

EFETIVIDADE DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE IRRIGAÇÃO E MÉTODOS DE ATIVAÇÃO NA DESINFECÇÃO DE SISTEMAS DE CANAIS RADICULARES COMPLEXOS

**EFFECTIVENESS OF DIFFERENT IRRIGATION PROTOCOLS AND
ACTIVATION METHODS IN THE DISINFECTION OF COMPLEX ROOT CANAL
SYSTEMS**

Ciências da Saúde • 20/08/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/787200594](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/787200594)

Luciana Lucena Mifune

RESUMO

A desinfecção de sistemas de canais radiculares complexos é um dos principais desafios da Endodontia na atualidade, sobretudo porque a instrumentação mecânica não alcança todas as superfícies internas e porque a anatomia irregular favorece a permanência de *debris*, *smear layer* e biofilmes microbianos. Este estudo tem como objetivo sintetizar criticamente as evidências disponíveis sobre o desempenho de soluções irrigadoras e métodos de ativação na limpeza e desinfecção de canais radiculares com anatomia complexa, destacando vantagens, limitações e recomendações clínicas. Metodologicamente, o estudo é de abordagem qualitativa, descritiva e pautada na revisão bibliográfica, com ênfase em estudos publicados nos últimos cinco anos e que abordam a irrigação endodôntica, a ativação ultrassônica, a ativação sônica, a pressão negativa e a terapia fotodinâmica. Constatou-se que o hipoclorito de sódio ainda é a principal solução irrigadora, especialmente quando associado ao EDTA em protocolos finais, enquanto métodos de ativação, como irrigação ultrassônica passiva, irrigação ultrassônica contínua, *EasyClean*, *XP-Endo Finisher* e pressão negativa, ampliam a penetração do irrigante e favorecem maior remoção de biofilme e *smear layer* em áreas de difícil acesso. Concluiu-se que não existe protocolo universalmente ideal para todos os pacientes, mas que a associação entre soluções quimicamente eficazes e métodos de ativação adequados à anatomia do caso promove resultados mais previsíveis na desinfecção intracanal.

Palavras-chave: Ativação de irrigantes; desinfecção intracanal; Endodontia; hipoclorito de sódio; irrigação ultrassônica passiva.

ABSTRACT

The disinfection of complex root canal systems is one of the major challenges in contemporary Endodontics, particularly because

mechanical instrumentation does not reach all internal surfaces and because irregular anatomy favors the persistence of debris, smear layer, and microbial biofilms. This study aims to critically synthesize the available evidence regarding the performance of irrigating solutions and activation methods in the cleaning and disinfection of root canals with complex anatomy, highlighting their advantages, limitations, and clinical recommendations. Methodologically, the study adopts a qualitative and descriptive approach based on a literature review, with emphasis on studies published within the last five years that address endodontic irrigation, ultrasonic activation, sonic activation, negative pressure irrigation, and photodynamic therapy. The findings indicate that sodium hypochlorite remains the main irrigating solution, especially when associated with EDTA in final irrigation protocols, whereas activation methods such as passive ultrasonic irrigation, continuous ultrasonic irrigation, EasyClean, XP-Endo Finisher, and negative pressure irrigation increase irrigant penetration and promote greater removal of biofilm and smear layer from hard-to-reach areas. It was concluded that there is no universally ideal protocol for all patients; however, the combination of chemically effective irrigating solutions with activation methods tailored to the anatomical characteristics of each case provides more predictable results in intracanal disinfection.

Keywords: Irrigant activation; intracanal disinfection; Endodontics; sodium hypochlorite; passive ultrasonic irrigation.

1. INTRODUÇÃO

A Endodontia reconhece que o sucesso do tratamento de canais radiculares depende de uma combinação equilibrada entre preparo mecânico e desinfecção química, uma vez que nenhum instrumento rotatório ou manual alcança a totalidade das

superfícies internas do sistema radicular (Gomes; Aveiro; Kishen, 2023). Tal limitação torna-se ainda mais evidente quando se trata de canais com anatomia irregular, achatada ou com múltiplos istmos, situações em que largas extensões de dentina permanecem intocadas mesmo após instrumentação tecnicamente adequada (Bomfim *et al.*, 2026). Nesse contexto, a irrigação passou a ocupar um papel relevante, ao ser compreendida não como coadjuvante, mas sim como uma determinante para o êxito clínico do tratamento endodôntico.

A temática ganha ainda maior relevância se considerado o fato de que as infecções endodônticas apresentam natureza polimicrobiana e organizam-se, com frequência, em biofilmes aderidos às paredes dentinárias, estrutura que confere maior resistência aos microrganismos frente às soluções irrigadoras convencionais (Bomfim *et al.*, 2026; Silva *et al.*, 2026). Historicamente, o hipoclorito de sódio consolidou-se como referência terapêutica por reunir capacidade de dissolução orgânica e ação antimicrobiana de amplo espectro, sendo empregado desde os primórdios da irrigação química até os protocolos contemporâneos mais sofisticados (Silva *et al.*, 2026). Contudo, sua eficácia ainda se mostra limitada quando a solução não circula adequadamente pelo interior de canais anatomicamente complexos.

Não é demais salientar que, à medida que a compreensão sobre a anatomia interna dos dentes avançou, tornou-se evidente que grande parte das falhas endodônticas decorria não da escolha do irrigante, mas da incapacidade de fazê-lo alcançar reentrâncias, deltas apicais e canais acessórios (Caixeta *et al.*, 2026). Para Hipp *et al.* (2025), esse reconhecimento impulsionou o desenvolvimento de métodos de ativação, concebidos justamente para potencializar a

circulação, a renovação e a penetração das soluções irrigadoras nas regiões inacessíveis à ação mecânica direta. A partir de então, a irrigação ultrassônica passiva, a ativação sônica, a pressão negativa apical e sistemas como *EasyClean* e *XP-Endo Finisher* passaram a integrar discussões cada vez mais frequentes na literatura especializada.

Nesse contexto, o interesse científico por esses recursos intensificou-se, sobretudo, em razão de estudos que demonstraram desempenho superior de métodos ativados em comparação à irrigação convencional com seringa e agulha, tanto na remoção de *smear layer* quanto na redução da carga microbiana em modelos experimentais (Canton *et al.*, 2025; Martinez *et al.*, 2022). Ainda assim, a heterogeneidade metodológica entre os estudos, a diversidade de protocolos testados e as diferenças entre os desfechos avaliados impedem conclusões definitivas sobre a superioridade absoluta de qualquer técnica isolada (Mesquita *et al.*, 2023). Esse quadro de incerteza científica mantém o tema em aberto e justifica novas sínteses críticas sobre o assunto.

