela irrigação com NaOCl, em seguida a CHX e por último o grupo que usou H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, isto significa, que o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mostrou uma menor eficiência antibacteriana em comparação às outras substâncias.

Quanto ao Hipoclorito de Cálcio (HC), Shadmehr et al. (2019), ressaltaram a sua capacidade de utilização como agente irrigador, dada a sua potencialidade de degradação tecidual. Sua produção ocorre através da mistura de grânulos de

hipoclorito de cálcio a água deionizada. Neste estudo foi testada a eficácia do HC contra o biofilme intracanal, usando uma cultura mista, pois é de entendimento que as infecções endodônticas são polimicrobianas e ao final obteve-se como resultado uma expressiva ação antimicrobiana com o uso da solução de CH 5%, expressando até maior atividade que o NaOCl de 5,25% na camada superficial e profunda da dentina. Tirali et al. (2013), também apresentaram o Cloridrato de Octenidina (OCT) como uma nova alternativa de solução irrigadora para o preparo químico-mecânico por acreditarem no seu efeito bactericida e no baixo teor de toxicidade. Os grupos bacterianos escolhidos para o teste foram *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans*, espécies bastante associadas à periodontite apical e que podem ser resistentes aqueles dentes que já foram submetidos a terapia endodôntica, levando muitas vezes ao insucesso e ao retratamento. Assim, no trabalho suprarreferido ficou evidente que todas as concentrações utilizadas e testadas de CH mostraram-se eficientes, podendo assim concluir que tal solução pode vir a ser uma nova proposta somatória para a endodontia.

Muito se tem discutido sobre a eficácia da Clorexidina e hipoclorito de sódio na irrigação dos canais radiculares. De acordo com Bukhari et al. (2018), O NaOCl é considerado o 'padrão ouro' em irrigação odontológica e a CHX também demonstrou ter um efeito antimicrobiano comparável ao NaOCl. Porém, ambos os irrigantes demonstraram eficácia reduzida na desinfecção dos túbulos dentinários, com atividade antibacteriana limitada às camadas superficiais da dentina, sendo necessária a busca por novos métodos para aumentar as chances de sucesso no tratamento. Nesse estudo, a combinação de nanopartículas biomiméticas de óxido de ferro (IO-NP) com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, apresentou uma forte atividade antimicrobiana contra *E. Faecalis*, na infecção dos túbulos dentinários, sendo significativamente superior ao CHX e NaOCl, mostrando um novo conceito de desinfecção dos canais radiculares com a nanocatálise.

#### 4. Considerações Finais

Diante do que foi explícito, é notório o quão importante é a aplicabilidade das soluções irrigadoras durante a terapia endodôntica. Pois, mediante a sua administração tem-se resposta positiva no controle dos agentes microbianos que encontram-se no canal radicular, patógenos esses que precisam ser debelados para restabelecer a saúde bucal do paciente e assim favorecer um prognóstico satisfatório. Neste ínterim, a literatura discutida, evidenciou que as soluções mais utilizadas na atualidade são o hipoclorito de sódio (NaOCl) e clorexidina (CHX), respectivamente. No qual, o NaOCl ainda é salientado com resultados mais promissores, entretanto a clorexidina também tem ganhado ênfase imprescindível no âmbito endodôntico, em que o principal motivo para tal relevância advém de sua substantividade, ou seja, efeito antibacteriano contínuo em amplo espectro.

Tendo em perspectiva, que a esterilização do sistema de canais radiculares não é possível e que as substâncias e técnicas disponíveis ainda possuem pontos deficitários, novas soluções irrigantes têm sido estudadas para somarem nas intervenções da endodontia, nos quais soluções a base de cálcio, hidrogênio e até mesmo de própolis têm surgido como potenciais alternativas, contudo as pesquisas ainda são poucas. Nanotecnologias, aprimoramento de ultrassons, aspectos biomiméticos e fotomoduladores também têm sido explorados como aditivos no processo de irrigação e com potenciais resultados. Destaca-se que uma limitação abordada é o fato que na literatura não foram encontrados ensaios clínicos controlados, randomizados ou estudos com maiores amostras. Sugere-se portanto, que para uma maior confiabilidade nos estudos futuros, sejam feitas pesquisas com quantidade de amostras maiores e que os períodos de acompanhamentos sejam mais amplos.

#### Agradecimentos

Os agradecimentos deste trabalho são destinados a Liga Acadêmica de Endodontia da Unifametro - LAENDU, pelo incentivo ao conhecimento científico e produções literárias acerca da endodontia.

