



**UNIVERSIDADE
FERNANDO
PESSOA**

IMPACTO DO PROTOCOLO DE IRRIGAÇÃO NO SUCESSO DO TRATAMENTO ENDODÔNTICO NÃO CIRÚRGICO: REVISÃO INTEGRATIVA

[Impact of irrigation protocol on non-surgical endodontic treatment
success: Integrative review]

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Pedro Manuel Jesus Cunha

Orientador:

Mestre Márcia Cascão

**IMPACTO DO PROTOCOLO DE IRRIGAÇÃO NO SUCESSO
DO TRATAMENTO ENDODÔNTICO NÃO CIRÚRGICO:
REVISÃO INTEGRATIVA**

[Impact of irrigation protocol on non-surgical endodontic treatment
success: Integrative review]

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Pedro Manuel Jesus Cunha

Orientador:

Mestre Márcia Cascão

Julho 2025

A toda a minha família e amigos que sempre me apoiaram e encorajaram durante todo o meu percurso académico e profissional.

AGRADECIMENTOS

Especial agradecimento à minha orientadora Mestre Márcia Cascão por toda a persistência e força que me transmitiu além de toda a ajuda que me forneceu.

Aos meus professores desta nova etapa da minha vida que compartilharam conhecimento, estiveram sempre disponíveis, ensinaram com eficiência e boa disposição e que me deixam saudades, principalmente dos tempos vividos nas clínicas da faculdade. Saudades sinceras e extremamente positivas.

Agradeço aos meus familiares, amigos, funcionários e colegas acadêmicos que sempre estiveram presentes e me apoiaram e me ajudaram a ser a pessoa que sou hoje.

RESUMO

No tratamento endodôntico não cirúrgico, a irrigação apresenta-se como um passo crucial no sucesso do mesmo, como consequência da origem polimicrobiana das infecções endodônticas, assim como da anatomia radicular dos sistemas de canais. Esta revisão integrativa, tem como objetivo sistematizar, com base na ciência mais atual, quais os protocolos que apresentam maior evidência em relação à sua eficácia, assim como potencializar os seus efeitos e tornar os mesmos mais previsíveis na prática clínica. Foi seguida a estrutura PICO: P: paciente submetidos a tratamento endodôntico não cirúrgico; I: Uso de irrigantes segundo os protocolos mais atuais; C: Uso de irrigantes segundo protocolos passados; O: Taxa de sucesso dos protocolos com base em determinados critérios (dor pós-operatória e insucesso endodôntico). Como critérios de inclusão utilizaram-se apenas artigos de revisões sistemáticas que incluíam protocolos atuais de irrigantes endodônticos (simples ou combinados), protocolos de irrigação mais antigos, assim como meta-análises e estudos comparativos clínicos publicados na língua portuguesa, inglesa, espanhola e francesa. Os critérios de exclusão incidiram sobre artigos experimentais em animais, laboratoriais *in vitro*, artigos de opinião e artigos com publicação incompleta. Os dados para a realização deste estudo foram recolhidos através da pesquisa de artigos em bases de dados científicos como a Pubmed, ScienceDirect, Web of Science, Cochrane Library, Medline, B-On e Scopus. Após um rigoroso processo de seleção foram eleitos 5 estudos, que foram sujeitos a uma análise crítica, assim como à respectiva extração e síntese de dados para serem incluídos nesta revisão integrativa. Os resultados obtidos confirmam a eficácia de NaOCl como irrigante principal, mas ressaltam a superioridade de protocolos combinados com EDTA e ativação mecânica ou laser, pelo que o conhecimento das propriedades físicas e ópticas dos irrigantes é essencial para maximizar a sua ação clínica. O estudo demonstrou ainda que a escolha do protocolo ideal deve considerar não apenas a eficácia antimicrobiana, mas também a segurança, a compatibilidade química entre irrigantes e as características anatómicas do sistema de canais radiculares.

Palavras-chave: irrigantes; canal radicular; endodontia; terapia de canal radicular; desinfecção.

ABSTRACT

In non-surgical endodontic treatment, irrigation is a crucial step in its success, as a consequence of the polymicrobial origin of endodontic infections, as well as the root anatomy of the canal systems. This integrative review aims to systematize, based on the most current science, which protocols present the greatest evidence regarding their effectiveness, as well as how enhance their effects and make them more predictable in clinical practice. The PICO structure was followed: P: patient undergoing non-surgical endodontic treatment; I: Use of irrigants according to the most current protocols; C: Use of irrigants according to past protocols; O: Success rate of protocols based on certain criteria (postoperative pain and endodontic failure). As inclusion criteria, we only use systematic review articles that include current endodontic irrigant protocols (single or combined), older irrigation protocols, as well as meta-analyses and comparative clinical studies published in Portuguese, English, Spanish and French. Exclusion criteria were focus on experimental articles on animals, *in vitro* laboratory studies, opinion articles and articles with incomplete publication. The data for this study were collected by searching for articles in scientific databases such as Pubmed, ScienceDirect, Web of Science, Cochrane Library, Medline, B-On and Scopus. After a rigorous selection process, 5 studies were selected and subjected to critical analysis, as well as data extraction and synthesis to be included in this integrative review. The results obtained confirm the efficacy of NaOCl as the main irrigant but highlight the superiority of combined protocols with EDTA and mechanical or laser activation, so knowledge of the physical and optical properties of the irrigants is essential to maximize their clinical action. The study also demonstrated that the choice of the ideal protocol should consider not only antimicrobial efficacy, but also safety, chemical compatibility between irrigants, and the anatomical characteristics of the root canal system.

Keywords: irrigants; root canal; endodontics; root canal therapy; disinfection.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
ÍNDICE DE QUADROS.....	xix
ÍNDICE DE TABELAS.....	xxi
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS OU ACRÓNIMOS	xxiii
1. INTRODUÇÃO.....	25
2. DESENVOLVIMENTO.....	28
2.1. Materiais e métodos.....	28
2.1.1. Fontes de pesquisa.....	29
2.1.2. Identificação de fontes e estratégia de pesquisa.....	31
2.1.3. Critérios de inclusão e exclusão.....	31
2.2. Resultados.....	31
2.2.1. Seleção de estudos.....	31
2.2.2. Apresentação dos resultados.....	32
2.3. Discussão.....	42
3. CONCLUSÃO.....	50
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma PRISMA ilustrando o processo de seleção dos estudos.....29

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Questão de investigação segundo a estrutura PICO.....	30
Quadro 2 - Ação primária e limitações de combinações	45

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Síntese de dados para a questão de investigação: “Qual é a eficácia dos diferentes irrigantes endodônticos, isolados ou em combinação, assim como dos seus potenciadores, na desinfecção do sistema de canais radiculares em tratamentos endodônticos não cirúrgicos?”.....	31
Tabela 2 - Comparação entre ação primária, tempo de contato e toxicidade dos diferentes irrigantes.....	43
Tabela 3 - Técnicas de potenciadores de irrigação.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS OU ACRÓNIMOS

AAE - American Association of Endodontists

AC - Ácido clorídrico

CHX - Clorexidina ; Chlorhexidine

ECR – Estudo clínico randomizado

EDTA - Ácido etilenodiamino tetra-acético; Ethylenediamine tetraacetic acid

ER:YAG - Erbium-doped Yttrium Aluminium Garnet

HEDP - ácido etidrónico

IAL - Irrigação ativada por Laser

IAU - Irrigação ativada por ultrassons

PICO - *Population, Intervention, Comparison, Outcome*

PRISMA - *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*

RI - Revisão Integrativa

SM - Smear layer

TENC - Tratamento endodôntico não cirúrgico

1. INTRODUÇÃO

A endodontia constitui uma especialidade da odontologia dedicada ao estudo, diagnóstico, prevenção e tratamento das patologias que afetam a polpa dentária assim como os tecidos periapicais, que o circundam. Este ramo é essencial para a preservação da estrutura dentária natural, contribuindo significativamente para a manutenção da saúde oral e evitando, sempre que possível, a extração dentária, enquanto assegura que a saúde geral do paciente não seja comprometida (Siqueira & Rôças, 2014).

A polpa dentária é um tecido conjuntivo altamente vascularizado e innervado, localizado no interior dos dentes, que pode ser afetado por agentes físicos, químicos, bacterianos ou traumáticos. A integridade da polpa é fundamental para a vitalidade do dente, sendo a sua inflamação (pulpite) ou necrose uma condição clínica frequente que exige intervenção terapêutica especializada (Siqueira & Rôças, 2014).

A intervenção consiste na remoção da polpa inflamada ou necrosada, desinfecção do sistema de canais radiculares e obturação tridimensional com materiais biocompatíveis. Este procedimento visa eliminar a infecção, prevenir a recorrência de processos patológicos e preservar a estrutura dentária natural, evitando a necessidade de extrações dentárias e restabelecendo a função do dente de forma eficaz (Torabinejad & Walton, 2009).

Nas últimas décadas, a endodontia tem evoluído significativamente, impulsionada por avanços tecnológicos que contribuem para a melhoria do diagnóstico e da eficácia dos tratamentos. Destacam-se, entre esses avanços, os instrumentos rotatórios em níquel-titânio, que permitem maior precisão e segurança na instrumentação dos canais; a irrigação com agentes antimicrobianos eficazes, como o hipoclorito de sódio ativado por ultrassom; as técnicas de obturação termoplastificadas e métodos de imagem tridimensional (como a tomografia computadorizada de feixe cônico), que possibilitam um diagnóstico mais preciso e uma intervenção menos invasiva (Bergenholtz et al., 2010).

Além das abordagens convencionais, a endodontia contemporânea incorpora conceitos da biotecnologia e da medicina regenerativa (Allothman et al, 2024).

