REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

IRRIGAÇÃO INTRARRADICULAR NA ENDODONTIA: SOLUÇÕES IRRIGADORAS, SISTEMAS DE ATIVAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA DENTINA — REVISÃO INTEGRATIVA

INTRARADICULAR IRRIGATION IN ENDODONTICS: IRRIGATING SOLUTIONS, ACTIVATION SYSTEMS AND DENTIN PRESERVATION — AN INTEGRATIVE REVIEW

Ciências da Saúde • 28/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/795725293

Mirian Cristina Felix[1]

Fernanda Garcia Krinski Sidor[2]

RESUMO

Este artigo apresenta uma revisão integrativa qualitativa sobre a irrigação intrarradicular na desinfecção do sistema de canais radiculares. A busca, realizada em outubro de 2025 no PubMed, na BVS e no Google Scholar (2015–2025), identificou 8.546 registros, dos quais 18 estudos foram incluídos, predominantemente revisões de literatura. São apresentados os fundamentos da irrigação diante da anatomia e das áreas sem preparo, as funções e limitações do hipoclorito de sódio, da clorexidina e do EDTA, os sistemas de ativação e a segurança, com ênfase na extrusão apical e na integridade da dentina. As fontes indicam que as soluções reduzem a carga bacteriana sem esterilizar o sistema e que a ativação supera a irrigação com agulha na redução do biofilme, com limites de evidência. Conclui-se que não há protocolo único comprovado e que são necessários estudos clínicos padronizados.

Palavras-chave: Endodontia; Irrigantes do Canal Radicular; Hipoclorito de Sódio; Clorexidina; Ácido Edético; Dentina.

ABSTRACT

This article presents a qualitative integrative review of intraradicular irrigation in the disinfection of the root canal system. The search, conducted in October 2025 in PubMed, BVS and Google Scholar (2015–2025), identified 8,546 records, of which 18 studies were included, predominantly literature reviews. The article addresses the rationale for irrigation given canal anatomy and unprepared areas, the functions and limitations of sodium hypochlorite, chlorhexidine and EDTA, activation systems, and safety, with emphasis on apical extrusion and dentin integrity. The sources indicate that solutions reduce bacterial load without sterilizing the system and that activation outperforms needle irrigation in biofilm reduction, with limited evidence. It is concluded that no single proven protocol

exists and that standardized clinical studies are needed.

Keywords: Endodontics; Root Canal Irrigants; Sodium Hypochlorite; Chlorhexidine; Edetic Acid; Dentin.

1. INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico visa eliminar ou reduzir os microrganismos e remover o conteúdo orgânico e inorgânico contaminado do sistema de canais radiculares (SCR), e sua eficácia depende de um preparo que associe procedimentos mecânicos e químicos (Silva; Silva; Linhares, 2023). O sucesso do tratamento deriva da eliminação dos microrganismos capazes de causar infecção intra ou extrarradicular, e por isso a instrumentação deve ser sempre acompanhada de irrigação abundante, que produza efeitos químicos, mecânicos e biológicos (Prada *et al.*, 2019). A anatomia complexa do SCR, com curvaturas, istmos, ramificações e recessos, impede que a instrumentação alcance todas as superfícies: em estudo ex vivo com microtomografia, parcelas expressivas das paredes permaneceram sem contato com os instrumentos (Siqueira *et al.*, 2018b). Em dentes infectados, as bactérias podem persistir nessas paredes não tocadas e em istmos, ramificações, túbulos dentinários e recessos de canais ovais ou em C, o que aumenta o risco de periodontite apical pós-tratamento (Siqueira Jr. *et al.*, 2018a). Cabe aos irrigantes, portanto, desbridar e desinfetar o que o instrumento não toca, o que torna a irrigação uma das etapas mais críticas do tratamento (Reyes-Carmona, 2023).

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é a solução de referência por sua ação antimicrobiana e pela dissolução de tecido orgânico (Macedo *et al.*, 2021; Reyes-Carmona, 2023), mas apresenta baixa biocompatibilidade em concentrações elevadas (Reyes-Carmona,

2023) e risco de acidentes por extrusão para os tecidos perirradiculares (Abra; Fernandes; Boer, 2022). A clorexidina (CHX) oferece substantividade e biocompatibilidade, porém não dissolve matéria orgânica (Chaves *et al.*, 2024), e o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), agente quelante, atua sobre o componente inorgânico da *smear layer*, que o NaOCl não dissolve (Reyes-Carmona, 2023). Uma solução ideal reuniria, além da ação antimicrobiana e da dissolução tecidual, lubrificação, baixa tensão superficial, eliminação de lipopolissacarídeos e biocompatibilidade com os tecidos perirradiculares (Macedo *et al.*, 2021), combinação que nenhuma solução isolada contempla. Em ensaio clínico randomizado, nem o NaOCl nem a CHX garantiram a ausência de bactérias detectáveis após o preparo (Rôças *et al.*, 2016).

Para superar as limitações da irrigação convencional com seringa, foram desenvolvidos sistemas de ativação, como a irrigação ultrassônica passiva (PUI), o EasyClean, o XP-endo Finisher, a pressão negativa apical (EndoVac) e o laser (Raducka *et al.*, 2023; Hipp *et al.*, 2025). A intensificação dos protocolos, contudo, não é isenta de custos biológicos: relatam-se erosão e alteração das propriedades mecânicas da dentina, com possível prejuízo à adesão de materiais obturadores (Reyes-Carmona, 2023), além do risco de extrusão durante a ativação (Walsh; George, 2017).

Revisões sistemáticas de ensaios clínicos apontam heterogeneidade de protocolos e escassez de desfechos clínicos (Gonçalves *et al.*, 2016; Tonini *et al.*, 2022), e a literatura tende a tratar a eficácia de limpeza e a preservação dentinária separadamente. Este artigo teve por objetivo analisar criticamente a literatura sobre a importância da irrigação intrarradicular na desinfecção do SCR, integrando soluções irrigadoras, sistemas de ativação e efeitos sobre a integridade da

dentina, e discutir as implicações para protocolos clínicos seguros. Os objetivos específicos foram: (a) comparar as funções e limitações de NaOCl, CHX e EDTA; (b) comparar os sistemas de ativação da solução irrigadora; e (c) examinar o impacto dos protocolos de irrigação sobre a integridade da dentina. Partiu-se de duas hipóteses, formuladas no trabalho de origem: a associação de soluções complementares a sistemas de ativação eficazes é determinante para a desinfecção; e a intensificação dos protocolos exige equilíbrio com a preservação das propriedades da dentina.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Delineamento e Pergunta Norteadora

Realizou-se revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa, conforme declarado pela autora no trabalho de origem. A pergunta norteadora foi: de que maneira a associação entre soluções irrigadoras e técnicas avançadas de ativação contribui para a limpeza e a desinfecção do SCR, considerando os desafios anatômicos, as limitações dos agentes químicos e o impacto sobre a integridade da dentina? Não há registro de protocolo prévio da revisão.