Importa salientar, nesse contexto, que as informações disponíveis na literatura permitem perceber uma progressão clara: do reconhecimento da limitação anatômica da instrumentação, passando pela consolidação do hipoclorito de sódio como irrigante essencial, até a busca por métodos de ativação capazes de superar as barreiras físicas impostas pela complexidade radicular (Angelo *et al.*, 2026). Tal percurso, que caminha do geral para o específico, se aproxima de um núcleo problemático comum a praticamente todos os estudos revisados, qual seja, a dificuldade de garantir desinfecção homogênea em sistemas de canais que fogem ao padrão anatômico

simples e previsível (Cachoni *et al.*, 2024; Canton *et al.*, 2025; Hipp *et al.*, 2025), e como se retomará oportunamente.

É nesse contexto que se insere o presente estudo, voltado à análise da desinfecção de sistemas de canais radiculares complexos. Nessas situações clínicas, a instrumentação mecânica apresenta limitações para alcançar todas as superfícies internas do canal, enquanto a anatomia irregular dificulta a penetração e a ação dos irrigantes, favorecendo a permanência de *debris*, *smear layer* e microrganismos. Logo, torna-se relevante examinar os protocolos de irrigação e os métodos de ativação empregados na prática endodôntica, bem como suas contribuições para a limpeza e a desinfecção intracanal (Hipp *et al.*, 2025).

Assim, dar-se-á seguimento aos estudos pautando-se no seguinte problema de pesquisa: em sistemas de canais radiculares complexos, quais protocolos de irrigação e métodos de ativação têm demonstrado maior efetividade na limpeza e na desinfecção intracanal, e quais limitações ainda dificultam a consolidação de um padrão clínico amplamente aceito? Trata-se de um problema de pesquisa delimitado e com aplicabilidade social direta, uma vez que a escolha do protocolo irrigador e do método de ativação influencia decisões clínicas cotidianas relacionadas ao tratamento endodôntico, repercutindo no prognóstico terapêutico e na saúde bucal da população atendida.

Dessa forma, a justificativa para a investigação apoia-se tanto na relevância clínica do tema quanto na constatação de que a literatura mais recente ainda não apresenta consenso definitivo sobre protocolos ótimos para canais complexos, pois, reunir, organizar e interpretar criticamente essas evidências científicas permite oferecer

um panorama atualizado que auxilia profissionais e pesquisadores na tomada de decisão fundamentada, além de apontar lacunas que merecem investigação futura. Por conseguinte, o estudo assume caráter tanto teórico quanto aplicado, na medida em que articula fundamentação científica e utilidade prática.

Desta feita, o estudo tem como objetivo geral sintetizar criticamente as evidências disponíveis sobre o desempenho de soluções irrigadoras e métodos de ativação na limpeza e desinfecção de canais radiculares com anatomia complexa, destacando vantagens, limitações e recomendações clínicas. Para tanto, elencam-se os seguintes objetivos específicos: a) analisar os desafios impostos pela complexidade anatômica à limpeza e à desinfecção dos canais radiculares; b) descrever as propriedades, indicações e limitações das principais soluções irrigadoras utilizadas na Endodontia; d) comparar os métodos de ativação empregados nos protocolos de irrigação, considerando sua efetividade, aplicabilidade clínica e contribuição para a remoção de *debris*, *smear layer* e biofilmes microbianos.

Destarte, para melhor organização, o estudo divide-se em introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados e discussões e, por fim, considerações finais. A fundamentação teórica, por sua vez, estrutura-se em três subtópicos, sendo que o primeiro aborda a complexidade anatômica do sistema de canais radiculares e os desafios relacionados à desinfecção. No segundo, por sua vez, se analisa as propriedades, indicações e limitações das principais soluções irrigadoras. E, o terceiro tópico discute os métodos de ativação da irrigação e sua contribuição para a limpeza de canais radiculares complexos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Complexidade Anatômica do Sistema de Canais Radiculares e Desafios da Desinfecção

O sistema de canais radiculares está longe de representar uma estrutura simples e cilíndrica, como por vezes é idealizado em contextos didáticos introdutórios. Na prática clínica, dentes multirradiculares e mesmo unirradiculares podem apresentar istmos, canais laterais, deltas apicais, reabsorções internas e configurações ovais ou achatadas que tornam o preparo mecânico incapaz de alcançar toda a extensão da parede dentinária (Gomes; Aveiro; Kishen, 2023). Anote-se que essa constatação não é recente, embora tenha sua atenção renovada à medida que estudos de microtomografia computadorizada passaram a evidenciar, com maior precisão, a extensão das áreas não instrumentadas em canais de anatomia irregular (Martinez *et al.*, 2022).

Em canais ovais ou achatados, por exemplo, a região correspondente aos istmos comunicantes entre dois canais principais frequentemente permanece intocada pelos instrumentos rotatórios, ainda que o preparo tenha sido conduzido dentro dos parâmetros técnicos recomendados (Cachoni *et al.*, 2024). Logo, essa característica anatômica cria um ambiente propício à manutenção de tecido pulpar necrótico, restos de dentina desorganizada e microrganismos que colonizam preferencialmente regiões protegidas da ação mecânica direta. Isso se deve ao fato de que a simples limpeza por atrito, portanto, mostra-se insuficiente para eliminar essas reservas biológicas.

Vale ressaltar, nesse contexto, que a *smear layer*, camada residual formada durante a instrumentação, é um significativo fator nesse cenário. Composta por partículas orgânicas e inorgânicas, essa

camada adere às paredes do canal e atua como barreira física que dificulta a penetração de soluções irrigadoras nos túbulos dentinários, além de poder abrigar microrganismos em seu interior (Mesquita *et al.*, 2023). Por conseguinte, a sua remoção depende de agentes quelantes específicos, o que reforça a necessidade de protocolos de irrigação combinados, e não de substâncias isoladas empregadas de maneira genérica.

Outrossim, associado a esses fatores anatômicos, há o problema da organização microbiana em biofilmes, estruturas tridimensionais que conferem proteção físico-química aos microrganismos e ampliam significativamente sua resistência frente a agentes antimicrobianos convencionais (Bomfim *et al.*, 2026). Em canais complexos, a formação de biofilme tende a ocorrer justamente nas regiões de mais difícil acesso, o que cria um ciclo problemático: quanto mais complexa a anatomia, maior a chance de colonização microbiana persistente, e menor a eficácia da irrigação convencional para eliminá-la (Silva *et al.*, 2026).