A manutenção da polpa dentária vital, quando possível, é um princípio importante da endodontia regenerativa, um subcampo emergente que constitui uma nova fronteira da área e visa promover a regeneração dos tecidos pulparens através da aplicação de células-

tronco, fatores de crescimento e biomateriais, principalmente em dentes imaturos com necrose pulpar. Esta abordagem tem ganho destaque na literatura científica e propõe uma alternativa biológica à terapia endodôntica tradicional, com o objetivo de restaurar a vitalidade e função pulpar.(Hargreaves et al., 2013).

Por outro lado, o desenvolvimento da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) representa outro avanço importante na área. Esta tecnologia permite uma análise tridimensional precisa da anatomia dentária, das alterações ósseas periapicais e de falhas em tratamentos anteriores, tornando-se uma ferramenta indispensável para o diagnóstico diferencial e o planejamento clínico (American Association of Endodontists [AAE], 2023).

Para que o dente do paciente possa ser preservado, sem que a sua saúde geral seja comprometida é essencial realizar uma adequada desinfecção e instrumentação do complexo tridimensional dos canais radiculares, com vista a promover um ambiente livre de infecção e favorável à manutenção do dente (Gomes et al, 2023).

A endodontia contemporânea reconhece a irrigação como pilar fundamental para o sucesso terapêutico, dado que permite complementar a ação mecânica na descontaminação do sistema de canais radiculares. No entanto, a complexidade anatômica dos canais, associada à resistência microbiana em biofilmes, exige soluções irrigantes com propriedades complementares, sendo crucial o domínio das suas características para se poder efetuar a seleção clínica mais adequada (Esteves & Froes, 2013).

Verifica-se assim, que a eficácia do tratamento endodôntico está intrinsecamente ligada à seleção e combinação estratégica de irrigantes, que atuam sinergicamente para superar limitações anatômicas e microbiológicas. A complexidade do sistema de canais radiculares e a resistência de biofilmes exigem protocolos personalizados, combinando soluções com ações complementares sobre componentes orgânicos e inorgânicos (da Silva Goulart et al., 2024).

Nesse sentido, torna-se indispensável a constante atualização do conhecimento técnico-científico para os profissionais que atuam nesta área, de modo a oferecer intervenções eficazes, previsíveis e minimamente invasivas.

Neste trabalho pretendeu-se esclarecer e a identificar, com base na literatura científica mais atual, quais os irrigantes e os protocolos que comprovadamente apresentam impacto positivo na taxa de sucesso do tratamento endodôntico não cirúrgico, assim como as

técnicas que podem ser utilizadas para potencializar os seus efeitos, com vista a tornar os mesmos mais previsíveis na prática clínica.

2.DESENVOLVIMENTO

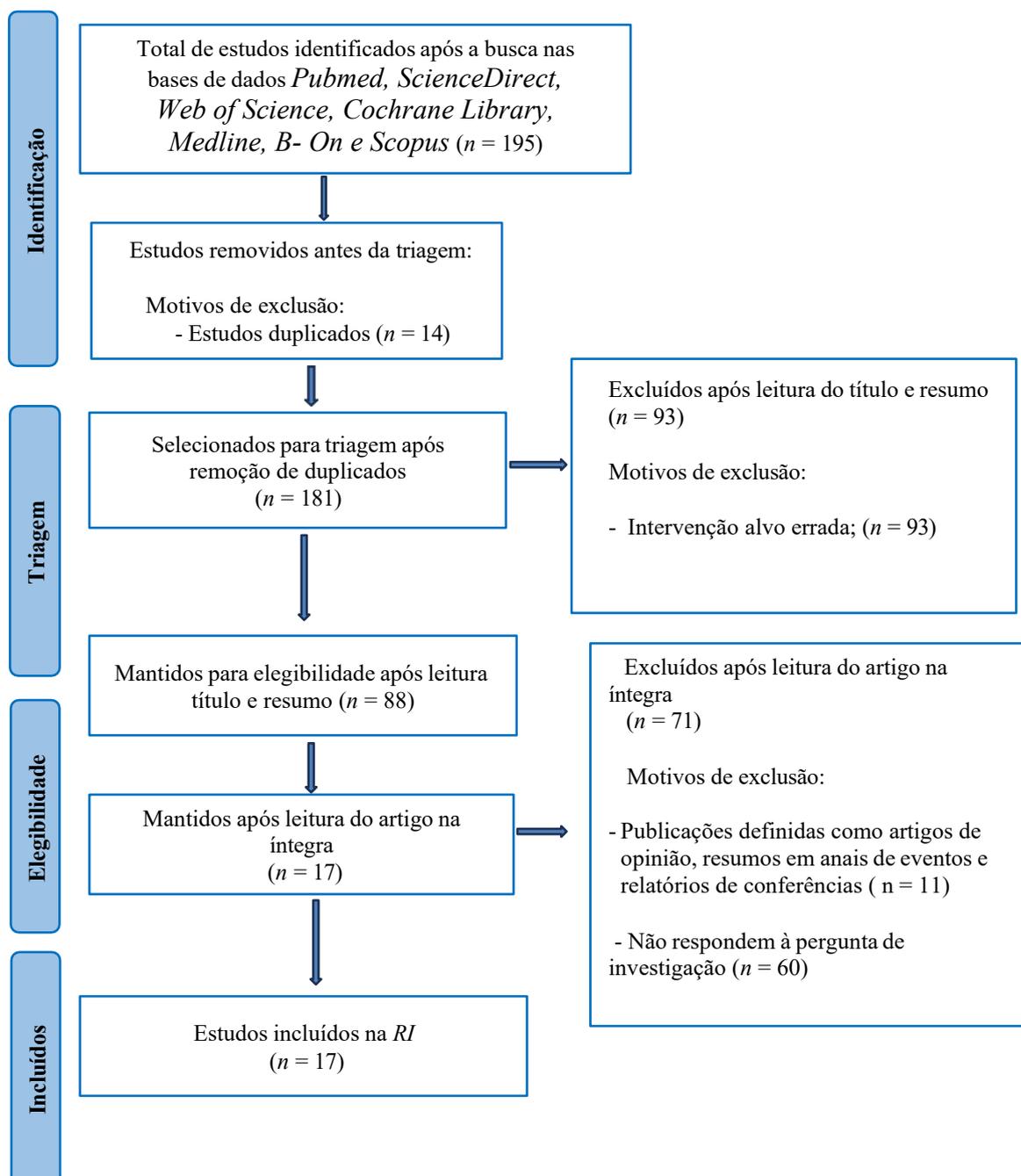
2.1.Materiais e métodos

Esta Revisão Integrativa segue o protocolo de estudo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), uma abordagem adequada para mapear a evidência científica disponível sobre um tópico específico. Os critérios de inclusão abrangem estudos publicados nos últimos quinze anos, nos idiomas português, inglês, espanhol e francês.

A pesquisa foi realizada em Maio de 2025 nas bases de dados eletrônicas *Pubmed*, *ScienceDirect*, *Web of Science*, *Cochrane Library*, *Medline*, *B- On* e *Scopus*.

Para sintetizar as informações relevantes obtidas dos estudos selecionados, optou-se por apresentar os resultados em fluxograma.

Figura 1 - Fluxograma PRISMA ilustrando o processo de seleção dos estudos



2.1.1. Fontes de pesquisa

O uso de irrigantes em endodontia é um passo fundamental para aumentar a eficácia do tratamento endodôntico não cirúrgico pois permite melhor desinfecção do sistema de canais, maior sucesso no procedimento e menor taxa de reinfecção.

Uma vez que não existe um irrigante ideal para todo o tipo de tratamentos, este estudo tem como objetivo sistematizar, com base na ciência mais atual, quais os protocolos que apresentam maior evidência em relação à sua eficácia, assim como potencializar os seus efeitos e tornar os mesmos mais previsíveis na prática clínica.

Com vista a dar resposta ao objetivo proposto, foi definida a seguinte questão de investigação como guia para a realização desta Revisão Integrativa:

-“Qual é a eficácia dos diferentes irrigantes endodônticos, isolados ou em combinação, e dos seus potenciadores, na desinfecção do sistema de canais radiculares em tratamentos endodônticos não cirúrgicos?”

Com vista a agilizar o processo de seleção dos estudos mais relevantes, a questão de investigação foi colocada em formato estruturado segundo os parâmetros definidos pelo modelo PICO: População, Intervenção, Comparação e Resultado (Tabela 1).

Quadro 1 - Questão de investigação segundo a estrutura PICO

População	Pacientes submetidos a tratamento endodôntico não cirúrgico
Intervenção	Uso de irrigantes segundo os protocolos mais atuais
Comparação	Uso de irrigantes segundo protocolos mais antigos
Resultado	Taxa de sucesso dos protocolos com base em determinados critérios (dor pós-operatória e insucesso endodôntico)

A pesquisa de estudos nas bases de dados eletrónicas acima indicadas foi realizada durante o mês de Maio de 2025, tendo sido utilizados, considerando o PICO formulado e o objetivo da revisão, os seguintes descritores MeSH na construção da expressão de pesquisa, com auxílio dos operadores booleanos: “*Root Canal Irrigants*”; “*Endodontics*”; “*Root Canal Therapy*”; “*Disinfection*”; “*Sodium Hypochlorite*”; “*Chlorhexidine*”; “*Ethylenediaminetetraacetic Acid*”; “*Manuals as Topic*”; “*Root Canal Preparation*” e “*Treatment Outcome*”.

Estes descritores combinados com os operadores booleanos (AND, OR) permitem abranger os diferentes aspetos da investigação, garantindo uma busca abrangente e precisa nas bases de dados seleccionadas.