2.2. Estratégia de Busca e Critérios de Elegibilidade

A busca foi realizada de 24 a 28 de outubro de 2025, nas bases PubMed, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Google Scholar, com os descritores “Irrigantes do Canal Radicular”, “Endodontia” e “Infiltração Dentária” combinados pelo operador AND, além dos termos correspondentes em inglês nas bases internacionais. Aplicaram-se filtros de período (2015–2025) e de idioma (português, inglês e espanhol). Foram incluídos estudos disponíveis na íntegra

que abordassem a eficácia, a composição ou a função dos irrigantes e sua relação com a remoção de debris, microrganismos e *smear layer*, com metodologia clara e resultados aplicáveis à clínica. Foram excluídos estudos anteriores a 2015, sem relação direta com a irrigação intrarradicular, duplicados, resumos, editoriais, cartas, trabalhos sem rigor metodológico e sem texto completo.

2.3. Seleção, Verificação e Análise

A seleção seguiu quatro etapas: identificação, aplicação de filtros e remoção de duplicatas, triagem por títulos e resumos e leitura integral (Figura 1). Dos 108 estudos avaliados em texto completo, 18 compuseram a síntese. O número de estudos incluídos foi corrigido pela autora para 18, em relação aos 25 registrados na versão original do fluxograma, e o número de exclusões na leitura integral (90) foi recalculado por diferença (108 − 18), a fim de manter a coerência aritmética das etapas. Os dados bibliográficos de cada estudo incluído foram conferidos em Crossref ou Europe PMC, e o conteúdo atribuído a cada fonte foi confrontado com o seu resumo e, em quatro casos, com o texto integral (Canton *et al.*, 2025; Hipp *et al.*, 2025; Reyes-Carmona, 2023; Silva; Silva; Linhares, 2023). Não há documentação do número de avaliadores, dos motivos das exclusões na leitura integral nem de instrumento formal de avaliação da qualidade metodológica; esses pontos são tratados como limitações.

De cada documento extraíram-se o desenho declarado, o tema e os principais achados. A síntese foi narrativa e temática, em cinco eixos (limites da instrumentação, soluções irrigadoras, sistemas de ativação, extrusão e segurança apical, efeitos sobre a dentina), sem metanálise. Distinguiram-se revisões de literatura, revisões

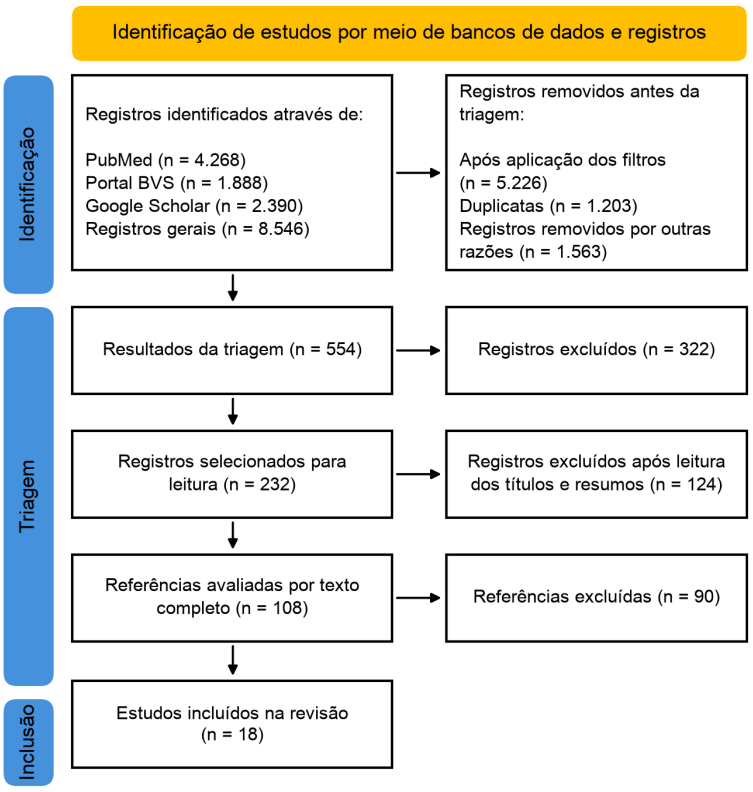
sistemáticas, ensaio clínico randomizado e estudo ex vivo, e os desfechos laboratoriais não foram tratados como evidência de sucesso clínico. O mapeamento fonte-tema está disponível como material suplementar.

3. RESULTADOS

3.1. Seleção e Caracterização dos Estudos

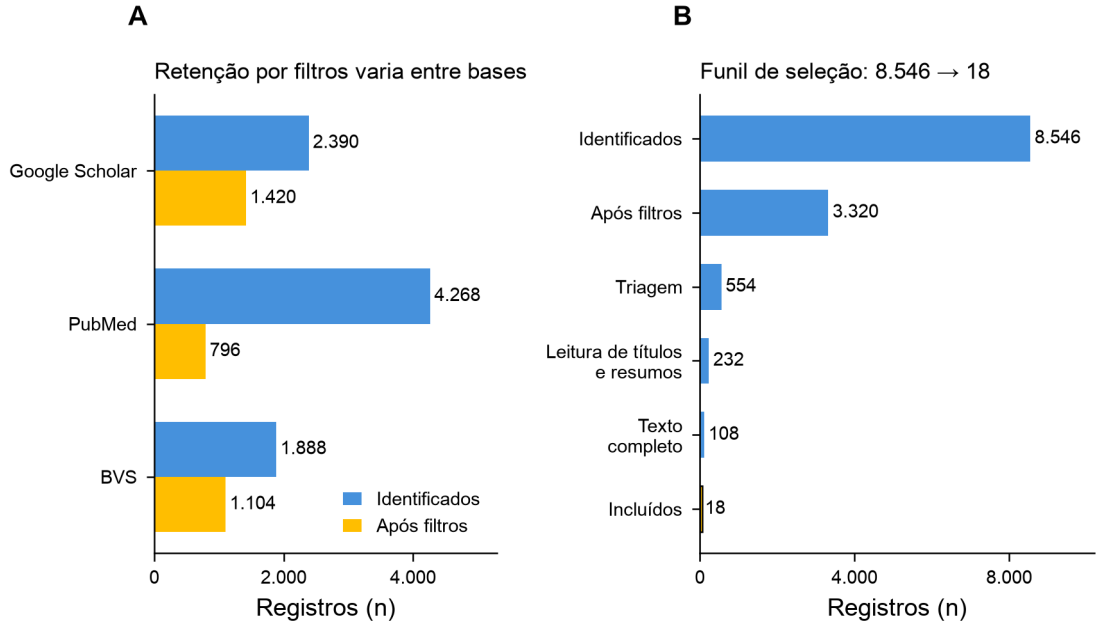
A busca identificou 8.546 registros (PubMed, 4.268; Google Scholar, 2.390; BVS, 1.888). Após os filtros, restaram 3.320 (PubMed, 796; Google Scholar, 1.420; BVS, 1.104). A remoção de 1.203 duplicatas e de 1.563 registros por outras razões resultou em 554 registros triados; 322 foram excluídos, 232 tiveram títulos e resumos lidos, 124 foram excluídos, 108 foram avaliados em texto completo, 90 foram excluídos e 18 foram incluídos (Figuras 1 e 2). O texto do trabalho de origem atribui a exclusão de 5.226 registros a duplicidade e inadequação ao tema, ao passo que o fluxograma a vincula à aplicação de filtros e registra as duplicatas separadamente; adotou-se a descrição do fluxograma.