Some-se a esse contexto a existência de canais acessórios e deltas apicais, estruturas de calibre reduzido que se comunicam com o canal principal, mas que raramente são alcançadas pela instrumentação mecânica (Hipp *et al.*, 2025). Tais estruturas podem funcionar como reservatórios microbianos residuais, contribuindo para insucessos endodônticos mesmo quando o tratamento do canal principal foi conduzido de maneira tecnicamente correta (Vasconcelos Neto *et al.*, 2024). Tal aspecto reforça a importância de mecanismos de irrigação capazes de atingir regiões além do alcance direto dos instrumentos.

Ainda, cumpre destacar que a complexidade anatômica não se manifesta de forma homogênea entre diferentes grupos dentários, sendo mais acentuada em molares inferiores, pré-molares com configurações atípicas e raízes com curvaturas pronunciadas (Cachoni *et al.*, 2024). Para Martinez *et al.* (2022), essa variabilidade impõe desafios adicionais à padronização de protocolos clínicos, pois um mesmo protocolo de irrigação pode apresentar desempenho distinto conforme o grupo dentário avaliado. Para Hipp *et al.* (2025) e Gomes, Aveiro e Kischen (2023), essa limitação e recomenda cautela na generalização de resultados obtidos em modelos experimentais específicos.

Desta feita, a soma desses fatores anatômicos e biológicos explica por que a comunidade científica direcionou esforços consideráveis ao desenvolvimento de métodos de ativação da irrigação, capazes de superar barreiras que a simples deposição passiva do irrigante não consegue vencer (Angelo *et al.*, 2026). Tal constatação é pré-requisito indispensável para a análise crítica das soluções irrigadoras e dos métodos de ativação discutidos nas seções seguintes deste artigo.

2.2. Soluções Irrigadoras: Propriedades, Indicações e Limitações

O hipoclorito de sódio (NaOCl) ainda se apresenta, até o momento, como a solução irrigadora mais amplamente utilizada e estudada na Endodontia, muito em razão de sua capacidade singular de dissolver tecido orgânico, tanto vital quanto necrótico, aliada a uma ação antimicrobiana de amplo espectro (Gomes; Aveiro; Kishen, 2023). Diferentemente de outras soluções, o NaOCl consegue atuar simultaneamente sobre bactérias, fungos e vírus, o que justifica sua

permanência como substância de referência mesmo após décadas de pesquisa em busca de alternativas superiores (Silva *et al.*, 2026).

Apesar de sua eficácia, o desempenho do hipoclorito de sódio está diretamente atrelado a variáveis operacionais, como concentração empregada, volume utilizado, frequência de renovação durante o procedimento e tempo total de contato com as paredes do canal (Mesquita *et al.*, 2023). Em concentrações mais elevadas, observa-se maior capacidade de dissolução tecidual, mas também aumento do potencial de toxicidade e risco de acidentes em caso de extrusão apical. Esse equilíbrio entre eficácia e segurança torna a escolha da concentração ideal um aspecto tecnicamente delicado.

Uma das limitações mais discutidas do hipoclorito de sódio refere-se à sua incapacidade de remover a porção inorgânica da *smear layer*, o que torna indispensável sua associação com agentes quelantes em protocolos de irrigação final (Hipp *et al.*, 2025). Martinez *et al.* (2022) alertam que sem essa complementação, a camada residual permanece aderida às paredes dentinárias, comprometendo tanto a desinfecção quanto a adesão de materiais obturadores utilizados nas etapas subsequentes do tratamento. Logo, esse é um dos motivos pelos quais protocolos baseados exclusivamente em hipoclorito de sódio são considerados incompletos pela literatura contemporânea (Hipp *et al.*, 2025).

O ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) surge, nesse contexto, como complemento indispensável, atuando por meio de ação quelante que remove íons de cálcio da estrutura dentinária, favorecendo a abertura dos túbulos e a remoção da porção inorgânica da *smear layer* (Gomes; Aveiro; Kishen, 2023). Embora não apresente propriedades antimicrobianas comparáveis às do

hipoclorito de sódio, sua utilização em protocolos finais amplia significativamente a penetração de substâncias subsequentes, otimizando a limpeza global do sistema de canais radiculares (Mesquita *et al.*, 2023).

A clorexidina, por sua vez, destaca-se por sua elevada substantividade, ou seja, pela capacidade de permanecer ativa nas paredes dentinárias por período prolongado após sua aplicação, característica que a torna atrativa em situações clínicas específicas (Bomfim *et al.*, 2026). Contudo, sua incapacidade de dissolver tecido orgânico residual representa limitação relevante, especialmente em canais com maior carga de matéria orgânica remanescente. Além disso, sua associação inadequada com o hipoclorito de sódio pode gerar reações químicas indesejadas, o que exige protocolos de irrigação intermediária cuidadosamente planejados.

Não é demais ressaltar que estudos experimentais recentes, como o conduzido em pré-molares inferiores achatados, de autoria de Cachoni *et al.* (2024), demonstraram que a combinação entre NaOCl e clorexidina apresentou desempenho satisfatório na desinfecção intratubular do terço cervical, enquanto o hipoclorito isolado mostrou-se mais eficaz no terço apical, sobretudo quando associado a protocolos finais de irrigação bem definidos. Logo, esse achado reforça a ideia de que a eficácia das soluções irrigadoras não pode ser analisada de maneira genérica, mas deve considerar a região específica do canal radicular avaliada.

Diante desse contexto, estudos como os de Mesquita *et al.* (2023) e Bonfim *et al.* (2026) apontam que nenhuma solução irrigadora, isoladamente, reúne todas as propriedades desejáveis para uma desinfecção completa e segura. Em outras palavras, os autores aqui

mencionados preconizam que a combinação estratégica entre hipoclorito de sódio, EDTA e, em alguns casos, clorexidina, aplicada de forma sequencial e tecnicamente adequada, representa o protocolo mais respaldado cientificamente até o presente momento. Nesse contexto, é mister refletir acerca da necessidade de compreender, na sequência, como os métodos de ativação podem potencializar a ação dessas substâncias no interior de canais anatomicamente complexos.

2.3. Métodos de Ativação da Irrigação e Seu Papel na Desinfecção de Canais Complexos

Os métodos de ativação da irrigação foram desenvolvidos com o propósito específico de superar as limitações da irrigação convencional realizada com seringa e agulha, técnica que, embora amplamente utilizada, apresenta baixa capacidade de promover circulação efetiva do irrigante em regiões anatomicamente complexas (Hipp *et al.*, 2025). A irrigação convencional tende a criar um fenômeno conhecido como *vapor lock*, no qual bolhas de ar aprisionadas no terço apical impedem a renovação adequada da solução, reduzindo sua efetividade justamente na região de maior relevância biológica.