Assim, a expressão de pesquisa utilizada nas bases de dados foi a seguinte:

▣ *Root Canal Irrigants AND Endodontics OR Root Canal Therapy AND Disinfection OR Sodium Hypochlorite OR Chlorhexidine OR Ethylenediaminetetraacetic Acid AND Manuals as Topic OR Root Canal Preparation AND Treatment Outcome.*

2.1.2. Identificação de fontes e estratégia de pesquisa

As fontes selecionadas para esta investigação foram as bases de dados referidas anteriormente, nomeadamente, *Pubmed, Journal of Endodontic, ScienceDirect, Web of Science, Cochrane Library, Medline, B-On e Scopus.*

A pesquisa de artigos foi efetuada com recurso à expressão de pesquisa definida em 2.2. Optou-se por incluir estudos nos idiomas português, inglês francês e espanhol. Dado que se pretende que a investigação seja o mais atualizada possível optou-se por definir como limites temporais de pesquisa, estudos publicados entre 2007 e 2025. A remoção dos artigos duplicados foi feita com recurso à ferramenta “Zotero”.

2.1.3. Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão englobam estudos artigos de revisões sistemáticas que incluem protocolos atuais de irrigantes endodônticos (simples ou combinados), protocolos de irrigação mais antigos, assim como meta-análises e estudos comparativos clínicos e estudos coorte publicados na língua portuguesa, inglesa, espanhola e francesa.

Os critérios de exclusão focaram-se em artigos de opinião, artigos sobre estudos experimentais em animais, laboratoriais *in vitro*, resumos em anais de eventos, artigos com publicação incompleta ou focando outro tipo de intervenções.

2.2. Resultados

2.2.1. Seleção de estudos

O processo de seleção dos estudos e extração de dados para a elaboração deste estudo foi feito seguindo as diretrizes e princípios adotados pela estratégia *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), a qual tem como objetivo garantir a sistematização e a objetividade na identificação, inclusão e exclusão de artigos

relevantes. Esta estratégia engloba várias etapas. Assim, na primeira dessas etapas foi feita uma pesquisa nas bases de dados elencadas em 2.1.3, usando para esse efeito a expressão de pesquisa previamente definida e aplicando os critérios de elegibilidade referidos na seção anterior. Após concluído esse processo, verificou-se que o mesmo resultou na identificação de 195 estudos (n=195). Em seguida aplicou-se a ferramenta “Zotero”, a qual revelou a existência de 14 estudos duplicados, os quais foram removidos. Após a remoção dos duplicados, o total de estudos elegíveis para triagem inicial, que consiste na leitura do título e do resumo foi de 171 (n=181).

Durante a triagem inicial verificou-se a necessidade de excluir 93 artigos, os quais não tinham como objetivo o tema em estudo - protocolos de irrigantes endodônticos (simples ou combinados) - (n=93).

Assim, no final da triagem inicial restavam para elegibilidade 88 estudos (n=88), os quais foram lidos na íntegra para verificar a sua qualidade metodológica e se adequaram aos critérios previamente estabelecidos para dar resposta à pergunta de investigação.

Do total de 88 estudos que foram selecionados para serem lidos na íntegra, foram excluídos 71 (n=71) porque se verificou que se tratava de publicações que poderiam ser definidas como artigos de opinião, resumos em anais de eventos e relatórios de conferências (n=11) ou que não atendiam à pergunta de investigação (n=60).

Após a conclusão das etapas acima descritas, obteve-se como resultado 17 estudos (n=17), os quais foram sujeitos a uma análise crítica, assim como à respetiva extração e síntese de dados para serem incluídos no presente estudo.

2.2.2. Apresentação dos resultados

A extração de dados dos artigos incluídos neste estudo foi realizada com recurso a uma tabela (Tabela 2), que descreve todas as informações relevantes de forma sintetizada.

Tabela 1 - Síntese de dados para a questão de investigação: “Qual é a eficácia dos diferentes irrigantes endodônticos, isolados ou em combinação, assim como dos seus potenciadores, na desinfecção do sistema de canais radiculares em tratamentos endodônticos não cirúrgicos?”

Título / Autor / Ano	Objetivo do Estudo	Método	Principais resultados e conclusões
<p>Irrigants for non-surgical root canal treatment in mature permanent teeth</p> <p>Meta-análise</p> <p>Fedorowicz et al.</p> <p>2012</p>	<p>Perceber se a preparação mecânica conjugada com irrigação com soluções antissépticas e antibacterianas, tem a capacidade de destruir as bactérias e desinfetar o canal radicular infetado, na sua totalidade, em situações de diagnóstico de necrose pulpar. que combinações e percentagens de irrigantes aumentam esta eficácia?</p>	<p>Foi realizada uma pesquisa na qual os critérios de seleção incluíram ensaios clínicos randomizados em dentes permanentes, uni ou multirradiculares com patologia pulpar ou periapical, ou ambas. Os irrigantes foram comparados entre si ou contra irrigantes inativos ou placebo. Combinações de irrigantes foram permitidas com EDTA ou agentes quelantes similares.</p>	<p>Apesar de NaOCl e CHX parecem eficazes na redução de culturas bacterianas, quando comparados à solução salina, não há relatos clinicamente importantes e relevantes para os pacientes.</p> <p>Atualmente, não há evidências suficientes que demonstrem a superioridade de qualquer irrigante individual. A força e a confiabilidade das evidências de apoio foram variáveis, e os clínicos devem estar cientes de que alterações na contagem bacteriana ou dor no período pós-operatório inicial podem não ser indicadores precisos de sucesso a longo prazo.</p>
<p>Fedorowicz et al. em 2012 conclui que tanto NaOCl como CHX individualmente não conseguem resultados distanciados positivamente da solução salina apenas e a combinação destes com diferentes soluções aumenta a sua eficácia.</p>			
<p>Optical properties of root canal irrigants in the 300–3,000-nm wavelength region</p> <p>Estudo <i>in-vitro</i></p> <p>Meire et al.</p> <p>2012</p>	<p>No TENC, as soluções irrigantes são essenciais. A sua propagação e ação são frequentemente limitadas pela anatomia do sistema de canais exigindo alguma forma de ativação. Os lasers têm-se demonstrado ferramentas promissoras para esse propósito. Para que seja eficaz, é essencial que haja uma alta absorção de radiação no irrigante. Embora o espectro de absorção da água esteja bem estabelecido, pouco se sabe sobre as propriedades óticas de outras soluções</p>	<p>Irrigantes NaOCl, AC, CHX, EDTA e água foram submetidos à espectrofotometria UV/Vis na região de 300–3.000 nm usando células de quartzo sintéticas com um comprimento de 1 mm. Dados de transmissão foram usados para pilotar o espectro de transmissão e calcular o coeficiente de absorção (α) de cada irrigante.</p>	<p>Os autores concluíram que a absorção em todas as soluções testadas para comprimentos de onda maiores que 2.500 nm é muito alta, o que significa um grande potencial para irrigação ativada por laser. Outros comprimentos de onda elegíveis para IAL estão localizados em torno de 1.450 e 2.000 nm, mas requerem investigação mais aprofundada.</p>

	<p>irrigadoras.</p> <p>Assim, o objetivo deste estudo foi investigar essas propriedades óticas.</p>		
<p>Meire et al. em 2012 realizou este estudo de forma a perceber quais os diferentes comprimentos de onda que os irrigantes estudados deveriam ser submetidos de forma a aumentar a eficácia e conclui que os espectros ideais são muito idênticos ao da água pura com picos de absorção nos 1450 nm.</p>			
<p>Influence of Sapindus mukorossi extract in comparison to 17% EDTA as final root canal irrigant on the sealer penetration and microleakage of dentinal tubules</p> <p>Estudo <i>in-vitro</i></p> <p>Tahir et al.</p> <p>2023</p>	<p>O estudo avaliou o efeito do extrato de Sapindus mukorossi (SM) como irrigante final, sendo avaliada a sua capacidade de penetração nos túbulos dentinários.</p>	<p>Criou-se um acesso em todas as amostras, calculado o comprimento de trabalho e instrumentados com o limas <i>protaper</i> as amostras foram divididas aleatoriamente em 3 grupos. O grupo 1 foi irrigado com 3 ml de EDTA a 17%; o grupo 2 foi irrigado com irrigante SM e as amostras do grupo 3 foram irrigadas com solução salina a 0,9%. Após a obturação, as amostras foram colocadas verticalmente em corante azul de metileno a 1%, cortadas a meio longitudinalmente e visualizadas no estereomicroscópio.</p>	<p>Os autores concluíram que o extrato etanólico de SM apresentou resultados comparáveis de remoção da <i>smear layer</i> e penetração do cimento ao EDTA a 17%, como irrigante final.</p> <p>Portanto, o SM tem potencial para ser usado como irrigante final adjuvante em conjunto com NaOCl.</p>
<p>Tahir et al. em 2023 tentou perceber qual a eficácia do extrato de sapindus mukorossi, também conhecido como árvore de sabão, na desinfecção e penetração dos selantes nos canais quando comparado com EDTA a 17% e concluiu que são muito idênticos podendo ser considerado também um irrigante equivalente.</p>			
<p>Irrigating solutions an activation methods used in clinical endodontics: A systematic Review</p> <p>&</p>	<p>O objetivo deste estudo é avaliar os protocolos clínicos endodônticos e as limitações das soluções irrigadoras na desinfecção do sistema de canais radiculares em pacientes com periodontite apical.</p>	<p>Foram selecionados estudos com foco na avaliação da eficácia de soluções irrigadoras e/ou métodos de ativação da irrigação na redução da carga bacteriana no sistema de canais radiculares.</p>	<p>Os autores concluíram que os dados disponíveis são muito heterogêneos para comparar e identificar a eficácia de protocolos de irrigação específicos em cada contexto clínico. O tempo de aplicação, o volume e os métodos de ativação devem ser padronizados para determinar os procedimentos de irrigação ideais para reduzir a carga bacteriana e garantir maior</p>