Figura 1. Fluxograma de seleção dos estudos



Fonte: elaborada pelos autores, com base nos dados do trabalho de origem (2026).

Figura 2. Registros por base de dados e funil de seleção

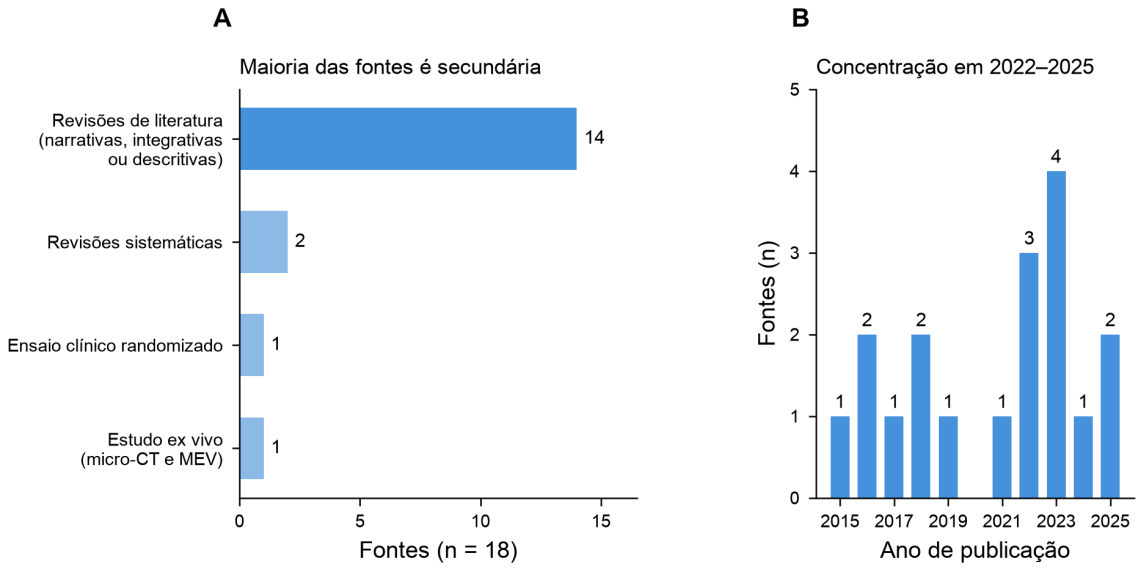


Fonte: elaborada pelos autores (2026).

Entre os 18 documentos verificados, 14 eram revisões de literatura (narrativas, integrativas ou descritivas), dois eram revisões

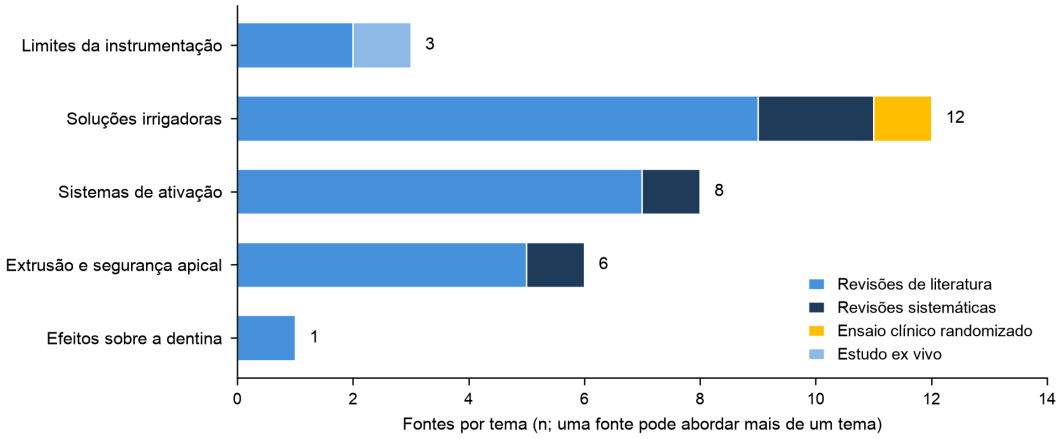
sistemáticas, um era ensaio clínico randomizado e um era estudo ex vivo; dez foram publicados entre 2022 e 2025 (Figura 3; Quadro 1). A predominância de fontes secundárias implica que a maioria das afirmações sobre eficácia é transmitida por revisões, e não por dados primários. O mapeamento temático (Figura 4) mostra que os efeitos sobre a dentina são sustentados por uma única fonte do corpus, enquanto soluções irrigadoras e sistemas de ativação concentram o maior número de documentos.

Figura 3. Desenho e ano de publicação das fontes verificadas (n = 18)



Fonte: elaborada pelos autores (2026).

Figura 4. Distribuição das fontes por tema e desenho de estudo



Fonte: elaborada pelos autores (2026). Uma fonte pode contribuir para mais de um tema.

Quadro 1. Caracterização das fontes verificadas

Fonte	Desenho declarado	Foco	Contribuição para a síntese
Abra, Fernandes e Boer (2022)	Revisão de literatura	Acidentes com NaOCl	Extrusão causa dano tecidual, dor e edema; exige reconhecimento e conduta rápidos
Canton *et al.* (2025)	Revisão narrativa	Irrigação final: sete técnicas	EasyClean e XP-endo Finisher apontados como alternativas promissoras; ultrassom com risco de dano tecidual
Chaves *et al.* (2024)	Revisão integrativa	CHX × NaOCl	Ambos eficazes; NaOCl irrita tecidos; CHX não dissolve matéria orgânica
Gonçalves *et al.* (2016)	Revisão sistemática de ensaios clínicos	NaOCl × CHX	Cinco estudos; resultados inconsistentes; evidência escassa
Hipp *et al.* (2025)	Revisão de literatura	Métodos de irrigação	Ativação superior à seringa; não há protocolo universal

Jena, Sahoo e Govind (2015)	Revisão	Interações entre irrigantes	Delimita benefícios e limitações dos irrigantes (resumo)
Macedo *et al.* (2021)	Revisão bibliográfica	NaOCl	Ação antimicrobiana e dissolução tecidual
Mesquita *et al.* (2023)	Revisão integrativa (22 artigos)	Soluções irrigadoras	NaOCl, EDTA e CHX como mais efetivos e seguros
Passos *et al.* (2022)	Revisão de literatura	Soluções irrigadoras	NaOCl e CHX associados ao EDTA potencializam a limpeza
Prada *et al.* (2019)	Revisão de literatura (48 artigos)	Irrigação e medicação intracanal	Protocolo proposto com NaOCl 2,5% ativado por ultrassom
Raducka *et al.* (2023)	Revisão narrativa	Ativação	Reúne técnicas manual, térmica, pressórica, sônica, ultrassônica e laser
Reyes-Carmona (2023)	Revisão	Dentina radicular	Erosão, perda de propriedades mecânicas e prejuízo à adesão
Rôças *et al.* (2016)	Ensaio clínico randomizado (n = 50)	NaOCl 2,5% × CHX 2%	Redução bacteriana similar; bactérias detectáveis em 44% e 40%
Silva, Silva e Linhares (2023)	Revisão de literatura	Ativação	Não há protocolo único e totalmente efetivo
Siqueira Jr. *et al.* (2018a)	Revisão	Áreas não preparadas	Bactérias persistem em istmos, recessos e paredes não tocadas