A irrigação ultrassônica passiva (PUI) figura entre os métodos mais estudados e consolidados na literatura, caracterizando-se pela inserção de um instrumento ultrassônico não cortante no interior do canal já preenchido com solução irrigadora, promovendo agitação acústica capaz de intensificar a circulação do líquido sem depender do contato direto entre o instrumento e as paredes dentinárias (caixeta *et al.*, 2026). Estudos indicam que essa técnica amplia significativamente a remoção de *debris*, *smear layer* e biofilme,

sobretudo em istmos e reentrâncias inacessíveis à instrumentação mecânica convencional.

Por sua vez, a irrigação ultrassônica contínua (CUI) diferencia-se da PUI por associar a ativação acústica à instrumentação simultânea do canal, permitindo irrigação constante durante o próprio preparo mecânico (Canton *et al.*, 2025). Embora apresente vantagens relacionadas à economia de tempo clínico, essa técnica também suscita preocupações quanto ao maior risco de desvios anatômicos e ao desgaste excessivo de dentina, o que exige seleção criteriosa de casos e adequada capacitação técnica do operador.

Ademais, sistemas sônicos, como o *EDDY*, operam em frequências distintas das utilizadas pelos aparelhos ultrassônicos, mas compartilham o objetivo de intensificar a agitação da solução irrigadora por meio de vibração controlada da ponta ativa (Canton *et al.*, 2025). Revisões comparativas indicam que, embora apresentem resultados favoráveis na remoção de *debris*, seu desempenho na eliminação de biofilme tende a ser discretamente inferior ao observado com sistemas ultrassônicos, o que não invalida sua utilização, mas reforça a necessidade de seleção adequada conforme o objetivo clínico pretendido.

Já o *sistema EasyClean*, composto por instrumento de níquel-titânio acoplado a motor endodôntico em movimento rotatório contínuo, tem sido descrito como alternativa eficiente para agitação da solução irrigadora, apresentando resultados comparáveis, e em alguns estudos superiores, aos obtidos com irrigação ultrassônica passiva (Hipp *et al.*, 2025). Já o *XP-Endo Finisher*, fabricado em liga de níquel-titânio com memória de forma, expande-se no interior do canal após atingir a temperatura corporal, permitindo contato mais

amplo com as paredes dentinárias mesmo em canais de anatomia irregular (Canton *et al.*, 2025).

Anote-se, ainda, que a pressão negativa apical, exemplificada pelo sistema EndoVac, opera segundo lógica diferente dos métodos anteriormente descritos, promovendo a aspiração do irrigante a partir do terço apical em direção coronária, o que reduz consideravelmente o risco de extrusão de soluções irritantes para além do forame apical (Hipp *et al.*, 2025). Logo, essa característica confere maior margem de segurança ao procedimento, sendo especialmente valorizada em casos de reabsorções apicais ou ápices imaturos, nos quais o controle da pressão hidráulica é relevante nesse contexto.

Não se pode desconsiderar, ainda, a terapia fotodinâmica antimicrobiana como abordagem adjuvante à desinfecção endodôntica. A técnica associa um agente fotossensibilizador a uma fonte de luz específica, produzindo espécies reativas de oxigênio capazes de promover a morte microbiana localizada (Vasconcelos Neto *et al.*, 2024). Embora apresente potencial complementar relevante, sua aplicação ainda enfrenta limitações relacionadas à ausência de padronização dos protocolos, ao tempo de irradiação e à concentração do fotossensibilizador empregado. Tais aspectos dificultam sua recomendação como método isolado para a desinfecção de sistemas de canais radiculares complexos.

Resta claro, diante do exposto, que os métodos de ativação não competem entre si de maneira excludente, mas oferecem vantagens específicas conforme a anatomia do canal, o objetivo clínico da etapa e as limitações de segurança envolvidas (Gomes; Aveiro; Kishen, 2023; Hipp *et al.*, 2025). Dessa forma, a escolha da

técnica deve ocorrer de maneira individualizada, considerando a presença de istmos, canais acessórios, curvaturas acentuadas e o risco de extrusão do irrigante para os tecidos periapicais (Bomfim *et al.*, 2026). A associação criteriosa entre diferentes recursos pode ampliar a circulação das soluções, favorecer a remoção de *debris* e potencializar a desinfecção em áreas inacessíveis à instrumentação convencional.

3. METODOLOGIA

O presente estudo caracterizou-se, metodologicamente, como uma pesquisa qualitativa, cujo objetivo é descritivo e pautado na revisão bibliográfica como técnica de pesquisa, sem a realização de estudo de caso, coleta de dados primários ou intervenção experimental direta. A opção pela abordagem qualitativa fundamentou-se no entendimento de Lakatos e Marconi (2021), para quem esse tipo de investigação permite a interpretação aprofundada de fenômenos a partir da análise crítica de fontes já existentes, sem a necessidade de mensuração estatística característica de delineamentos quantitativos. Logo, essa escolha metodológica mostrou-se compatível com o objetivo de sintetizar criticamente evidências dispersas na literatura endodôntica.

A natureza descritiva da pesquisa, no que tange os objetivos, apoiou-se nas contribuições de Gil (2019), segundo o qual estudos descritivos têm por finalidade observar, registrar e analisar características de determinado fenômeno, sem manipulação de variáveis, mas com preocupação principal na organização e interpretação sistemática dos dados disponíveis. Nesse contexto, o estudo não buscou testar hipóteses por meio de experimentação própria, mas sim descrever, de forma organizada, o estado da arte

referente aos protocolos de irrigação e métodos de ativação empregados em canais radiculares complexos.

Quanto ao procedimento técnico, adotou-se a pesquisa bibliográfica, compreendida por Severino (2018) como modalidade de investigação construída inteiramente a partir de registros disponíveis, decorrentes de pesquisas anteriores, em documentos impressos ou digitais, sem exigir contato direto do pesquisador com fatos ou fenômenos empíricos. Tal modalidade mostrou-se adequada aos propósitos do estudo, uma vez que o objetivo geral foi justamente sintetizar e interpretar criticamente evidências já publicadas, e não em produzir dados originais sobre a efetividade clínica dos protocolos investigados.

O universo da pesquisa foi delimitado por publicações científicas nacionais e internacionais que versassem sobre soluções irrigadoras, protocolos de irrigação final e métodos de ativação empregados na Endodontia contemporânea, com ênfase em estudos voltados à desinfecção de canais radiculares de anatomia complexa. A amostragem, de caráter não probabilístico e intencional, privilegiou artigos publicados entre os anos de 2021 e 2026, contemplando revisões narrativas, revisão sistemática, levantamento transversal e estudo laboratorial de natureza experimental relacionado ao tema investigado.