## Referências

- Alves, F. R. F., Marceliano-Alves, M. F., Souza, A. C., & Campello, A. F. (2020). Mucosal Fenestration After 2% Chlorhexidine Extrusion Used in Substitution of Sodium Hypochlorite: A Case Report. *European journal of dentistry*, 14(3), 511–516.
- Arathi, G., Rajakumaran, A., Divya, S., Malathi, N., Saranya, V., & Kandaswamy, D. (2019). Comparison of penetrating depth of chlorhexidine and chitosan into dentinal tubules with and without the effect of ultrasonic irrigation. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology: JOMFP*, 23(3), 389.
- Arruda-Vasconcelos, R., Barbosa-Ribeiro, M., Louzada, L. M., Mantovani, G. D., & Gomes, B. P. (2019). Apically extruded debris using passive ultrasonic irrigation associated with different root canal irrigants. *Brazilian dental journal*, 30, 363-367.
- Bukhari, S., Kim, D., Liu, Y., Karabucak, B., & Koo, H. (2018). Novel endodontic disinfection approach using catalytic nanoparticles. *Journal of endodontics*, 44(5), 806-812.
- El Sayed, M., Ghanerad, N., Rahimi, F., Shabanpoor, M., & Shabanpour, Z. (2020). Antibacterial activity of sodium hypochlorite gel versus different types of root canal medicaments using agar diffusion test: an in vitro comparative study. *International Journal of Dentistry*, 2020, 1-11.
- El Sayed, M., Ghanerad, N., Shabanpour, Z., Shabanpoor, M., & Rahimi, F. (2021). Comparing the Antifungal Effect of Sodium Hypochlorite Gel versus Different Types of Root Canal Medicaments at Different Time Intervals Using the Agar Diffusion Test: An *In Vitro* Study. *International journal of dentistry*, 2021, 6550054.
- Faras, F., Abo-Alhassan, F., Sadeq, A., & Burezq, H. (2016). Complication of improper management of sodium hypochlorite accident during root canal treatment. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 6(5), 493.
- Fazelian, N., Dashtaki, A. R., Eftekharian, M., & Amiri, B. (2022). Influence of Chlorhexidine 2% and Sodium hypochlorite 5.25% on Micro-tensile Bond Strength of Universal adhesive system (G-Premio Bond). *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 21.
- Jing, X., Huang, X., Haapasalo, M., Shen, Y., & Wang, Q. (2019). Modeling oral multispecies biofilm recovery after antibacterial treatment. *Scientific Reports*, 9(1), 804.
- Lockwood, C., Dos Santos, K. B., & Pap, R. (2019). Practical guidance for knowledge synthesis: Scoping review methods. *Asian Nursing Research*, 13(5), 287-294.
- Luddin, N., & Ahmed, H. M. A. (2013). The antibacterial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine against *Enterococcus faecalis*: A review on agar diffusion and direct contact methods. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 16(1), 9.
- Marek, E., Łagocka, R., Kot, K., Woźniak, K., & Lipski, M. (2020). A influência de duas formas de clorexidina na precisão dos localizadores apicais eletrônicos contemporâneos. *BMC saúde bucal*, 20, 1-8.
- Mooduto, L., Fredline, C., Sampoerno, G., Goenhartho, S., Puteri, F. H., & Wahjuningrum, D. A. (2019). Cytotoxicity of sodium hypochlorite, chlorhexidine and propolis on human periodontal ligament fibroblast cell. *Journal of International Dental and Medical Research*, 12(2), 476-480.
- Noites, R., Pina-Vaz, C., Rocha, R., Carvalho, M. F., Gonçalves, A., & Pina-Vaz, I. (2014). Synergistic antimicrobial action of chlorhexidine and ozone in endodontic treatment. *BioMed research international*, 2014.
- Parisay, I., Talebi, M., Asadi, S., & Nikbakht, M. H. (2021). Antimicrobial Efficacy of 2.5% Sodium Hypochlorite, 2% Chlorhexidine, and 1.5% Hydrogen Peroxide on *Enterococcus Faecalis* in Pulpotomy of Necrotic Primary Teeth. *Journal of Dental Materials & Techniques*, 10(2).
- Pivatto, K., Pedro, FLM, Guedes, OA, Silva, AFD, Piva, E., Pereira, TM, ... & Borges, AH (2020). Citotoxicidade de agentes quelantes usados em endodontia e sua influência nas MMPs de membranas celulares. *Revista odontológica brasileira*, 31, 32-36.
- Retana-Lobo, C., Guerreiro-Tanomaru, J. M., Tanomaru-Filho, M., de Souza, B. D. M., & Reyes-Carmona, J. (2021). Sodium hypochlorite and chlorhexidine downregulate MMP expression on radicular dentin. *Medical Principles and Practice*, 30(5), 470-476.
- Samiei, M., Shahi, S., Abdollahi, A. A., Eskandarinezhad, M., Negahdari, R., & Pakseresht, Z. (2016). The antibacterial efficacy of photo-activated disinfection, chlorhexidine and sodium hypochlorite in infected root canals: an in vitro study. *Iranian endodontic journal*, 11(3), 179.
- Shadmehr, E., Davoudi, A., Sarmast, N. D., & Saatchi, M. (2019). Evaluation of antimicrobial efficacy of calcium hypochlorite as an endodontic irrigant on a mixed-culture biofilm: an ex vivo study. *Iranian Endodontic Journal*, 14(3), 178-184.
- Srivastava, S., Singh Chhabra, H., Bhardwaj, K., Gupta, J., Vats, A., & Paliwal, A. (2014). Comparison Of Antimicrobial Efficacy Of Sodium Hypochlorite & Chlorhexidine At Different Concentrations-An Invitro Study. *Indian Journal of Dental Sciences*, 6(4).
- Tandon, J., Taneja, S., Bhalla, V. K., & Jain, A. (2022). Evaluation of Bacterial Reduction at Various Stages of Endodontic Retreatment After Use of Different Disinfection Regimens: An In Vivo Study. *European Endodontic Journal*, 7(3), 210-216.
- Teves, A., Blanco, D., Casaretto, M., Torres, J., Alvarado, D., & Jaramillo, DE (2019). Efetividade de diferentes técnicas de desinfecção do canal radicular na eliminação de biofilme multiespécie. *Jornal de odontologia clínica e experimental*, 11 (11), 978–983.
- Tirali, R. E., Bodur, H., Sipahi, B., & Sungurtekin, E. (2013). Evaluation of the antimicrobial activities of chlorhexidine gluconate, sodium hypochlorite and octenidine hydrochloride in vitro. *Australian Endodontic Journal*, 39(1), 15-18.
- Whittemore, R., & Knafl, K. (2005). The integrative review: updated methodology. *Journal of advanced nursing*, 52(5), 546-553.