<p>CorrigendumIrrigating Solutions and Activation Methods Used in Clinical Endodontics: A Systematic Review</p> <p>Tonini et al.</p> <p>2022a</p> <p>2022b</p>		<p>Foram pesquisadas as bases de dados PubMed, Scopus, Embase, Web of Science e Cochrane em busca de ensaios clínicos randomizados (ECR) publicados até janeiro de 2021. Também foi realizada busca manual radiculares. A ferramenta de risco de viés da Cochrane para ensaios clínicos randomizados (RoB2) foi utilizada para avaliar a qualidade dos estudos.</p>	<p>previsibilidade do tratamento endodôntico.</p>
<p>Tonini et al. em 2022 realizou este estudo de forma a conseguir avaliar os diferentes protocolos clínicos existentes para pacientes com periodontite apical e poder gerar um protocolo ideal. Apenas conseguiu concluir que a irrigação mais eficaz é com diferentes métodos de ativação <i>versus</i> irrigação convencional por agulha e não conseguiu criar nenhum protocolo generalizado.</p>			
<p>Dentine tubule disinfection by different irrigation</p> <p>Estudo coorte</p> <p>Morago et al.</p> <p>2019</p>	<p>O objetivo deste estudo foi testar a atividade antimicrobiana e a remoção da <i>smear layer</i> de diferentes protocolos de irrigação – NaOCl, NaOCl seguido de EDTA e NaOCl Combinado com HEDP – em túbulos dentinários infetados durante a preparação do canal radicular.</p>	<p>Pré-molares contaminados com <i>Enterococcus faecalis</i> foram preparados químico-mecanicamente. Conforme os protocolos, foram criados três grupos (1) água destilada durante e após a instrumentação; (2) 2,5% de NaOCl durante e após a instrumentação; (3) 2,5% de NaOCl/9% de HEBP durante e após a instrumentação; e (4) 2,5% de NaOCl durante a instrumentação seguido de 17% de EDTA após a instrumentação. A percentagem de células mortas e o biovolume nos túbulos dentinários infetados foram medidos por microscopia confocal</p>	<p>Os autores concluíram que NaOCl/HEBP e NaOCl+EDTA exerceram uma importante atividade antimicrobiana contra bactérias dentro dos túbulos dentinários, reduzindo o biovolume bacteriano e eliminando uma grande quantidade da camada de esfregaço, particularmente no grupo NaOCl/HEBP</p>

		<p>de varredura a laser e pela técnica vivo/morto. A remoção da camada de esfregaço nas superfícies das paredes do canal radicular foi observada por microscopia eletrônica de varredura ou por microscopia eletrônica de varredura.</p> <p>Os resultados foram comparados por meio de testes paramétricos ($p < 0,05$).</p>	
<p>Morago et al em 2019 pretendeu estudar a desinfecção dos túbulos dentinários com o uso de NaOCl simples ou combinado como irrigante e conclui que as combinações são mais eficazes. Apesar de idênticas, a que consegue melhor desinfecção é NaOCl com HEDP.</p>			
<p>The influence of laser-activated irrigation on post-operative pain following root canal treatment: A systematic review</p> <p>McGillivray & Dutta</p> <p>2024</p>	<p>Sintetizar a evidência sobre a dor pós-endodôntica (PEP) em dentes adultos submetidos a tratamento primário do canal radicular com o uso adjuvante de irrigação ativada por laser (IAL) em comparação com a irrigação por agulha convencional (CNI) durante a primeira semana pós-operatório.</p>	<p>Foi realizada uma pesquisa eletrônica, sem restrições de idioma ou de ano de publicação, nas bases de dados Medline, Scopus, Cochrane e PubMed em 4 de junho de 2023. Dos 793 artigos identificados através da pesquisa em bases de dados eletrônicas, foram incluídos 6 ECR.</p>	<p>O IAL pode ajudar a reduzir a PEP nas primeiras 48 horas. A padronização metodológica de futuros ECR sobre LAI seria benéfica, permitindo uma revisão mais precisa com possibilidade de síntese quantitativa.</p>
<p>McGillivray & Dutta em 2024 pretendeu perceber a diferença na PEP em adultos recorrendo ao mecanismo LAI <i>versus</i> CNI e conseguiu concluir que com o LAI consegue uma diminuição na dor nas primeiras 6 a 48h.</p>			
<p>The Effect of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine as Irrigant Solutions for Root Canal Disinfection:</p>	<p>Esta revisão sistemática teve como objetivo comparar a eficácia do hipoclorito de sódio e da cloro-hexidina para a desinfecção do canal radicular durante o tratamento do canal</p>	<p>A pesquisa bibliográfica de ensaios clínicos foi feita nas bases de dados PubMed (MEDLINE), Web of Knowledge, SCOPUS e Science Direct e nas listas de referências dos</p>	<p>As evidências disponíveis sobre este tema são escassas, e os achados dos estudos não foram consistentes. São necessários ensaios clínicos randomizados adicionais utilizando desfechos clínicos para comparar a utilização de hipoclorito de sódio e cloro-hexidina durante o tratamento</p>

<p>A Systematic Review of Clinical Trials</p> <p>Gonçalves et al.</p> <p>2016</p>	<p>radicular.</p>	<p>artigos identificados até janeiro de 2015.</p> <p>Um ensaio clínico e quatro ensaios clínicos randomizados foram selecionados dos 172 artigos inicialmente identificados.</p>	<p>do canal radicular.</p>
<p>Gonçalves et al. em 2016 pretendeu perceber qual o irrigante mais eficaz entre NaOCl e CHX, mas sem conclusões reais, uma vez que os poucos estudos validados se contrapõem nos resultados aquando da redução dos microrganismos e entram em concordância na ineficácia de ambos na remoção de endotoxinas.</p>			
<p>Cleaning efficacy of EDDY versus ultrasonically activated irrigation in root canals: a systematic review and meta-analysis</p> <p>Chu et al.</p> <p>2023</p>	<p>A irrigação ativada por ultrassons (IAU) é eficaz na irrigação do canal radicular, mas pode danificar as paredes do canal. O EDDY é um sistema de ativação sónica com pontas de trabalho flexíveis que não causam danos nas paredes dentinárias. Esta revisão explora a eficácia da limpeza intracanelar do EDDY em comparação com a IAU in vitro.</p>	<p>Foi conduzida uma pesquisa bibliográfica em seis bases de dados eletrónicas. Foram incluídos 19 artigos nesta revisão sistemática e 7 artigos foram incluídos em meta-análises. Foram incluídos estudos in vitro que compararam a remoção de smear layer, detritos, tecido mole ou micróbios em canais radiculares entre EDDY e UAI. Foram realizadas extração de dados e avaliação de qualidade.</p>	<p>Evidências limitadas indicaram que o EDDY foi comparável ao IAU na remoção de smear layer, detritos, tecidos moles e microrganismos ex vivo. Considerando que a IAU pode danificar as paredes do canal, o EDDY pode ser um substituto da IAU na ativação da irrigação. No entanto, são necessários mais ensaios clínicos randomizados para explorar a extrapolação clínica dos resultados desta revisão.</p>
<p>Chu et al. em 2023 pretendeu estudar a diferença no uso de IAU e EDDY na ativação dos irrigantes devido à diferença na constituição de cada um deles, sendo o EDDY menos agressivo para os canais radiculares. Conseguiu concluir que a nível de eficácia são muito semelhantes, o que permite o uso do EDDY em substituição do IAU.</p>			
<p>Does apical negative pressure prevent the apical extrusion of debris and irrigant compared with conventional irrigation? A systematic review</p>	<p>Avaliar se a irrigação por pressão negativa apical (ANP) previne a extrusão apical de detritos e irrigante em comparação com a irrigação por agulha convencional através de uma revisão sistemática e meta-análise.</p>	<p>Foi realizada uma pesquisa computadorizada na literatura usando quatro bases de dados diferentes. Foi utilizada uma combinação dos termos 'pressão negativa apical', 'endovac', 'extrusão apical', 'extrusão' e</p>	<p>O tipo de sistema de irrigação do canal radicular pode afetar a quantidade de detritos ou irrigantes extruídos apicalmente. A irrigação convencional com agulha é a principal técnica utilizada durante a irrigação do canal radicular. O nível de inserção da ponta da agulha no canal é o principal fator envolvido na penetração da solução devido à</p>

<p>and meta-analysis</p> <p>Romualdo et al.</p> <p>2017</p>		<p>'endodontia'. Foram incluídos estudos que utilizaram dentes humanos extraídos com ápice maduro e que avaliaram a extrusão apical de detritos e/ou solução irrigante.</p> <p>Apenas quatro estudos que avaliaram a extrusão do irrigante foram considerados como tendo uma elevada qualidade metodológica e foram submetidos a uma meta-análise.</p>	<p>pressão positiva.</p>
<p>Romualdo et al. em 2017 pretendeu estudar o auxílio que poderia ter o uso de pressão negativa na irrigação de forma a não extrair apicalmente detritos e irrigante. Conseguiu concluir que com pressão negativa diminui o risco desta extrusão contribuindo para uma irrigação mais eficaz e segura.</p>			
<p>Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Root Canal Disinfection: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials</p> <p>Ruksakiet et al.</p> <p>2020</p>	<p>Comparar a eficácia antimicrobiana da CHX e do NaOCl.</p>	<p>Foram pesquisadas as bases de dados PubMed, EMBASE, Web of Science e Cochrane Library, em busca de ensaios clínicos randomizados publicados até março de 2020. Foram identificados 2.110 estudos, dos quais oito foram elegíveis para revisão sistemática.</p>	<p>Os resultados sugerem que tanto a irrigação com CHX como a irrigação com NaOCl podem reduzir as infecções bacterianas sem qualquer diferença significativa na eficácia antimicrobiana entre elas e, ambos os protocolos, podem ser utilizados como o principal irrigador antibacteriano do canal radicular.</p>
<p>Ruksakiet et al. em 2020 tentou perceber quais dos dois irrigantes mais utilizados em endodontia seria mais eficaz, NaOCl ou CHX. Concluiu que todos os estudos indicam bastante semelhança na eficácia e que qualquer um dele pode ser utilizado como irrigador principal.</p>			
<p>Activated Irrigation vs. Conventional non-activated Irrigation in Endodontics – A Systematic</p>	<p>Investigar a eficiência clínica dos irrigantes ativado mecanicamente e da irrigação convencional com seringa.</p>	<p>Foi realizada pesquisa bibliográfica na PubMed e Cochrane.</p> <p>Seis dispositivos (EndoVac, EndoActivator, Ultrassónico, MDA</p>	<p>Pode-se concluir que os dispositivos mecânicos de irrigação ativa são benéficos na redução da dor pós-operatória e na melhoria da limpeza do canal e do istmo durante a Endodontia.</p>