Os critérios de inclusão contemplaram estudos publicados e disponibilizados em bases e plataformas científicas, tais como *MEDLINE/PubMed*, *SciELO*, Google Acadêmico e periódicos eletrônicos especializados, que abordassem diretamente as soluções irrigadoras, os protocolos de irrigação final e os métodos de ativação aplicados à desinfecção de sistemas de canais radiculares

complexos. Foram selecionados artigos disponíveis na íntegra, publicados nos idiomas português e inglês, com aderência ao objetivo geral e aos objetivos específicos desta pesquisa.

Por sua vez, excluíram-se estudos duplicados, textos incompletos, resumos simples de eventos, produções sem relação direta com a temática e materiais que não apresentassem fundamentação metodológica ou resultados compatíveis com a análise proposta. Também foram desconsiderados relatos de caso, relatos de experiência, estudos pautados exclusivamente em procedimentos clínicos não relacionados à irrigação e publicações que não permitissem a identificação clara de seus objetivos, métodos e conclusões.

Como instrumento de coleta de dados, utilizou-se a leitura seletiva, analítica e interpretativa do material bibliográfico reunido, técnica descrita por Lakatos e Marconi (2021) como etapa fundamental da pesquisa bibliográfica, responsável por permitir a identificação de ideias centrais, argumentos convergentes e divergências relevantes entre os autores consultados. A organização dos dados coletados seguiu eixos temáticos predefinidos, a saber: desafios anatômicos da desinfecção, propriedades das soluções irrigadoras, desempenho comparado dos métodos de ativação e recomendações clínicas evidenciadas pelos autores revisados.

Por fim, a análise e a tabulação interpretativa dos dados ocorreram de forma comparativa e qualitativa, sem uso de tratamento estatístico, conforme orientação de Severino (2018) para pesquisas de natureza bibliográfica voltadas à síntese crítica de literatura especializada. Buscou-se, nessa etapa, reconhecer consensos, apontar divergências metodológicas entre os estudos e discutir os

limites de generalização dos achados, respeitando integralmente o caráter não experimental e não intervencionista que orientou o desenho metodológico adotado nesta investigação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Artigos Selecionados para o Desenvolvimento do Estudo

Esta subseção apresenta a síntese dos estudos selecionados, organizando-os conforme suas aproximações temáticas e contribuições para a compreensão dos protocolos de irrigação e dos métodos de ativação empregados na desinfecção de canais radiculares complexos. A análise reuniu revisões narrativas, revisão sistemática, pesquisa transversal e estudo experimental, permitindo examinar desde as propriedades das soluções irrigadoras até as possibilidades clínicas das tecnologias de ativação.

Inicialmente, os estudos de Gomes, Aveiro e Kishen (2023), Mesquita *et al.* (2023) e Bomfim *et al.* (2026) concentraram-se nas soluções irrigadoras e em suas propriedades químicas, antimicrobianas e biológicas. Os autores se aproximam ao reconhecer o hipoclorito de sódio como substância fundamental da irrigação endodôntica, especialmente por sua capacidade de dissolução tecidual e ação antimicrobiana. Contudo, também evidenciam que nenhuma solução, isoladamente, assegura desinfecção integral do sistema de canais radiculares.

Nessa mesma direção, Gomes, Aveiro e Kishen (2023) e Mesquita *et al.* (2023) destacaram a importância do EDTA para a remoção da porção inorgânica da *smear layer* e da clorexidina como agente antimicrobiano de substantividade relevante. Bomfim *et al.* (2026) acrescentaram que a persistência de biofilmes e microrganismos

resistentes exige a associação entre irrigação, medicação intracanal e estratégias complementares. Assim, os estudos reforçam a necessidade de protocolos sequenciais e tecnicamente planejados.

Por sua vez, a evolução histórica das soluções irrigadoras e das estratégias de ativação foi examinada por Silva *et al.* (2026), que demonstraram a passagem de recursos mais simples para protocolos progressivamente mais sofisticados. Segundo os mencionados autores, o desenvolvimento da Endodontia ocorreu mediante a associação entre aperfeiçoamento químico das soluções e incorporação de recursos tecnológicos capazes de otimizar sua circulação intracanal. Tal perspectiva permite compreender que os protocolos atuais resultam de avanços cumulativos, e não da substituição absoluta de técnicas tradicionais.

De modo análogo, Angelo *et al.* (2026) discutiram a irrigação endodôntica moderna para além da finalidade estritamente antimicrobiana, momento em que ressaltaram que os protocolos atuais devem considerar também o condicionamento do substrato dentinário e a criação de condições favoráveis à obturação do sistema de canais radiculares. Dessa forma, a irrigação passou a ser entendida como etapa integrada à qualidade global do tratamento, envolvendo limpeza, desinfecção e preparo das paredes dentinárias.

Já os trabalhos de Martinez *et al.* (2022), Caixeta *et al.* (2026) e Hipp *et al.* (2025) aproximam-se por discutirem a energização e a ativação das soluções irrigadoras como recursos capazes de superar limitações da irrigação convencional. Martinez *et al.* (2022) verificaram que a agitação das soluções favoreceu melhor limpeza do canal, dos istmos e da *smear layer*. Caixeta *et al.* (2026) também

ênfâtizaram que a irrigação ultrassônica passiva amplia a penetração e a renovação do irrigante em regiões de difícil acesso.

Enquanto isso, Hipp *et al.* (2025) complementaram essa discussão ao comparar diferentes métodos de irrigação e ativação, incluindo PUI, *EasyClean*, *EndoVac* e laser. Os autores concluíram que tais recursos podem potencializar a limpeza e a desinfecção intracanal, especialmente quando associados a soluções irrigadoras adequadas. Entretanto, reconheceram que a escolha da técnica deve respeitar as características anatômicas do canal, a condição clínica apresentada e os limites de segurança do procedimento.

A comparação entre técnicas de irrigação final foi aprofundada por Canton *et al.* (2025), que analisaram irrigação convencional, ativação manual dinâmica, irrigação ultrassônica passiva, irrigação ultrassônica contínua, *EasyClean*, *XP-Endo Finisher* e sistemas sônicos. Os autores supracitados indicaram que métodos como *EasyClean* e *XP-Endo Finisher* apresentam resultados promissores na remoção de resíduos em regiões de difícil alcance. Contudo, ressaltaram que não há um protocolo único capaz de atender, com igual eficiência, todas as configurações anatômicas existentes.

Já o estudo de Cachoni *et al.* (2024) contribuiu de maneira específica para a discussão sobre canais achatados, condição anatômica diretamente relacionada ao objeto desta pesquisa, pois avaliaram a desinfecção intratubular em pré-molares inferiores inoculados com *Enterococcus faecalis*, associando preparo modificado com insertos ultrassônicos e protocolos de irrigação final. Os achados evidenciaram desempenho favorável do hipoclorito de sódio, especialmente no terço apical, reforçando a importância de protocolos adaptados a canais de maior complexidade.