Siqueira *et al.* (2018b)	Estudo ex vivo (micro-CT, histologia, MEV)	Paredes não preparadas	Áreas não preparadas de 9,6% a 34,6%; debris e tecido residuais
Tonini *et al.* (2022)	Revisão sistemática de ECR (n = 7)	Soluções e ativação	Ativação reduz mais o biofilme que a agulha; evidência moderada
Walsh e George (2017)	Revisão	Ativação de irrigantes alcalinos	Ultrassom e laser promissores; extrusão é risco a controlar

Fonte: elaborado pelos autores (2026), a partir dos resumos e textos verificados. ECR: ensaio clínico randomizado.

3.2. Limites da Instrumentação Mecânica

No estudo ex vivo com microtomografia, a instrumentação reciprocante associada ao NaOCl 2,5% deixou áreas sem preparo em todos os grupos (Tabela 1). A análise histológica dos dentes com polpa viva revelou remanescentes teciduais nas paredes não tocadas quase exclusivamente no canal apical, e a microscopia eletrônica de varredura dos dentes necróticos mostrou debris nas paredes não tocadas em todos os terços (Siqueira *et al.*, 2018b). Os resultados provêm de dois grupos de dentes e de um sistema de instrumentação, e não devem ser extrapolados para outras técnicas.

Tabela 1. Áreas do canal radicular não preparadas após instrumentação reciprocante e NaOCl 2,5%

Grupo (n)	Canal inteiro (%)	Canal apical (%)

Canais mesiovestibulares de molares inferiores (11)	18,1	9,6
Pré-molares inferiores (10)	34,6	17,6

Fonte: Siqueira *et al.* (2018b).

3.3. Soluções Irrigadoras

Os documentos convergem quanto às funções complementares das soluções (Quadro 2). No ensaio clínico randomizado, 2,5% de NaOCl e 2% de CHX reduziram significativamente a carga bacteriana, sem diferença significativa entre si, mas 44% e 40% dos canais, respectivamente, ainda apresentavam bactérias detectáveis após o preparo (Rôças *et al.*, 2016). A revisão sistemática de cinco estudos clínicos encontrou resultados inconsistentes (efeito semelhante em dois estudos, vantagem do NaOCl em um e do oposto em outro), heterogeneidade de métodos e concentrações e ausência de comparação entre resultados laboratoriais e desfechos clínicos (Gonçalves *et al.*, 2016). Na revisão de ensaios clínicos, combinações de NaOCl com quelantes não mostraram benefício antimicrobiano (Tonini *et al.*, 2022), embora revisões narrativas considerem a associação NaOCl–EDTA a mais eficaz para desinfecção e remoção da *smear layer* (Hipp *et al.*, 2025; Passos *et al.*, 2022).

As revisões de síntese qualitativa reforçam esse quadro. Em revisão integrativa de 22 artigos, NaOCl, EDTA e CHX foram consideradas as soluções mais efetivas e seguras, com NaOCl e CHX como as mais utilizadas, e a esterilização do SCR foi considerada inalcançável com as substâncias e técnicas disponíveis, razão pela qual novas soluções vêm sendo estudadas (Mesquita *et al.*, 2023). Na revisão integrativa de Chaves *et al.* (2024), que partiu de 360 registros e selecionou 10

estudos, o NaOCl apresentou eficácia antimicrobiana com desvantagens de irritação tecidual e potencial de acidentes, e a CHX combinou ação antimicrobiana, biocompatibilidade e substantividade, sem dissolver matéria orgânica. Em revisão de 48 artigos, o NaOCl foi descrito como referência de eficácia antimicrobiana imediata, e a CHX, como detentora de efeito antibacteriano prolongado (Prada *et al.*, 2019). A extrusão do NaOCl para os tecidos perirradiculares foi descrita como um dos acidentes mais alarmantes, pelas manifestações clínicas imediatas (Abra; Fernandes; Boer, 2022).

Duas fontes acrescentam condicionantes ao uso das soluções. Segundo Reyes-Carmona (2023), o desempenho do NaOCl, empregado em concentrações de 0,5% a 5,25%, depende da concentração: em valores baixos é ineficaz contra determinados microrganismos e, em valores altos, apresenta baixa biocompatibilidade, com possibilidade de inflamação periapical. Além disso, o NaOCl não dissolve a fração inorgânica da *smear layer*, na qual microbiota e toxinas podem se acumular. O EDTA a 17% e o ácido cítrico foram propostos como complemento quelante, mas a alternância entre NaOCl e EDTA durante a instrumentação reduziria a atividade antibacteriana do NaOCl e deveria ser evitada, pois o tecido previamente exposto ao EDTA não é efetivamente dissolvido pelo hipoclorito (Reyes-Carmona, 2023). Macedo *et al.* (2021) acrescentam que a solução ideal reuniria, além da ação antimicrobiana, poder de dissolução tecidual, lubrificação, viscosidade, baixa tensão superficial, eliminação de lipopolissacarídeos e biocompatibilidade com os tecidos perirradiculares.

Quadro 2. Soluções irrigadoras: funções, limitações e fontes

Solução	Funções e vantagens	Limitações	Fontes
NaOCl	Ação antimicrobiana; dissolução de matéria orgânica; referência em eficácia antimicrobiana imediata	Citotoxicidade e risco de extrusão; não dissolve a fração inorgânica da *smear layer*; efeitos sobre a dentina (item 3.5)	Macedo *et al.* (2021); Prada *et al.* (2019); Abra, Fernandes e Boer (2022); Reyes-Carmona (2023)
CHX	Ação antimicrobiana prolongada; substantividade; biocompatibilidade	Não dissolve matéria orgânica	Chaves *et al.* (2024); Prada *et al.* (2019)
EDTA	Quelante; atua sobre o componente inorgânico da *smear layer*	Sem benefício antimicrobiano adicional em ensaios clínicos quando combinado ao NaOCl; possível aumento do risco de extrusão	Reyes-Carmona (2023); Tonini *et al.* (2022)
NaOCl + EDTA	Ações complementares sobre as frações orgânica e inorgânica; indicado para remoção de debris e *smear layer*	Superioridade clínica não demonstrada nos ensaios revisados	Walsh e George (2017); Passos *et al.* (2022); Hipp *et al.* (2025); Tonini *et al.* (2022)

Fonte: elaborado pelos autores (2026).