<p>Review</p> <p>Susila & Minu</p> <p>2019</p>		<p>(agitação dinâmica manual), CUI (Irrigação Ultrassônica Contínua) e PUI (Irrigação Ultrassônica Passiva) e seis variáveis de interesse (dor pós-operatória, cicatrização periapical, eficácia antibacteriana, limpeza do canal e/ou istmo, eficácia do desbridamento e liberação até ao comprimento de trabalho) foram avaliados nos 17 artigos incluídos.</p>	
<p>Susila & Minu em 2019 estudaram a diferente eficácia na irrigação ativada <i>versus</i> irrigação convencional e concluíram uma melhoria na irrigação ativa a nível de desinfecção do canal, dor pós operatória e liberação de irrigante a todo o comprimento de trabalho.</p>			
<p>Factors affecting irrigant extrusion during root canal irrigation: a systematic review</p> <p>Boutsioukis et al.</p> <p>2013</p>	<p>Identificar fatores que causam, afetam ou predisõem a extrusão de irrigante em dentes permanentes maduros humanos.</p>	<p>Foi realizada uma pesquisa eletrônica na Biblioteca Cochrane, LILACS, PubMed, SciELO, Scopus e Web of Knowledge, sem que resultaram num total de 460 títulos. Após a aplicação de critérios de rastreio e elegibilidade, foram incluídos na revisão 40 relatos de casos e 10 estudos ex vivo.</p>	<p>Os dados dos estudos ex vivo incluídos foram inconclusivos devido a importantes limitações metodológicas, como a não simulação da presença de tecidos periapicais e a não avaliação da validade dos métodos de deteção de irrigantes. A extensa variabilidade nos protocolos empregues dificultou a síntese quantitativa. A escolha dos fatores investigados em estudos ex vivo parece não ter sido motivada pela evidência clínica disponível.</p> <p>Estas questões precisam de ser abordadas em estudos futuros.</p>
<p>Boutsioukis et al. em 2013 pretendia estudar possíveis fatores que poderiam afetar a extrusão de irrigante durante o TENC. Não obteve sucesso uma vez que não existem estudos válidos focados neste sentido.</p>			
<p>Does increase in temperature of sodium hypochlorite have enhanced antimicrobial efficacy and tissue dissolution</p>	<p>Analisar as evidências disponíveis sobre o desempenho do aumento da temperatura do hipoclorito de sódio na sua eficácia antimicrobiana e propriedade de</p>	<p>O estudo foi conduzido de acordo com as diretrizes PRISMA, tendo sido utilizada uma ferramenta modificada do Joanna Briggs Institute (JBI) para a avaliação da qualidade dos estudos</p>	<p>Devido à inconsistência nos parâmetros do estudo, os resultados referentes ao efeito exclusivo do aumento da temperatura do hipoclorito de sódio permanecem inconclusivos.</p>

<p>property? – A systematic review and meta-regression</p> <p>Govindaraju et al.</p> <p>2024</p>	<p>dissolução dos tecidos.</p>	<p>incluídos.</p> <p>Esta revisão sistemática incluiu um total de 12 estudos: eficácia antimicrobiana (n = 6) e propriedade de dissolução dos tecidos (n = 6). Para os estudos selecionados, o risco global de viés foi moderado.</p>	
<p>Govindaraju et al. em 2024 pretendia estudar a eficácia do NaOCl, quando aumentada a temperatura, na desinfecção e dissolução de tecidos. Selecionou 12 estudos que testam temperaturas de 20 a 40°C de NaOCl para desinfecção e 20 a 60°C para dissolução de tecidos e consegue perceber que existe aumento de eficácia mas com um valor muito residual.</p>			
<p>The effect of different root canal irrigations on the accuracy of apex locators: A systematic review</p> <p>Shekarbaghani et al.</p> <p>2024</p>	<p>Reunir os resultados de estudos realizados nos últimos anos para que os médicos dentistas e especialistas possam escolher o protocolo de irrigação do canal radicular mais adequado, com o menor impacto negativo na precisão do localizador apical.</p>	<p>Efetuada ampla pesquisa em bases de dados eletrônicas como a MEDLINE, PubMed, BVS (Lilacs e BBO), Scopus, Web of Science, Biblioteca Cochrane e Embase, no período de 2010 a 2023. Não foram consideradas restrições linguísticas.</p> <p>21 artigos cumpriram os nossos critérios de inclusão, cuja qualidade foi avaliada utilizando o CONSORT modificado.</p>	<p>Sugere-se a utilização de um protocolo de irrigação, como a utilização de EDTA a 17% após NaOCl ou CHX ou docloridrato de octinidina (OCT) a 0,1%, em comparação com a utilização de hipoclorito de sódio isolado.</p>
<p>Shekarbaghani et al. em 2024 reuniu 21 artigos validados para tentar perceber a alteração negativa que poderia ter o protocolo com NaOCl isolado no localizador de ápice. Conseguiu concluir que a elevada electro condutibilidade do NaOCl consegue alterar a precisão do localizador e sugere combinações de irrigantes para combater esta alteração.</p>			
<p>Effect of Different Irrigating Solutions on Root Canal Dentin Microhardness— A Systematic Review with Meta-Analysis</p>	<p>Avaliar o efeito de diferentes soluções irrigantes, bem como das suas combinações e modos de ativação, na microdureza da dentina do canal radicular.</p>	<p>A pesquisa foi efetuada no PubMed, Google Scholar, Scopus e Science Direct. A última pesquisa foi realizada em fevereiro de 2023 com restrição ao idioma inglês. Dois revisores realizaram a triagem e a avaliação</p>	<p>A utilização de soluções irrigantes altera a composição química da dentina, diminuindo assim a sua microdureza, o que afeta o desempenho clínico dos dentes tratados endodonticamente.</p>

<p>Agarwal et al.</p> <p>2024</p>		<p>dos artigos de forma independente.</p> <p>De um total de 470 artigos recuperados de todas as bases de dados, 44 estudos foram avaliados e incluídos nesta revisão.</p>	
<p>Agarwal et al. em 2024 pretendeu estudar como os diferentes irrigantes poderiam alterar a microdureza da dentina. Conseguiu concluir que todos os irrigantes conseguem diminuir a microdureza da dentina mas o mais agressivo neste processo é o NaOCl. Concluiu também que esta diminuição é diretamente proporcional ao tempo de contacto entre dentina e irrigante.</p>			
<p>Influence of chelating solutions on tubular dentin sealer penetration: A systematic review with network meta-analysis</p> <p>Matos et al.</p> <p>2021</p>	<p>Avaliar a influência da irrigação final convencional com soluções quelantes (CS) na penetração do cimento dentinário tubular (TDSP).</p>	<p>O protocolo do estudo seguiu as diretrizes PRISMA. Foram incluídos 12 estudos, e foi realizada uma síntese qualitativa e meta-análise de rede dos dados. O risco de viés dos estudos foi avaliado através de uma adaptação da ferramenta JBI Critical Appraisal.</p>	<p>O CS melhora a penetração do cimento nos túbulos dentinários com o QMix a demonstrar resultados superiores.</p>
<p>Matos et al. em 2021 pretendia perceber se irrigação final com um quelante poderia aumentar a penetração de cimento nos túbulos dentinários. Conseguiu concluir de forma positiva essa possibilidade e completou ainda que o QMix é a solução de eleição neste aumento.</p>			
<p>Can intra-radicular cleaning protocols increase the retention of fiberglass posts? A systematic review</p> <p>Oliveira et al.</p>	<p>A presença de resíduos no canal radicular após a preparação do espaço para a colocação de espigões pode influenciar a resistência de união entre o cimento resinoso e a dentina radicular quando se utilizam espigões de fibra de vidro (FGPs). Esta revisão sistemática envolveu estudos “in vitro” para investigar se</p>	<p>As pesquisas foram realizadas nas bases de dados PubMed (MEDLINE) e Scopus até julho de 2017. Foram selecionados estudos em inglês publicados de 2007 a julho de 2017. Foram encontrados 475 estudos e 9 foram incluídos nesta revisão.</p>	<p>Esta revisão sugere que a utilização de NaOCI/EDTA resulta na retenção de FGPs, podendo, por isso, ser recomendada como método de limpeza pós-espacamento, influenciando o procedimento de cimentação.</p>

2018	os métodos de limpeza do canal radicular após a preparação do espaço para a colocação de meios de retenção.		
Oliveira et al. em 2018 pretendeu perceber como poderia ser afetada a retenção de espigões em fibra de vidro pela limpeza intra-radicular. Dos 9 estudos selecionados, a maioria indica que NaOCl com EDTA é a solução mais positiva para esta retenção.			

2.3. Discussão

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é considerado como sendo padrão-ouro, o irrigante mais utilizado no tratamento endodôntico não cirúrgico. Apresenta uma ação antimicrobiana de amplo espectro e capacidade única de dissolução orgânica dos tecidos. A sua eficácia varia conforme a concentração (0,5%-5.25%), sendo crucial controlar o tempo de contato para evitar a citotoxicidade. Estudos demonstram a sua superioridade na eliminação de *Enterococcus faecalis* comparado com outros agentes (Dioguardi et al, 2018; Simon & Pertot, 2015), (Esteves & Froes, 2013), (Mahant, 2014). No entanto, não existem evidências confiáveis que demonstrem a superioridade de qualquer irrigante individual em tratamentos endodônticos não cirúrgicos. NaOCl e CHX parecem eficazes na redução bacteriana, mas faltam estudos que relacionem isso ao sucesso clínico a longo prazo. Alterações na contagem bacteriana ou dor no pós-operatório inicial podem não ser indicadores precisos de sucesso a longo prazo (Fedorowicz et al. 2012).