A utilização clínica dos métodos de ativação também foi abordada por Buligon *et al.* (2026), em pesquisa transversal com endodontistas brasileiros. Embora o estudo não tenha mensurado diretamente a redução microbiana, seus resultados demonstraram a inserção progressiva de recursos de ativação na prática profissional. Tal evidência é relevante porque aproxima o debate científico da realidade clínica, indicando que os avanços tecnológicos discutidos nas revisões já influenciam a tomada de decisão de parte dos especialistas.

Por fim, Vasconcelos Neto *et al.* (2024) analisaram a terapia fotodinâmica antimicrobiana como abordagem complementar à desinfecção endodôntica. Os autores identificaram potencial favorável da técnica na redução microbiana, especialmente quando utilizada em associação com protocolos convencionais de irrigação. Todavia, apontaram limitações relacionadas à padronização do fotossensibilizador, ao tempo de irradiação e à diversidade dos protocolos analisados, fatores que impedem sua indicação isolada como método definitivo de desinfecção.

4.2. Desempenho Comparado das Soluções Irrigadoras em Canais Complexos

Os estudos revisados se aproximam ao apontar o hipoclorito de sódio como irrigante principal da terapia endodôntica, principalmente por sua capacidade singular de dissolver tecido orgânico e reduzir amplamente a carga microbiana (Gomes; Aveiro; Kishen, 2023; Silva *et al.*, 2026). Em canais complexos, entretanto, seu desempenho depende menos de suposta superioridade abstrata e mais da forma como é administrado, renovado e ativado no interior do sistema radicular (Martinez *et al.*, 2022). Tal achado reposiciona a

discussão: a solução permanece indispensável, mas não autossuficiente.

Nesse contexto, o EDTA aparece de forma recorrente como complemento indispensável, pois sua ação quelante favorece a remoção da *smear layer* e amplia o acesso aos túbulos dentinários, potencializando a ação subsequente de substâncias antimicrobianas (Gomes; Aveiro; Kishen, 2023; Mesquita *et al.*, 2023). Em razão disso, os protocolos finais mais respaldados na literatura combinam hipoclorito de sódio e EDTA, evitando a falsa oposição entre dissolução orgânica e limpeza inorgânica presente em abordagens mais simplistas (Hipp *et al.* 2025).

Também se percebeu que a clorexidina, embora relevante pela substantividade e pela ação antimicrobiana prolongada, não se mostrou suficiente quando utilizada isoladamente, em razão de sua incapacidade de dissolver tecidos orgânicos remanescentes (Bomfim *et al.*, 2026; Mesquita *et al.*, 2023). Ainda assim, apresentou desempenho relevante em contextos específicos, como evidenciado no estudo experimental de Cachoni *et al.* (2024), sobretudo na desinfecção do terço cervical de canais achatados avaliados.

Observa-se, portanto, que a eficácia das soluções irrigadoras não pode ser interpretada de maneira isolada ou genérica, mas deve ser compreendida a partir da combinação estratégica entre substâncias complementares (Mesquita *et al.*, 2023; Silva *et al.*, 2026). Essa perspectiva integrada representa um dos principais avanços conceituais identificados na literatura revisada, deslocando o debate da busca por uma "solução ideal única" para a construção de protocolos sequenciais tecnicamente justificados.

4.3. Eficácia Comparada dos Métodos de Ativação

A irrigação ultrassônica passiva foi o método mais consistentemente associado à melhora da limpeza intracanal, sobretudo quanto à remoção de debris, smear layer e biofilme em regiões anatomicamente complexas (Caixeta *et al.*, 2026; Hipp *et al.*, 2025). Sua vantagem decorre da agitação acústica e da maior renovação da solução irrigadora, fatores que tornam a ação química mais efetiva em áreas inacessíveis à instrumentação mecânica convencional.

A irrigação ultrassônica contínua e os sistemas sônicos, por sua vez, também demonstraram resultados promissores, especialmente por ampliarem a movimentação do irrigante e favorecerem sua distribuição em diferentes níveis do canal (Canton *et al.*, 2025). Contudo, os estudos revisados nem sempre atribuem superioridade absoluta a um único método, o que sugere que as vantagens observadas dependem fortemente do desenho experimental adotado e dos desfechos analisados em cada pesquisa.

Nesse contexto, o *EasyClean* e *XP-Endo Finisher* foram descritos como alternativas particularmente promissoras nos protocolos finais, apresentando desempenho favorável em revisões narrativas comparativas recentes (Canton *et al.*, 2025; Hipp *et al.*, 2025). A literatura valoriza esses recursos por conciliarem praticidade clínica e potencial de limpeza ampliada, sobretudo em regiões de difícil acesso anatômico, ainda que a escolha entre eles deva considerar o tipo específico de canal tratado.

Os sistemas de pressão negativa, como o *EndoVac*, mostraram relevância especial por conduzirem o irrigante em direção ao ápice

com menor risco de extrusão, agregando componente de segurança ao ganho de limpeza (Hipp *et al.*, 2025). Já a terapia fotodinâmica, embora promissora como recurso adjuvante, apresentou resultados mais heterogêneos, ainda insuficientes para sustentar seu uso isolado na desinfecção de canais radiculares complexos (Vasconcelos Neto *et al.*, 2024).

4.4. Síntese dos Achados

A síntese dos achados permitiu constatar, de maneira consistente, que a desinfecção de canais radiculares complexos continua sendo um desafio principal da Endodontia contemporânea, sobretudo porque a anatomia interna limita o alcance da instrumentação mecânica e dificulta a ação homogênea das soluções irrigadoras. Nesse ponto, Gomes, Aveiro e Kishen (2023) e Silva *et al.* (2026) se aproximam ao demonstrar que a evolução dos protocolos endodônticos decorreu justamente do reconhecimento dessas limitações anatômicas e biológicas.

De forma análoga são as lições de Angelo *et al.* (2026), que ampliam ao sustentarem que a irrigação moderna não deve ser vista apenas como mecanismo de desinfecção, mas também como etapa de condicionamento do substrato dentinário. Por conseguinte, os mencionados autores alteram o enfoque exclusivamente antimicrobiano para uma visão mais ampla, em que a qualidade da irrigação repercute também sobre a adaptação dos materiais obturadores e sobre a previsibilidade do tratamento endodôntico como um todo.

No que se refere às soluções irrigadoras, os estudos de Gomes, Aveiro e Kishen (2023), Mesquita *et al.* (2023) e Bomfim *et al.* (2026)

apresentam notável alinhamento ao reconhecer o hipoclorito de sódio como principal substância do arsenal endodôntico. Isso se explica pela sua capacidade de dissolução tecidual e pela ação antimicrobiana de amplo espectro, características que o mantêm como irrigante de referência mesmo diante do surgimento de novos recursos técnicos e novas abordagens terapêuticas.