3.4. Sistemas de Ativação

Entre sete ensaios clínicos randomizados, três compararam a irrigação com agulha a métodos de ativação (PUI, XP-endo Finisher, F-file e EndoVac), e a ativação proporcionou redução do biofilme significativamente superior à da irrigação com agulha; o nível de evidência foi considerado moderado e a heterogeneidade impediu apontar um protocolo superior (Tonini *et al.*, 2022). As demais informações sobre cada sistema derivam de revisões narrativas (Quadro 3). Um protocolo com NaOCl 2,5% ativado por ultrassom seguido de irrigação final com ácido maleico 7% ou cetrimida 0,2% associada à CHX 2% foi proposto como o mais adequado em revisão de 48 artigos (Prada *et al.*, 2019), conclusão que ainda carece de validação clínica.

Quadro 3. Sistemas de ativação: achados, limitações de segurança e fontes

Sistema	Achados nas fontes	Segurança e limitações	Fontes
Irrigação convencional (seringa)	Limitada na remoção da *smear layer* e na desinfecção completa	—	Canton *et al.* (2025)
PUI (ultrassom)	Maior remoção de detritos, inclusive em regiões apicais e laterais; cavitação e fluxo acústico	Risco de dano tecidual; extrusão; erosão intertubular da dentina com NaOCl	Canton *et al.* (2025); Hipp *et al.* (2025); Walsh e George (2017); Reyes-Carmona (2023)
EasyClean	Eficácia equivalente, sobretudo em rotação contínua; eficiência com	Evidência proveniente de revisões narrativas	Hipp *et al.* (2025); Canton *et al.* (2025)

	menor risco aos tecidos periapicais		
XP-endo Finisher	Alternativa promissora; superior à seringa convencional	Evidência proveniente de revisões narrativas	Canton *et al.* (2025); Hipp *et al.* (2025)
EndoVac (pressão negativa)	Conduz o irrigante ao comprimento de trabalho com mínima chance de extrusão	—	Hipp *et al.* (2025); Silva, Silva e Linhares (2023)
Laser	Ativação por cavitação (laser pulsado ou de érbio)	Extrusão deve ser controlada; sem dados comparativos extraídos	Walsh e George (2017); Silva, Silva e Linhares (2023)

Fonte: elaborado pelos autores (2026). PUI: irrigação ultrassônica passiva.

Os mecanismos descritos para cada sistema diferem, o que ajuda a explicar perfis distintos de eficácia e risco. No ultrassom e no laser, a ativação baseia-se em cavitação, implosões e forças de cisalhamento, com fluxo de fluido que reforça a ação dos irrigantes; o ultrassom emprega ponta móvel, e o laser, ponta estacionária (Walsh; George, 2017). A ativação com laser de érbio dependeria da vaporização do líquido e da formação de bolhas de vapor que se expandem e implodem (Silva; Silva; Linhares, 2023). O XP-endo Finisher, confeccionado em liga de NiTi, não corta as paredes do canal, apenas as toca, e o EasyClean promove agitação do irrigante e arraste mecânico de detritos aderidos ao longo de todo o comprimento do instrumento; o EndoVac, por sua vez, entrega o irrigante e o aspira em alta velocidade, com suprimento contínuo de solução renovada no comprimento de trabalho (Silva; Silva; Linhares,

2023). A agitação manual dinâmica, embora eficiente, pode promover a impregnação de debris, e as técnicas ultrassônicas associaram-se a maior remoção de detritos com potencial risco de dano tecidual (Canton *et al.*, 2025). Revisão narrativa distingue ainda técnicas de ativação manual, térmica, pressórica, sônica, ultrassônica e a laser (Raducka *et al.*, 2023).

Sobre a comparação entre dispositivos, a revisão narrativa de Hipp *et al.* (2025) reúne observações de estudos primários que não foram verificados individualmente neste trabalho. Segundo essa fonte, a irrigação com seringa e agulha é frequentemente utilizada apenas como controle na avaliação de técnicas novas, e o calibre e o desenho da ponta influenciam a pressão, a velocidade do fluxo e a profundidade de penetração. A PUI foi relatada como mais eficaz que o RinsEndo e a seringa na remoção de detritos aderidos às irregularidades do canal; quanto ao alcance do terço apical e à distribuição do irrigante, EndoVac e PUI superaram a irrigação convencional; e a melhor remoção da *smear layer* ocorreu com a ativação ultrassônica do EDTA. O XP-endo Finisher reduziu significativamente os remanescentes de material obturador em estudos de microtomografia, embora, como a PUI, não elimine todos os resíduos, e seu desempenho em canais curvos permanece pouco explorado. Para o EasyClean, relatou-se desempenho semelhante ao da PUI na remoção de material obturador nos três terços do canal. Esses dois últimos resultados referem-se ao retratamento e não podem ser transpostos ao preparo primário. O EndoVac, por fim, só exerce plenamente sua função após o preparo do canal com lima de calibre 35, o que restringe sua indicação em canais de difícil ampliação.

3.5. Segurança e Integridade da Dentina

A extrusão de NaOCl para a região periapical pode causar dano tecidual, dor intensa e edema imediatos (Abra; Fernandes; Boer, 2022). A ativação melhora a ação dos irrigantes, mas a extrusão durante o procedimento é um risco que precisa ser controlado (Walsh; George, 2017); as técnicas ultrassônicas mostraram maior remoção de detritos com potencial de dano tecidual, e a ativação sônica e o EasyClean destacaram-se pela menor agressão periapical (Canton *et al.*, 2025). Combinações de NaOCl com quelantes podem aumentar o risco de extrusão (Tonini *et al.*, 2022).

Quanto à dentina, a única fonte do corpus dedicada ao tema relata que o NaOCl a 5,25%, em comparação com a solução salina, reduz a resistência flexural e o módulo de elasticidade, e que a combinação de NaOCl com PUI produz erosão da dentina intertubular; a dissolução do colágeno liberaria oxigênio que interfere na polimerização de resinas, com prejuízo ao selamento e à adesão. O mesmo texto indica que os protocolos de limpeza mais eficazes foram os mais lesivos à ultraestrutura e que concentrações menores de NaOCl podem preservar mais proteína, mas também que PUI e alguns dispositivos sônicos influenciaram positivamente a resistência de união de cimentos endodônticos à dentina e a penetração tubular (Reyes-Carmona, 2023). Nenhuma das fontes verificadas apresentou dados de microdureza.

O mesmo texto informa que a expressão de metaloproteinases da matriz (MMP) na dentina radicular foi menor após NaOCl e CHX e maior após EDTA, e que a ativação ultrassônica dos irrigantes alterou a composição da dentina e causou efeito proteolítico sobre a proteína de sinalização DMP1-CT; a imunoexpressão dessa proteína foi reduzida pelo protocolo final com NaOCl, EDTA e PUI. A DMP1 é descrita como regulador essencial da regeneração e da

biomineralização, de modo que sua perda poderia tornar a matriz dentinária um ambiente inadequado a procedimentos regenerativos (Reyes-Carmona, 2023). O autor observa, ainda, que a maioria dos estudos sobre limpeza e desinfecção não considera o efeito dos protocolos sobre os substratos dentinários nem suas consequências para a restauração do dente.

3.6. Síntese da Evidência por Eixo Temático

O Quadro 4 reúne o tipo de evidência disponível e o grau de convergência das fontes em cada eixo. A classificação da robustez é descritiva, feita pelos autores a partir do desenho dos estudos, e não corresponde a uma avaliação formal por instrumento padronizado.