Existe escassez de evidência clínica robusta que compare diretamente a eficácia dos irrigantes e comprove a existência de uma superioridade clara entre soluções como NaOCl, CHX e EDTA. Embora o NaOCl permaneça o irrigante mais utilizado devido à sua ação antimicrobiana e capacidade de dissolver tecido orgânico, a revisão apontou a necessidade de mais ensaios clínicos bem delineados para confirmar a sua eficácia em termos de desfechos clínicos a longo prazo (Fedorowicz et al. 2012).

A Clorexidina (CHX) é um agente antisséptico com substantividade prolongada (até 12h), indicado em casos de alergia ao NaOCl ou rizogênese incompleta. Apesar de não dissolver tecidos pulpaes, a sua ação fungicida e contra biofilmes gram-positivos torna-

se estratégica em retratamentos endodônticos não cirúrgicos (Schallenberger et al., 2024; Pereira et al., 2023).

Quelante padrão para remoção da fração inorgânica da smear layer, o EDTA potência a penetração de antissépticos. O seu uso deve ser limitado a 1-3 minutos para evitar enfraquecimento dentinário, sendo frequentemente combinado com NaOCl em protocolos sequenciais (Machado et al., 2015; Silva et al., 2013).

Agente quelante alternativo ao EDTA, o ácido cítrico é eficaz na remoção da *smear layer* com menor alteração na microdureza dentinária. Estudos comparativos apontam sua equivalência ao EDTA na permeabilização tubular quando associado a protocolos de ativação por ultrassons (Arslan et al., 2014; Machado et al., 2015).

Apesar da ação antimicrobiana oxidativa, o uso isolado do peróxido de hidrogênio é limitado pela formação de bolhas gasosas e redução da resistência dentinária. Atualmente é reservado para casos específicos de descoloração dentária (Schallenberger et al., 2024).

Tabela 2 - Comparação entre ação primária, tempo de contato e toxicidade dos diferentes irrigantes (Gargouri, 2019)

Fator	NaOCl	CHX	EDTA	Ácido cítrico
Ação primária	Orgânica	Antimicrobiana	Inorgânica	Inorgânica
Tempo de contato	5-30 minutos	5 minutos	1-3 minutos	1-5 minutos
Toxicidade	Alta	Baixa	Moderada	Baixa

A eficácia do tratamento endodôntico depende criticamente da integração entre protocolos de irrigação combinada, técnicas de preparação mecânica e métodos de potencialização químico-física (Gargouri 2019).

A combinação estratégica de irrigantes endodônticos potencializa a limpeza do sistema de canais radiculares através de mecanismos sinérgicos que superam as limitações individuais de cada solução. Essa abordagem integrada atua em três dimensões críticas:

remoção de componentes orgânicos/inorgânicos, penetração em anatomias complexas (Gargouri 2019).

Protocolos sequenciais como NaOCl+EDTA ou CHX+ácido cítrico otimizam a desinfecção ao combater componentes orgânicos e inorgânicos simultaneamente (Machado et al., 2015; Schallenberger et al., 2024).

A irrigação com CHX ou NaOCl reduz as infecções bacterianas sem diferença significativa entre si quanto à eficácia antimicrobiana, pelo que os autores sugerem que ambos podem ser utilizados como principais irrigantes do canal radicular. No entanto, alertam para o facto de, apesar de reduzirem significativamente a carga microbiana, serem ineficazes para eliminar endotoxinas. De acordo com estes investigadores “as evidências disponíveis sobre a comparação entre NaOCl e CHX são escassas e inconsistentes, sendo recomendados mais ensaios clínicos randomizados” (Gonçalves et al., 2016).

Considerada como sendo a referência, para remoção sequencial de componentes orgânicos (via NaOCl 2.5-5.25%) e inorgânicos (EDTA 17%), a combinação entre estes dois irrigantes - NaOCl e EDTA – desde que aplicada de forma alternada com intervalo mínimo de 2 minutos, previne a formação de precipitados tóxicos. A abordagem sequencial NaOCl+EDTA demonstra superioridade na desinfecção global (97,3% de eficácia vs 81,4% em monoterapias) (Miranda & Silva, 2024 ; Almufdi, 2019 ; Panini, 2017).

Segundo Alves (2015), o NaOCl dissolve o tecido pulpar residual (ação proteolítica) e o EDTA remove 96% da *smear layer* inorgânica, aumentando a permeabilidade dentinária em 40% (Quinta, 2022). A utilização de protocolos alternados mostram uma redução de 78% na carga microbiana versus monoterapias (Alves 2015).

O NaOCl tem maior capacidade de dissolução de tecido orgânico, enquanto a CHX destaca-se pela substantividade e biocompatibilidade, embora não dissolva matéria orgânica. A recente revisão de 2024 reforça que a escolha entre ambos deve considerar o perfil do paciente e as necessidades clínicas, pois o NaOCl pode causar irritação tecidual e acidentes, enquanto a CHX, apesar da ação antimicrobiana prolongada, não remove restos orgânicos (Baptista 2024).

A combinação entre a CHX e o ácido cítrico oferece a substantividade prolongada da clorexidina (até 12 semanas) e está indicada para RTENC devido à sua ação

antimicrobiana prolongada (CHX 2%) + remoção de *smear layer* (ácido cítrico 10% para biofilmes recalcitrantes) esta combinação promove a remoção eficiente de biofilmes em istmos e canais laterais via ação quelante (Quinta, 2022).

Os protocolos combinados de NaOCl/HEBP e NaOCl+EDTA exercem maior atividade antimicrobiana contra bactérias nos túbulos dentinários, além de eliminar grande parte da *smear layer*, do que o uso isolado apenas de NaOCl (Morago et al. 2019).

Quadro 2 - Ação primária e limitações de combinações (Almufdi,2019)

Combinação	Ação primária	Limitação
NaOCl + H ₂ O ₂	Efervescência para deslocar detritos	Formação de bolhas gasosas
EDTA - Clorexidina	Remineralização dentinária	Precipitação em pH>8

A irrigação do sistema de canais radiculares é uma componente fundamental do tratamento endodôntico, uma vez que complementa a instrumentação mecânica na remoção de tecidos necróticos, microrganismos e detritos, além de possibilitar a desinfecção de áreas inacessíveis aos instrumentos (Haapasalo et al. 2014).

Outra técnica importante é a preparação ultrassônica com a ativação simultânea de irrigantes durante a instrumentação, a qual aumenta em 30% a eficácia antimicrobiana (Alves, 2015).

A ativação dos irrigantes tem ganho destaque na literatura, sendo apontada como fator determinante para a eficácia da irrigação. Susila e Minu (2019), Tonini et al. (2022) e McGillivray e Dutta (2024) mostraram que métodos ativados, como irrigação ultrassônica passiva (PUI), EDDY e irrigação ativada por laser (LAI), são significativamente mais eficazes na remoção de detritos e na redução microbiana do que a irrigação convencional. Chu et al. (2023) reforça essa conclusão ao comparar EDDY com a irrigação ultrassônica, demonstrando que ambos apresentam eficácia superior à convencional, com leve vantagem para o EDDY em determinados parâmetros anatômicos, como na remoção da *smear layer* e detritos, sendo menos agressivo à dentina que o ultrassom clássico (Chu et al., 2023; Susila e Minu, 2019; (Tonini et al., 2022; McGillivray e Dutta, 2024).

Entre as técnicas de ativação física que permitem potencializar a eficácia da irrigação, destaca-se o ultrassom passivo (PUI), o qual aumenta em 52% a penetração de NaOCl

em canais laterais e os sistemas de pressão negativa (EndoVac®) que previnem a extrusão periapical (Panini, 2017; Quinta, 2022).

Tonini et al. (2022) realizaram uma revisão sistemática abrangente sobre irrigantes e métodos de ativação utilizados na prática clínica. Os autores destacaram que a ativação do irrigante, seja por meio ultrassônico, sônico ou laser, aumenta significativamente a sua eficácia, especialmente em regiões apicais e istmos do canal. (Tonini et al., 2022).

Para Susila & Minu (2019), os dispositivos mecânicos de irrigação ativa são benéficos na redução da dor pós-operatória e na eficiência da limpeza do canal e istmo, sem existir, contudo, evidência de maior eficácia na cicatrização periapical a longo prazo (Susila & Minu, 2019).

A complexidade anatômica, como a presença de istmos, canais laterais e curvaturas, surgem de forma unânime na literatura como sendo a maior limitação à atuação dos irrigantes. a anatomia é também um fator de viés nos estudos *in vitro*, pois a maioria é realizada em dentes mono-radiculares, sendo estas limitações encapotadas. (Gonçalves et al., 2016).

Tabela 3 - Técnicas de potenciadores de irrigação (Tonini et al. 2022a, 2022b)

Técnica	Aumento da Eficácia	Irrigantes compatíveis
Ultrassônica	52% penetração	NaOCl, ácido maleico
Sônica	37% remoção detritos	CHX, ácido cítrico
Laser	29% desinfecção	Peróxido de hidrogénio

A literatura científica confirma a importância de uma irrigação eficaz na prevenção de falhas endodônticas. Embora o hipoclorito de sódio seja amplamente utilizado, a sua limitação quanto à remoção da *smear layer* requer a associação com agentes quelantes como o EDTA. A ativação ultrassônica e a laser têm sido cada vez mais incorporadas na prática clínica, devido à sua capacidade de melhorar a penetração e eficácia dos irrigantes (Haapasalo et al., 2010).