Entretanto, a mesma literatura evidencia que o hipoclorito de sódio, embora indispensável, não esgota as exigências da limpeza intracanal. Mesquita *et al.* (2023) e Hipp *et al.* (2025) destacam que sua incapacidade de remover a porção inorgânica da *smear layer* exige associação com agentes quelantes, especialmente o EDTA, o que demonstra que a efetividade clínica depende menos da adoção de uma substância isolada e mais da articulação racional entre soluções com funções complementares.

Nessa linha, Gomes, Aveiro e Kishen (2023) ressaltam que a combinação entre hipoclorito de sódio e EDTA permanece como um dos pilares mais sólidos da irrigação contemporânea, justamente porque integra dissolução orgânica e limpeza da porção mineralizada da *smear layer*. Por sua vez, Bomfim *et al.* (2026) reforçam esse entendimento ao defenderem que a persistência de microrganismos e biofilmes resistentes requer estratégias associadas, nas quais irrigação, medicação intracanal e recursos complementares sejam pensados de forma integrada.

Já a clorexidina surge nos estudos como substância relevante, mas de aplicação mais delimitada. Mesquita *et al.* (2023) e Bomfim *et al.* (2026) reconhecem sua substantividade e ação antimicrobiana, porém assinalam que sua incapacidade de dissolver tecido orgânico impede que seja tratada como substituta plena do hipoclorito de

sódio. Assim, sua utilidade permanece vinculada a contextos específicos e a protocolos em que sua função complementar seja tecnicamente justificada.

Tal entendimento é reforçado pelo estudo experimental de Cachoni *et al.* (2024), que contribui de forma mais concreta para a análise da efetividade das soluções em canais de anatomia complexa. Ao investigarem pré-molares inferiores achatados contaminados por *Enterococcus faecalis*, os autores mostraram que tanto o hipoclorito de sódio quanto a clorexidina apresentaram resultados relevantes, mas em desempenhos distintos conforme o terço do canal avaliado. Tal achado evidencia que a resposta clínica das soluções depende também da região anatômica considerada.

A partir dessa aproximação entre as lições dos mencionados autores, percebe-se que a literatura selecionada afasta a ideia de uma solução irrigadora universalmente suficiente. Gomes, Aveiro e Kishen (2023), Mesquita *et al.* (2023), Bomfim *et al.* (2026) e Cachoni *et al.* (2024) indicam, sob ângulos diversos, que a eficácia desinfetante resulta da combinação entre propriedades químicas, tempo de contato, volume de irrigação, renovação da solução e características anatômicas do caso tratado. Em outras palavras, o êxito terapêutico depende de protocolo, e não somente de produto.

De forma análoga, quando o foco recai sobre os métodos de ativação, o conjunto de estudos também demonstra convergência importante. Martinez *et al.* (2022), Caixeta *et al.* (2026) e Hipp *et al.* (2025) são bastante enfáticos ao apontar que a agitação ou energização da solução irrigadora melhora a circulação intracanal, favorece a remoção de debris e smear layer e amplia a atuação química em áreas de difícil alcance. Logo, essa constatação sustenta

a ideia de que a irrigação convencional, embora necessária, mostra-se insuficiente diante de canais anatomicamente complexos.

Entre esses métodos, a irrigação ultrassônica passiva ocupa posição de destaque. Caixeta *et al.* (2026) descrevem a técnica como recurso relevante para intensificar a penetração e a renovação da solução irrigadora, enquanto Hipp *et al.* (2025) a apresentam como uma das abordagens mais valorizadas na literatura recente. Martinez *et al.* (2022), embora trabalhem com o conceito mais amplo de energização da solução, também corroboram a ideia de que métodos ativados promovem desempenho superior ao da irrigação convencional.

Enquanto isso, a análise comparativa de Canton *et al.* (2025) aprofunda essa discussão ao demonstrar que diferentes métodos de ativação podem oferecer ganhos expressivos, mas sem permitir a consagração de um protocolo absoluto. Ao incluírem PUI, CUI, *EasyClean*, *XP-Endo Finisher*, ativação manual dinâmica e irrigação sônica, os autores mostram que a superioridade de um método depende do parâmetro observado, da anatomia estudada e do desenho metodológico empregado. Desse modo, a literatura favorece uma leitura prudente, mais inclinada à adequação clínica do que à hierarquização rígida entre técnicas.

Hipp *et al.* (2025) complementam ao apontar que, além dos sistemas ultrassônicos, recursos como *EndoVac* e laser, evidenciando que a escolha do método precisa considerar também fatores de segurança. Esse aspecto é especialmente importante em situações nas quais há maior risco de extrusão apical da solução irrigadora, o que confere destaque aos sistemas de pressão negativa. Assim, a

efetividade desinfetante não pode ser analisada de modo dissociado da segurança operatória e das condições anatômicas do caso.

Nesse mesmo sentido, Angelo *et al.* (2026) ajudam a compreender que a sofisticação dos métodos de ativação não deve ser entendida apenas como avanço tecnológico, mas como tentativa de responder a demandas clínicas cada vez mais complexas. Ao articularem desinfecção e condicionamento dentinário, os autores demonstram que a ativação das soluções não busca somente “limpar mais”, mas também criar um ambiente biológico e estruturalmente mais favorável à conclusão do tratamento. Essa abordagem amplia o alcance clínico da discussão.

Já a perspectiva histórica apresentada por Silva *et al.* (2026) também corrobora para a síntese dos achados, pois evidencia que a Endodontia evoluiu justamente por reconhecer a insuficiência de métodos simplificados diante da complexidade do sistema de canais. A transição de soluções mais rudimentares para protocolos quimicamente mais elaborados, associada à incorporação de métodos sônicos, ultrassônicos e de pressão negativa, confirma que o desenvolvimento da área ocorreu em resposta a desafios clínicos persistentes e não resolvidos de maneira definitiva.

De forma similar, a pesquisa transversal conduzida por Buligon *et al.* (2026) acrescenta elemento importante a essa discussão ao demonstrar que os avanços descritos pela literatura já se refletem, ao menos em parte, na prática dos endodontistas brasileiros. Ainda que o estudo não avalie diretamente a eficácia microbiológica dos métodos utilizados, ele evidencia uma tendência de incorporação crescente de tecnologias de ativação no cotidiano profissional. Esse dado é significativo porque indica que a produção científica não

permanece restrita ao plano teórico, mas influencia condutas clínicas reais.