Quadro 4. Síntese da evidência por eixo temático

Eixo	Evidência disponível	Direção dos achados	Robustez (descritiva)
Limites da instrumentação	Um estudo ex vivo; duas revisões	Convergente: áreas sem preparo com debris, sobretudo no canal apical	Limitada (um modelo ex vivo)
Soluções irrigadoras (NaOCl, CHX, EDTA)	Um ECR; duas revisões sistemáticas; revisões de literatura	NaOCl e CHX com eficácia clínica semelhante; resultados inconsistentes entre ensaios; EDTA sem benefício antimicrobiano adicional	Moderada para NaOCl × CHX; limitada para associações
Sistemas de ativação	Uma revisão sistemática de três ECR;	Ativação superior à agulha na redução do biofilme; comparação entre sistemas sem	Moderada (ativação × agulha);

	revisões de literatura	dados comparativos diretos	limitada (entre sistemas)
Extrusão e segurança apical	Revisões de literatura	Risco associado ao NaOCl, ao ultrassom e a combinações com quelantes; pressão negativa descrita como de menor risco	Limitada (sem dados quantitativos)
Efeitos sobre a dentina	Uma revisão	Erosão e perda de propriedades mecânicas dependentes da combinação de solução e método	Muito limitada (fonte única)
Nanopartículas e alternativas	Nenhuma fonte verificada	Não sintetizado	Não avaliável

Fonte: elaborado pelos autores (2026). ECR: ensaio clínico randomizado.

Dois padrões emergem do conjunto. Primeiro, os eixos com maior número de documentos (soluções e ativação) são também os que dispõem de ensaios clínicos ou revisões sistemáticas, ainda que em número reduzido. Segundo, os eixos de segurança e de dentina, que condicionam a aplicação clínica dos achados de eficácia, apoiam-se em revisões e em uma única fonte específica, respectivamente.

4. DISCUSSÃO

4.1. A Irrigação Como Etapa de Desinfecção

Os achados sustentam que a irrigação não é etapa acessória: como a instrumentação deixa de 9,6% a 34,6% das superfícies sem preparo

no modelo ex vivo analisado (Siqueira *et al.*, 2018b) e as bactérias podem persistir nessas áreas (Siqueira Jr. *et al.*, 2018a), a desinfecção depende da ação química e física dos irrigantes. Os remanescentes teciduais concentraram-se no canal apical, região em que curvaturas e variações anatômicas dificultam o acesso (Siqueira Jr. *et al.*, 2018a; Siqueira *et al.*, 2018b). Os dados de Rôças *et al.* (2016) mostram, porém, o limite dessa ação: mesmo com NaOCl ou CHX, 40% a 44% dos canais permaneceram positivos. O objetivo clínico realista é, portanto, a redução da carga microbiana a níveis compatíveis com o reparo, e não a esterilização, desfecho que as fontes verificadas não permitem afirmar e que Mesquita *et al.* (2023) consideram inatingível com os meios atuais.

A natureza da infecção reforça esse argumento. A infecção de origem endodôntica não pode ser tratada por antibioticoterapia sistêmica, pois a necrose pulpar elimina os vasos que conduziriam células de defesa e antibióticos ao interior do canal, e os microrganismos permanecem contidos na microestrutura do sistema de canais; apenas a intervenção profissional é capaz de tratá-la (Reyes-Carmona, 2023). A irrigação é, portanto, o principal meio de ação química sobre o biofilme intrarradicular, o que justifica que a segurança e a eficácia dos protocolos sejam avaliadas em conjunto.

4.2. Soluções Irrigadoras

A ausência de diferença entre NaOCl e CHX no ensaio clínico e a inconsistência descrita por Gonçalves *et al.* (2016) contrariam afirmações absolutas de superioridade. As duas soluções são complementares em suas propriedades: o NaOCl dissolve matéria orgânica, mas é irritante para os tecidos, enquanto a CHX é

biocompatível e substantiva, mas não dissolve tecido (Chaves *et al.*, 2024; Macedo *et al.*, 2021). Como nenhuma reúne todas as propriedades desejáveis de um irrigante ideal, a escolha deve decorrer da avaliação das necessidades de cada caso, conforme concluem Chaves *et al.* (2024). A interação entre as soluções, eixo previsto na delimitação do estudo, é objeto da revisão de Jena, Sahoo e Govind (2015), incluída no corpus, mas cujo conteúdo só pôde ser conferido em nível de resumo; assim, não foi possível analisar a compatibilidade entre as soluções, lacuna a ser explorada em estudos específicos.

A relação NaOCl–EDTA exige distinção de desfechos. A complementaridade química é plausível, pois o NaOCl atua sobre a matéria orgânica e o EDTA sobre a fração inorgânica (Reyes-Carmona, 2023; Walsh; George, 2017), o que sustenta a remoção da *smear layer*. Entretanto, a revisão de ensaios clínicos não identificou benefício antimicrobiano da combinação e sugeriu maior risco de extrusão (Tonini *et al.*, 2022). Assim, a primeira hipótese do estudo, de que a associação potencializa a limpeza química, é sustentada para a *smear layer* por revisões narrativas, mas não para a redução bacteriana clínica.

Quanto à sequência dos agentes, o achado de que a alternância entre NaOCl e EDTA durante a instrumentação reduziria a atividade antibacteriana do NaOCl (Reyes-Carmona, 2023) separa o uso intercalado do quelante de seu emprego como etapa final, descrita na mesma fonte como protocolo considerado ideal. Esse ponto decorre de revisão e não de ensaio comparativo, e ilustra por que a comparação entre protocolos deve especificar o momento, a concentração e o tempo de contato de cada solução. As fontes

verificadas não permitem estabelecer valores ótimos desses parâmetros.

4.3. Sistemas de Ativação

A ativação apresenta direção de efeito consistente: superioridade sobre a irrigação com agulha na redução do biofilme em ensaios clínicos (Tonini *et al.*, 2022) e sobre a seringa convencional em revisões (Hipp *et al.*, 2025; Canton *et al.*, 2025). Três ressalvas devem acompanhar essa conclusão. Primeira, a comparação entre sistemas específicos (EasyClean, XP-endo Finisher, PUI) repousa sobretudo em revisões narrativas, e a expressão "promissor" empregada por Canton *et al.* (2025) não equivale a superioridade demonstrada. Segunda, redução microbiana, remoção de *smear layer*, limpeza do canal e sucesso clínico são desfechos distintos, e nenhum estudo da revisão de Gonçalves *et al.* (2016) comparou resultados laboratoriais com desfechos clínicos. Terceira, as próprias revisões concluem não haver protocolo universalmente ideal (Hipp *et al.*, 2025; Silva; Silva; Linhares, 2023), e a padronização de tempo, volume e método de ativação é condição para comparar protocolos (Tonini *et al.*, 2022).