A eficácia da desinfecção intratubular esteve na gênese do estudo realizado por Morago et al. (2019), que comparou diferentes protocolos de irrigação quanto à sua capacidade de desinfecção dos túbulos dentinários. Os resultados evidenciaram que protocolos

combinados, envolvendo NaOCl seguido de EDTA e ativação ultrassônica, apresentaram melhor penetração e redução microbiana. Estes dados corroboram estudos anteriores, que sugerem que a combinação de irrigantes e a sua ativação física aumentam significativamente a sua eficácia. (Morago et al., 2019).

Entre as novas tecnologias que podem ser aplicadas em endodontia, o destaque vai para o laser ER:YAG, que possibilita a ativação fotodinâmica de irrigantes com redução de 99,9% em *E. faecalis*. O pico de absorção para todos os irrigantes é 1450nm (Meire et al., 2012; Quinta, 2022).

Relativamente às propriedades óticas e técnicas de ativação, Meire et al. (2014) analisaram as propriedades óticas dos irrigantes numa ampla faixa espectral, o que tem implicações importantes na escolha de métodos de ativação por laser, tendo no seu estudo, demonstrado que as propriedades óticas dos irrigantes influenciam diretamente a sua interação com métodos de ativação por laser, um tópico que tem vindo a ser extensamente investigado na literatura. Assim, a interação da luz com irrigantes como NaOCl, EDTA e CHX influencia a sua eficácia quando associada à fotoativação. Este estudo constitui uma contribuição relevante ao documentar as propriedades óticas dos irrigantes e a sua interação com fontes de luz e fornece base para justificar o uso de lasers específicos (como Er:YAG ou Nd:YAG) e técnicas como PIPS (Photon-Induced Photoacoustic Streaming), que potencializam a ação irrigadora (Meire et al. 2014).

Esses resultados são corroborados por estudos como os de DiVito et al. (2011) que destacam a superioridade da ativação a laser e ultrassônica - Er:YAG e PIPS - em comparação com a irrigação convencional, sobretudo em canais de anatomia complexa, dado que melhora a penetração do irrigante e a remoção de *smear layer*. Arslan et al. (2015) compararam a irrigação convencional com ativação por laser e ultrassônica, demonstrando maior remoção de debris e *smear layer* com a ativação a laser (DiVito et al., 2011; Arslan et al., 2015).

Meire et al. (2012) examinou as propriedades óticas dos irrigantes, especialmente em comprimentos de onda >2500nm, tendo concluídos que as mesmas possuem potencial para técnicas de ativação por laser, o que pode aumentar a eficácia desinfetante quando combinadas com NaOCl, EDTA e CHX. Segundo estes autores "a absorção em todas as soluções testadas para comprimentos de onda maiores que 2500nm é muito alta, indicando grande potencial para irrigação ativada por laser." (Meire et al., 2012).

No que respeita aos modificadores químicos, importa referir os surfactantes (Tween 80), que reduzem a tensão superficial do NaOCl, melhorando a penetração tubular e o aquecimento a 45°C, o qual potencializa ação antimicrobiana do NaOCl sem aumentar citotoxicidade (Quinta, 2022).

O aumento da temperatura do NaOCl potencializa sua eficácia antimicrobiana e sua capacidade de dissolução, corroborando resultados laboratoriais mais recentes (Plotino et al., 2023). Porém, as evidências disponíveis ainda são inconclusivas quanto ao benefício clínico expressivo (Govindaraju et al., 2024).

Outra tecnologia que tem vindo a ganhar adeptos são as nanopartículas de prata, que são aditivos para CHX com libertação prolongada (até 21 dias) (Quinta, 2022).

Outro aspeto importante refere-se à influência dos irrigantes sobre as propriedades físico-químicas da dentina. Agarwal et al. (2024) destacam o impacto de diferentes soluções sobre a microdureza dentinária, mostrando que o uso prolongado ou inadequado pode comprometer a estrutura do canal e afetar a adesão de materiais restauradores. Nesse sentido, de Souza Matos et al. (2021) e Oliveira et al. (2018) chamam atenção para o papel das soluções quelantes, como o EDTA, na modulação da permeabilidade dentinária e no aumento da penetração de cimentos seladores, o que pode favorecer a vedação apical e o sucesso do tratamento (Agarwal et al., 2024; Souza Matos et al., 2021; Oliveira et al., 2018).

A associação entre NaOCl e EDTA resultou nos melhores índices de retenção de pinos de fibra de vidro, recomendando-se esta combinação como protocolo pós-preparação do canal para otimizar a cimentação (Oliveira et al., 2018).

A literatura também alerta para interações indesejáveis entre irrigantes, sendo que a reação entre a CHX e o NaOCl promove a formação instantânea de um precipitado de coloração acastanhada. Observado o aparecimento de íons de cálcio, magnésio e ferro por meio da espectrometria de absorção atômica, que evidenciou uma substância carcinogênica e tóxica, denominada paracloroanilina (PCA). Esse precipitado, além de estimular uma lesão carcinogénica pode causar danificações ao periápice, criando manchas na dentina e impossibilitando a obturação tridimensional do SCR (Mohammadi, Giardino et al., 2015).

Boutsioukis et al. (2013) advertem para o facto de que o conhecimento relativo à extrusão irrigante advém principalmente de estudos *ex vivo*. Os autores relatam que “faltam

estudos clínicos robustos sobre extrusão de irrigantes; os relatos de caso focam manifestações clínicas e gestão dos acidentes, enquanto os estudos ex vivo são limitados”.(Boutsioukis et al., 2013).

A utilização de irrigantes alternativos e menos citotóxicos reflete uma tendência emergente, porém ainda carente de validação clínica e toxicológica. Adicionalmente, o uso de irrigantes fotossensíveis em associação com tecnologias óticas, como lasers e LEDs, poderá representar um avanço considerável nos protocolos de irrigação (Tahir et al., 2023).

Atualmente, é indiscutível a importância do uso de LEA no tratamento endodôntico, os estudos também sugerem que soluções com alta condutividade elétrica, podem afetar a precisão de alguns dispositivos, por este motivo, tornou-se pertinente perceber, se os irrigantes interferem com a precisão dos mesmos, tendo por base os estudos mais recentes, recomenda-se o uso de um protocolo de irrigação, como o uso de EDTA após hipoclorito ou CHX ou OCT, em comparação com o uso isolado de NaOCl.(Shekarbaghani, et al., 2024).

A escolha do irrigante pode interferir na eficácia dos localizadores apicais, o que deve ser considerado durante o planejamento clínico. Esse dado é relevante quando se associa irrigantes com alta condutividade elétrica ou viscosidade alterada. Segundo os autores “a utilização de hipoclorito isolado prejudica a precisão do localizador apical devido à elevada eletrocondutividade, recomendando-se protocolos combinados” como, por exemplo, EDTA após NaOCl/CHX para minimizar este efeito. (Shekarbaghani et al., 2024).

Sistemas de pressão negativa apical previnem significativamente a extrusão de debris e irrigantes, superando a irrigação convencional por agulha em termos de segurança para tecidos periapicais (Romualdo et al., 2017).

3. CONCLUSÃO

A análise dos estudos anteriores permitiu entender que não existe um protocolo único para todos os tratamentos. É possível concluir, de uma forma transversal a todos os estudos, que o sucesso do TENC e do RTENC está intimamente ligado à capacidade de desinfecção dos canais.

O NaOCl é atualmente o irrigante mais utilizado e o *gold standard* mas não traduz eficácia generalizada em todos os casos. A conjugação de NaOCl com demais irrigantes, particularmente caso a caso, aumenta a eficácia do TENC.

A eficácia também aumenta com o uso de diferentes técnicas de irrigação em substituição à técnica mais antiga uma vez que nem todos os canais são anatomicamente fáceis e a remoção da matéria orgânica/inorgânica e penetração dos irrigantes torna-se mais eficaz com estas técnicas mais recentes.

Ainda são necessários mais estudos a matérias mais específicas e de forma mais focada como na extrusão de irrigante ou uso de substâncias alternativas como os extratos vegetais para poder utilizar o uso de irrigantes mais amigos do ambiente alternativamente.

Em conclusão, deverão ser conhecidas as diferentes eficácias dos irrigantes na remoção de matéria orgânica/inorgânica, as suas possíveis conjugações, os riscos associados e técnicas mais atuais de irrigação para permitir um TENC ou RTENC com menor risco de falência.

4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal, S., Mishra, L., Singh, N. R., Behera, R., Kumar, M., Nagaraja, R., Sokolowski, K., & Lapinska, B. (2024). Effect of Different Irrigating Solutions on Root Canal Dentin Microhardness-A Systematic Review with Meta-Analysis. *Journal of functional biomaterials*, 15(5), 132. <https://doi.org/10.3390/jfb15050132>
- Al-Jadaa, A., Saidi, Z., Mahmoud, M., Al-Taweel, R., & Zehnder, M. (2023). Assessment of Irrigant Agitation Devices in Simulated Closed and Open Root Canal Systems. *Journal of endodontics*, 49(4), 438–444. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2023.01.002>
- Allothman, F. A., Hakami, L. S., Alnasser, A., AlGhamdi, F. M., Alamri, A. A., & Almutairii, B. M. (2024). Recent Advances in Regenerative Endodontics: A Review of Current Techniques and Future Directions. *Cureus*, 16(11), e74121. <https://doi.org/10.7759/cureus.74121>
- American Association of Endodontists [AAE] (2023). Glossary of endodontic terms. Available at: <https://www.aae.org>.
- Arslan, H., Barutçigil, C., Karatas, E., Topcuoglu, H. S., Yeter, K. Y., Ersoy, I., & Ayranci, L. B. (2014). Effect of citric acid irrigation on the fracture resistance of endodontically treated roots. *European journal of dentistry*, 8(1), 74–78. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.126248>
- Arslan, H., Capar, I. D., Saygili, G., Gok, T., Akcay, M., & Ertas, H. (2015). Efficacy of various irrigation protocols on debris and smear layer removal: a scanning electron microscopic study. *Microscopy Research and Technique*, 78(3), 256–260. <https://doi.org/10.1002/jemt.22464>
- Basrani, B. R., Manek, S., Mathers, D., Fillery, E., & Santos, J. M. (2007). Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *Journal of Endodontics*, 33(8), 966–969. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.04.012>
- Canton, F. V., Souza, G. L. N., Fonseca, P. G. & Pinto, J. C. (2025). Protocolos de irrigação final em endodontia: Uma revisão narrativa. *Research, Society and Development*, v. 14, n. 5, e7614548837. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v14i5.48837>
- Bergenholtz, G., Hørsted-Bindslev, P., & Reit, C. (2010). *Textbook of endodontology* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Canton, F. V., Souza, G. L. N., Fonseca, P. G. & Pinto, J. C. (2025). Protocolos de irrigação final em endodontia: Uma revisão narrativa. *Research, Society and Development*, v. 14, n. 5, e7614548837. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v14i5.48837>
- Coaguila-Llerena, H., Stefanini da Silva, V., Tanomaru-Filho, M., Guerreiro Tanomaru, J. M., & Faria, G. (2018). Cleaning capacity of octenidine as root canal irrigant: A scanning electron microscopy study. *Microscopy research and technique*, 81(6), 523–527. <https://doi.org/10.1002/jemt.23007>.
- Chu, X., Feng, S., Zhou, W., Xu, S., & Zeng, X. (2023). Cleaning efficacy of EDDY versus ultrasonically activated irrigation in root canals: a systematic review and meta-analysis. *BMC oral health*, 23(1), 155. <https://doi.org/10.1186/s12903-023->

02875-6

- Dioguardi, M., Di Gioia, G., Illuzzi, G., Laneve, E., Cocco, A., & Troiano, G. (2018). Endodontic irrigants: Different methods to improve efficacy and related problems. *European Journal of Dentistry*, 12(3), 459. https://doi.org/10.4103/ejd.ejd_56_18
- DiVito, E., Peters, O. A., & Olivi, G. (2011). Effectiveness of the erbium: YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Lasers in Medical Science*, 26(6), 683–688. <https://doi.org/10.1007/s10103-010-0801-2>
- Donnermeyer, D., Dust, P. C., Schäfer, E., & Bürklein, S. (2024). Comparative Analysis of Irrigation Techniques for Cleaning Efficiency in Isthmus Structures. *Journal of endodontics*, 50(5), 644–650.e1. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2024.02.008>
- Esteves, D. L. S., & Froes, J. A. V. (2013). Soluções Irrigadoras em Endodontia – Revisão de Literatura. *Arquivo Brasileiro de Odontologia*, 9(2), 48-53.
- Fedorowicz, Z., Nasser, M., Sequeira-Byron, P., de Souza, R. F., Carter, B., & Heft, M. (2012). Irrigants for non-surgical root canal treatment in mature permanent teeth. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2012(9), CD008948. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008948.pub2>
- Freitas, L. C. & Schwingel, R. A. (2024). O uso da clorexidina como solução irrigadora na endodontia. *Revista Científica Rematos*, 1, 194-207).
- Gatelli, G. & Bortolini, M.C.T. (2014). O uso da Clorexidina como solução irrigadora em Endodontia. *Revista UNINGÁ Review*, 20 (1), 119-122.
- Haapasalo, M., Shen, Y., Wang, Z., & Gao, Y. (2014). Irrigation in endodontics. *British Dental Journal*, 216(6), 299–303. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.204>
- Hargreaves, K. M., Diogenes, A., & Teixeira, F. B. (2013). Treatment options: Biological basis of regenerative endodontic procedures. *Journal of Endodontics*, 39(3), S30–S43. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.11.002>
- Leonardo, M. R. & Leonardo, R. T. (2012). Tratamento de canais radiculares: avanços tecnológicos de uma endodontia minimamente invasiva e reparadora. São Paulo: Artes Médicas.
- Mahant, R. (2014). A Contemporary Overview of Endodontic Irrigants – A Review. *Austin Journal of Dental Applications*, 1, 105-115.
- McGillivray, A. & Dutta, A. (2024). The influence of laser-activated irrigation on post-operative pain following root canal treatment: A systematic review. *Journal of Dentistry*, 144, 104928. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.104928>
- Meire, M. A., Poelman, D. & Moor, R. J. (2014). Optical properties of root canal irrigants in the 300–3,000-nm wavelength region. *Lasers Med Sci*, 29, 1557–1562.
- Miranda, J.P.V. & Silva, P. C. S. (2024). A importância da irrigação para o sucesso da Endodontia. *Ciências da Saúde*, 28 (135).
- Montero, L. Q., Basrani, B., Ellis, D. A., & Cohenca, N. (2025). Healing Outcomes Following the Treatment of Molars Using Different Root Canal Disinfection Methods: A Prospective Cohort Study. *Journal of endodontics*, S0099-2399(25)00192-X. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2025.04.006>
- Morago, A., Ruiz-Linares, M., Ferrer-Luque, C. M., Baca, P., Rodríguez Archilla, A., &

- Arias-Moliz, M. T. (2019). Dentine tubule disinfection by different irrigation protocols. *Microscopy research and technique*, 82(5), 558–563. <https://doi.org/10.1002/jemt.23200>
- Oliveira, L. V., Maia, T. S., Zancopé, K., Menezes, M. S., Soares, C. J., & Moura, C. C. G. (2018). Can intra-radicular cleaning protocols increase the retention of fiberglass posts? A systematic review. *Brazilian oral research*, 32, e16. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0016>
- Orozco-Gallego, M. J., Pineda-Vélez, E. L., Rojas-Gutiérrez, W. J., Rincón-Rodríguez, M. L., & Agudelo-Suárez, A. A. (2025). Effectiveness of Irrigation Protocols in Endodontic Therapy: An Umbrella Review. *Dentistry Journal*, 13(6), 273. <https://doi.org/10.3390/dj13060273>
- Pereira, L. N., Costa, R. M., Carvalho, S. R., Neta, E. N. O. & Neto, L.O.B. (2023). Uso do hipoclorito de sódio no tratamento endodôntico: uma Revisão de Literatura. *Facere Scientia*, 3 (01).
- Perminova, K. (2024). Princípios do preparo endodôntico. OHI-S. Available at: <https://pt.ohi-s.com/articles-videos/principios-do-preparo-endodontico/>
- Quinta, E.F.F.M. (2022). Irrigantes dos Canais Radiculares: Revisão Narrativa. Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Dentária. Lisboa: Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa.
- Retsas, A., Dijkstra, R. J. B., van der Sluis, L., & Boutsioukis, C. (2022). The Effect of the Ultrasonic Irrigant Activation Protocol on the Removal of a Dual-species Biofilm from Artificial Lateral Canals. *Journal of endodontics*, 48(6), 775–780. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2022.03.005>
- Rôças, I. N., & Siqueira, J. F., Jr (2011). Comparison of the in vivo antimicrobial effectiveness of sodium hypochlorite and chlorhexidine used as root canal irrigants: a molecular microbiology study. *Journal of endodontics*, 37(2), 143–150. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.11.006>
- Ruksakiet, K., Hanák, L., Farkas, N., Hegyi, P., Sadaeng, W., Czumbel, L., Sang-ngoeng, T., Garami, A., Miko, A., Varga, G. & Lohinai, Z. (2020). Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Root Canal Disinfection: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Endodontics*. 46. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.05.002>.
- Saba, K., Maxood, A., Abdullah, S., Riaz, A., & Uddin, S. (2018). Comparison of frequency of pain in root canal treatment using sodium hypochlorite and chlorhexidine as root canal irrigants. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 68(9), 1334–1338.
- Shekarbaghani, S. A., Bolhari, B., & Khalilak, Z. (2024). The effect of different root canal irrigations on the accuracy of apex locators: A systematic review. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 16(12), e1538–e1546. <https://doi.org/10.4317/jced.62049>
- Silva, T.V., Brum, S.C., Soares, L.C. (2013). Análise antimicrobiana de soluções irrigadoras em endodontia de dentes decíduos. *Revista PróUniverSUS*. 04 (1): 05-08.
- Siqueira, J. F., & Rôças, I. N. (2014). Microbiology and treatment of endodontic infections. In K. M. Hargreaves, L. H. Berman (Eds.), *Cohen's pathways of the*

- pulp (11th ed., pp. 556–608). Mosby Elsevier.
- Susila A. & Minu J. (2019). Activated Irrigation vs. Conventional non-activated Irrigation in Endodontics – A Systematic Review. *Eur Endod J*, 3, 96-110. <https://doi.org/10.14744/ej.2019.80774>
- Tahir, A., Ur-Rehman Qazi, F., Choudhry, Z., Musheer, U., Amin, M., Malik, S., Almokhatieb, A. A., Almadi, K., Alkahtany, M. F., Ahmed, M. A., Ali, K., Vohra, F., & Abduljabbar, T. (2023). Influence of *Sapindus mukorossi* extract in comparison to 17% EDTA as final root canal irrigant on the sealer penetration and microleakage of dentinal tubules. *European review for medical and pharmacological sciences*, 27(7), 2724–2732. https://doi.org/10.26355/eurrev_202304_31899
- Tonini, R., Salvadori, M., Audino, E., Sauro, S., Garo, M.L. & Salgarello, S. (2022a). Irrigating Solutions and Activation Methods Used in Clinical Endodontics: A Systematic Review. *Front. Oral Health*, 3 <https://doi.org/10.3389/froh.2022.838043>
- Tonini, R., Salvadori, M., Audino, E., Sauro, S., Garo, M. L., & Salgarello, S. (2022b). Corrigendum: Irrigating Solutions and Activation Methods Used in Clinical Endodontics: A Systematic Review. *Frontiers in oral health*, 3, 876265. <https://doi.org/10.3389/froh.2022.876265>.
- Torabinejad, M., & Walton, R. E. (2009). *Endodontics: Principles and practice* (4th ed.). Saunders.