Os mecanismos descritos sugerem que a ativação não é um bloco homogêneo. Sistemas hidrodinâmicos (ultrassom e laser), mecânicos (EasyClean e XP-endo Finisher) e de gradiente de pressão (EndoVac) atuam por vias distintas e, plausivelmente, apresentam perfis diferentes de alcance e de risco, hipótese coerente com os relatos de Hipp *et al.* (2025) e Canton *et al.* (2025), mas não testada em comparações diretas no corpus. A ativação a laser, citada como promissora (Walsh; George, 2017), não dispõe no corpus de dados que permitam compará-la aos demais sistemas.

A leitura dos resultados exige cautela quanto aos desfechos. Parte das comparações entre sistemas refere-se a desfechos distintos, como remoção de detritos, de *smear layer* ou de material obturador em retratamento (Hipp *et al.*, 2025), que não são intercambiáveis com a redução microbiana nem com o reparo periapical. A afirmação de que sistemas de pressão negativa teriam eficácia antimicrobiana superior à da seringa é apresentada por Hipp *et al.* (2025) sem detalhamento dos estudos primários e, por isso, não foi tratada como achado verificado. O mesmo vale para a indicação de que a associação entre irrigantes e ativação ultrassônica estaria entre as abordagens bactericidas mais eficazes, que decorre de referências citadas pela revisão e não de dados analisados diretamente.

4.4. Segurança e Integridade da Dentina

A segurança é o contrapeso da eficácia. A pressão negativa é descrita como alternativa que conduz o irrigante ao ápice com mínima chance de extrusão (Hipp *et al.*, 2025; Silva; Silva; Linhares, 2023), ao passo que a ativação ultrassônica associa maior remoção de detritos a maior potencial de dano tecidual (Canton *et al.*, 2025). A escolha da técnica deve, assim, ponderar anatomia, estágio do tratamento e risco apical, em consonância com a recomendação de individualização das revisões analisadas. As afirmações sobre a segurança de cada sistema provêm de revisões, sem dados quantitativos comparáveis no corpus.

Quanto à dentina, a segunda hipótese, de que a intensificação dos protocolos exige equilíbrio com a preservação tecidual, é sustentada por uma única fonte (Reyes-Carmona, 2023), o que constitui a principal lacuna do corpus (Figura 4). A mesma fonte indica que o

dano não parece decorrer da ativação isoladamente, pois PUI e dispositivos sônicos melhoraram a resistência de união e a penetração de cimentos, enquanto a combinação NaOCl–PUI produziu erosão. O efeito parece, portanto, depender da combinação de solução, concentração, tempo e método, e não de um fator isolado. A ausência de dados de microdureza nas fontes verificadas impede responder ao objetivo específico formulado no trabalho de origem quanto a esse parâmetro. Do ponto de vista prático, concentrações menores de NaOCl, quando suficientes, podem reduzir a agressão à dentina (Reyes-Carmona, 2023), hipótese que demanda estudos clínicos e laboratoriais controlados.

A divergência entre os protocolos tidos como adequados reforça a ausência de consenso. Reyes-Carmona (2023) descreve a irrigação final com EDTA e dispositivos ultrassônicos como protocolo considerado ideal, ao passo que Prada *et al.* (2019) propõem NaOCl 2,5% ativado por ultrassom seguido de irrigação final com ácido maleico a 7% ou cetrimida a 0,2% associada à CHX a 2%. Nenhuma das propostas foi confrontada, nas fontes verificadas, com desfechos clínicos ou com seus efeitos sobre a dentina, o que impede hierarquizá-las.

A fonte sobre a dentina é um artigo de perspectiva, cujos dados experimentais provêm em grande parte de estudos prévios do próprio grupo de pesquisa (Reyes-Carmona, 2023). Esse delineamento limita a generalização: os achados são laboratoriais e a fonte não relata desfechos clínicos, como fratura radicular ou falha restauradora, de modo que erosão e perda de propriedades mecânicas não podem ser tomadas como predição de desempenho clínico. Por outro lado, o alerta é pertinente, pois os protocolos com melhores resultados de limpeza e desinfecção foram os que mais

alteraram a ultraestrutura e a composição bioquímica da dentina. A redução da imunoexpressão de DMP1-CT após NaOCl, EDTA e PUI é relevante sobretudo para a endodontia regenerativa, na qual a bioatividade da dentina é desejável, e reforça a proposição de que a pesquisa futura equilibre objetivos biológicos e mecânicos.

4.5. Implicações para a Prática Clínica

Com a cautela imposta pela natureza das fontes, as implicações abaixo constituem hipóteses de trabalho clínico, e não recomendações de conduta: (a) a irrigação deve visar à redução da carga microbiana, e não à esterilização; (b) a ativação do irrigante após o preparo parece acrescentar benefício à redução do biofilme em relação à agulha e merece consideração sobretudo em anatomias complexas; (c) a seleção do sistema deve ponderar o risco de extrusão, descrito como menor com a pressão negativa e maior com a ativação ultrassônica; (d) o uso de NaOCl em concentração e tempo suficientes, mas não excessivos, pode atenuar o dano à dentina; e (e) o acidente por extrusão de NaOCl exige reconhecimento imediato e conduta rápida (Abra; Fernandes; Boer, 2022). A decisão em cada caso cabe ao cirurgião-dentista, à luz da avaliação clínica e radiográfica individual.

4.6. Lacunas e Agenda de Pesquisa

O trabalho de origem também propôs examinar nanopartículas antimicrobianas e alternativas tecnológicas. A fonte citada para essa afirmação não pôde ser localizada, e nenhum documento verificado trata do tema; por essa razão, as nanopartículas não foram sintetizadas e permanecem como linha de investigação a ser documentada em revisão futura. Em conjunto, as lacunas

identificadas indicam uma agenda de pesquisa: ensaios clínicos randomizados com padronização de concentração, volume, tempo e método de ativação; desfechos clínicos, como o reparo periapical e a dor pós-operatória, além da contagem microbiana; estudos laboratoriais da dentina que incluam microdureza, erosão e resistência de união para cada combinação de solução e ativação; estudos quantitativos de extrusão que comparem os sistemas; e revisões específicas sobre laser e nanopartículas.

4.7. Limitações

São limitações desta revisão: o predomínio de revisões de literatura (14 dos 18 estudos), que reproduzem conclusões de terceiros; a ausência de avaliação formal da qualidade metodológica, de registro de protocolo e de informação sobre o número de avaliadores e os motivos das exclusões; a síntese narrativa, que limita a classificação como revisão integrativa a seu delineamento declarado; o descritor “Infiltração Dentária”, que não corresponde ao tema da irrigação e pode ter reduzido a sensibilidade da busca; a inclusão do Google Scholar, de reprodutibilidade limitada; a existência de eixo sustentado por fonte única (dentina); e a ausência de dados sobre microdureza, laser e nanopartículas. Esses fatores restringem a generalização e justificam a classificação das conclusões como provisórias.

5. CONCLUSÃO

A irrigação intrarradicular é indispensável à desinfecção do SCR, pois a instrumentação deixa áreas sem preparo e nenhuma solução, isoladamente, eliminou as bactérias detectáveis. NaOCl e CHX apresentaram eficácia antimicrobiana clínica semelhante em ensaio

clínico, e o EDTA complementa a remoção da *smear layer*, sem benefício antimicrobiano adicional demonstrado em ensaios clínicos. Os sistemas de ativação reduziram mais o biofilme do que a irrigação com agulha, porém com evidência moderada, comparação entre sistemas baseada em revisões narrativas e riscos de extrusão e de erosão dentinária que dependem da combinação de solução e técnica. Assim, a primeira hipótese foi sustentada quanto à remoção da *smear layer* e à redução do biofilme, mas não quanto a benefício antimicrobiano clínico da associação com quelantes, e a segunda repousa em fonte única. Não há evidência para afirmar um protocolo único superior. São necessários ensaios clínicos com padronização de concentração, volume, tempo e ativação, desfechos clínicos e avaliação sistemática dos efeitos sobre a dentina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRA, Beatriz Caroline; FERNANDES, Karina Gonzalez Camara; BOER, Nilton César Pezati. Acidentes com irrigação de hipoclorito de sódio em endodontia. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação,** v. 8, n. 3, p. 2036-2048, 2022. DOI: 10.51891/rease.v8i3.4809. Disponível em: https://doi.org/10.51891/rease.v8i3.4809. Acesso em: 11 nov. 2026.

CANTON, Felipe Vargas; SOUZA, Gustavo Lúcio do Nascimento de; FONSECA, Pâmela Gracielle da; PINTO, Jader Camilo. Protocolos de irrigação final em endodontia: uma revisão narrativa. **Research, Society and Development,** v. 14, n. 5, e7614548837, 2025. DOI: 10.33448/rsd-v14i5.48837. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v14i5.48837. Acesso em: 11 nov. 2026.

CHAVES, M. F. de M. *et al*. Comparação entre clorexidina e hipoclorito de sódio na endodontia. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences,** v. 6, n. 2, p. 1797-1807, 2024. DOI: 10.36557/2674-8169.2024v6n2p1797-1807. Disponível em: https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n2p1797-1807. Acesso em: 11 nov. 2026.

GONÇALVES, Lucio Souza *et al*. The effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine as irrigant solutions for root canal disinfection: a systematic review of clinical trials. **Journal of Endodontics,** v. 42, n. 4, p. 527-532, 2016. DOI: 10.1016/j.joen.2015.12.021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.12.021. Acesso em: 11 nov. 2026.

HIPP, Carlos Roberto Souza *et al*. Métodos de irrigação na limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares: revisão de literatura. **Research, Society and Development,** v. 14, n. 6, e8914649067, 2025. DOI: 10.33448/rsd-v14i6.49067. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v14i6.49067. Acesso em: 11 nov. 2026.

JENA, Amit; SAHOO, Sanjit Kumar; GOVIND, Shashirekha. Root canal irrigants: a review of their interactions, benefits, and limitations. **Compendium of Continuing Education in Dentistry,** v. 36, n. 4, p. 256-261, 2015. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25821937/. Acesso em: 11 nov. 2026.

MACEDO, Otavio *et al*. O uso do hipoclorito de sódio (NaOCl) como solução irrigadora para o tratamento endodôntico. **Revista Pró-UniverSUS,** v. 12, n. 2, p. 43-47, 2021. DOI: 10.21727/rpu.v12i2.3003. Disponível em: https://doi.org/10.21727/rpu.v12i2.3003. Acesso em: 11 nov. 2026.

MESQUITA, Karla Beatriz Nogueira de *et al*. Soluções irrigadoras em endodontia: evidências e deficiências. **Research, Society and Development,** v. 12, n. 3, e3112340383, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i3.40383. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v12i3.40383. Acesso em: 11 nov. 2026.

PASSOS, Lenilson Bemvindo de; ROCHA, Débora Barbosa da Silva Santana da; LIMA, Karen Gabrielly Oliveira de Brito; MOTA, Kelly Maria Resende da Silva. A importância das soluções irrigadoras nos sistemas de canais radiculares. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação,** v. 8, n. 9, p. 551-560, 2022. DOI: 10.51891/rease.v8i9.6770. Disponível em: https://doi.org/10.51891/rease.v8i9.6770. Acesso em: 11 nov. 2026.

PRADA, I. *et al*. Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment: a literature review. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry,** v. 11, n. 2, p. e185-e193, 2019. DOI: 10.4317/jced.55560. Disponível em: https://doi.org/10.4317/jced.55560. Acesso em: 11 nov. 2026.

RADUCKA, Martyna *et al*. Narrative review on methods of activating irrigation liquids for root canal treatment. **Applied Sciences,** v. 13, n. 13, 7733, 2023. DOI: 10.3390/app13137733. Disponível em: https://doi.org/10.3390/app13137733. Acesso em: 11 nov. 2026.

REYES-CARMONA, Jessie. Irrigation protocols effects on radicular dentin: cleaning, disinfection and remaining ultrastructure. **Odovtos – International Journal of Dental Sciences,** v. 25, n. 1, p. 14-21, 2023. DOI: 10.15517/ijds.2022.51869. Disponível em: https://doi.org/10.15517/ijds.2022.51869. Acesso em: 11 nov. 2026.

RÔÇAS, Isabela N.; PROVENZANO, José Claudio; NEVES, Mônica A. S.; SIQUEIRA, José F. Disinfecting effects of rotary instrumentation with either 2.5% sodium hypochlorite or 2% chlorhexidine as the main irrigant: a randomized clinical study. **Journal of Endodontics,** v. 42, n. 6, p. 943-947, 2016. DOI: 10.1016/j.joen.2016.03.019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.03.019. Acesso em: 11 nov. 2026.

SILVA, Ana Carolina Pereira da; SILVA, Geórgia Isis Cirina; LINHARES, Helton Diego Dantas. Métodos de ativação de irrigantes em endodontia: uma revisão da literatura. **Research, Society and Development,** v. 12, n. 11, e11121143612, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i11.43612. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v12i11.43612. Acesso em: 11 nov. 2026.

SIQUEIRA JR., José Freitas *et al*. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. **Brazilian Oral Research,** v. 32, supl. 1, 2018a. DOI: 10.1590/1807-3107BOR-2018.vol32.0065. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2018.vol32.0065. Acesso em: 11 nov. 2026.

SIQUEIRA, J. F. *et al*. What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. **International Endodontic Journal,** v. 51, n. 5, p. 501-508, 2018b. DOI: 10.1111/iej.12753. Disponível em: https://doi.org/10.1111/iej.12753. Acesso em: 11 nov. 2026.

TONINI, Riccardo *et al*. Irrigating solutions and activation methods used in clinical endodontics: a systematic review. **Frontiers in Oral Health,** v. 3, 838043, 2022. DOI: 10.3389/froh.2022.838043. Disponível em: https://doi.org/10.3389/froh.2022.838043. Acesso em: 11 nov. 2026.

WALSH, Laurence; GEORGE, Roy. Activation of alkaline irrigation fluids in endodontics. **Materials,** v. 10, n. 10, 1214, 2017. DOI: 10.3390/ma10101214. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ma10101214. Acesso em: 11 nov. 2026.

---

[1] Acadêmica de Odontologia, Centro Universitário Campo Real, Guarapuava, PR, Brasil.

[2] Mestre, docente do Curso de Odontologia, Centro Universitário Campo Real, Guarapuava, PR, Brasil.