Por outro lado, a síntese dos estudos também mostrou que a literatura mantém cautela quanto à adoção irrefletida de recursos adjuvantes. Vasconcelos Neto *et al.* (2024), ao revisarem o uso da terapia fotodinâmica antimicrobiana, reconhecem o potencial complementar da técnica, mas salientam limitações relacionadas à padronização dos protocolos, ao tempo de irradiação e à concentração do fotossensibilizador. Dessa forma, embora a terapia fotodinâmica se apresente como recurso promissor, seu uso ainda não encontra respaldo suficiente para substituição dos métodos consagrados.

Não é demais ressaltar que essa prudência, aliás, atravessa praticamente todos os estudos analisados. Nenhum dos autores revisados sustenta a existência de um protocolo universalmente superior para todos os tipos de canais, todos os microrganismos e todas as situações clínicas. Canton *et al.* (2025), Hipp *et al.* (2025), Caixeta *et al.* (2026) e Angelo *et al.* (2026) se alinham ao defender que a escolha do protocolo deve considerar a anatomia do canal, a finalidade clínica da etapa, o tipo de irrigante utilizado e os limites operatórios envolvidos em cada caso.

A partir desse cenário, pode-se afirmar que a principal contribuição da literatura selecionada reside na consolidação de uma visão integrada da desinfecção endodôntica. Em vez de buscar uma técnica isolada ou uma substância milagrosa, os estudos apontam para a construção de protocolos articulados, nos quais solução irrigadora, agente quelante, método de ativação e conhecimento anatômico operam de forma interdependente. Tal conclusão é

sustentada, com diferentes ênfases, por Gomes, Aveiro e Kishen (2023), Bomfim *et al.* (2026), Hipp *et al.* (2025) e Angelo *et al.* (2026).

Também se observou que os estudos mais recentes tendem a valorizar a personalização clínica dos protocolos. Cachoni *et al.* (2024) demonstram que a resposta dos irrigantes varia conforme a região do canal; Canton *et al.* (2025) mostram que os métodos de ativação apresentam vantagens específicas; e Buligon *et al.* (2026) apontam que a prática profissional já começa a incorporar essa lógica seletiva. Isso significa que a Endodontia contemporânea se afasta de soluções padronizadas e aproxima-se de decisões clínicas mais individualizadas e tecnicamente fundamentadas.

Resta claro, do aqui exposto, que a efetividade da desinfecção em canais radiculares complexos clama a associação entre soluções irrigadoras adequadas e métodos de ativação compatíveis com a anatomia do sistema tratado, pois, mais do que indicar um protocolo único, os estudos selecionados apontam para a necessidade de escolha crítica, racional e contextualizada, o que representa, ao mesmo tempo, a principal evidência e a principal recomendação clínica decorrente desta revisão.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscou-se, ao longo deste estudo, sintetizar criticamente as evidências disponíveis sobre a efetividade de diferentes protocolos de irrigação e métodos de ativação na desinfecção de sistemas de canais radiculares complexos. A análise desenvolvida demonstrou que a complexidade anatômica representou obstáculo decisivo à ação isolada da instrumentação e da irrigação convencional,

confirmando a necessidade de estratégias complementares para ampliar a limpeza e a desinfecção intracanal.

Verificou-se que o objetivo geral foi atingido, pois foi possível reunir e interpretar as evidências centrais acerca do desempenho das principais soluções irrigadoras e dos métodos de ativação descritos na literatura recente. Os estudos analisados indicaram que o hipoclorito de sódio manteve posição de destaque como irrigante principal, especialmente quando associado ao EDTA, enquanto os recursos de ativação contribuíram para maior penetração do irrigante e melhor remoção de debris, smear layer e biofilme em canais de anatomia complexa.

Observou-se, ainda, que a irrigação ultrassônica passiva figurou entre os métodos mais consistentemente valorizados pela literatura, embora outras estratégias, como irrigação ultrassônica contínua, ativação sônica, *EasyClean*, *XP-Endo Finisher* e pressão negativa, também tenham apresentado resultados promissores. Em contrapartida, não se identificou protocolo universalmente superior em todos os contextos clínicos, o que evidenciou a necessidade de seleção individualizada conforme a morfologia do canal e os objetivos operatórios de cada etapa do tratamento.

Percebeu-se, nesse contexto, que a desinfecção efetiva de canais radiculares complexos dependeu da associação racional entre solução irrigadora, agente quelante e método de ativação, e não da adoção isolada de qualquer recurso técnico. Tal resultado respondeu à questão inicialmente proposta ao indicar que os melhores desfechos ocorreram quando os protocolos foram pensados de forma integrada e ajustados às limitações anatômicas do sistema de canais.

Do ponto de vista teórico, o estudo contribuiu ao reunir produções recentes e ao evidenciar tendências de convergência na literatura endodôntica. No plano prático, os achados reforçaram a importância de protocolos clínicos mais criteriosos, capazes de conciliar eficácia antimicrobiana, segurança operatória e adequação anatômica, oferecendo subsídios úteis à tomada de decisão clínica fundamentada em evidências.

Cumprir reconhecer, contudo, que esta investigação apresentou limitações inerentes ao delineamento bibliográfico, sobretudo pela dependência da qualidade metodológica dos estudos consultados e pela heterogeneidade entre os protocolos analisados. Além disso, a ausência de coleta empírica própria impediu controle direto sobre variáveis experimentais e desfechos clínicos, restringindo a análise ao que já havia sido publicado sobre o tema.

Diante disso, recomenda-se que futuras pesquisas aprofundem a comparação entre métodos de ativação em condições clínicas padronizadas, com maior uniformidade de parâmetros e atenção especial a canais de morfologia complexa. Também se mostra pertinente o desenvolvimento de estudos capazes de integrar avaliação microbiológica, limpeza intratubular e impacto clínico de longo prazo, para que a literatura avance de forma mais consistente na consolidação de protocolos cada vez mais previsíveis.

Por fim, concluiu-se que este estudo cumpriu sua proposta de sintetizar criticamente as evidências disponíveis sobre soluções irrigadoras e métodos de ativação, respondendo à pergunta que orientou a pesquisa e reafirmando que a excelência clínica em Endodontia clama sobretudo a combinação inteligente entre química, tecnologia e conhecimento anatômico aprofundado, não

existindo um único protocolo que atenda a todas situações, sendo mister não generalizar resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGELO, Aliberti *et al.* Modern Endodontic Irrigation and Activation: From Disinfection to Dentin Substrate Conditioning - A Narrative Review. **Applied Sciences**, v. 16, n. 10, p. 4593, 2026. Disponível em: <https://search.proquest.com/openview/06a62cf84ccb4d965d3fac5e1cc21bc1/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2032433>. Acesso em: 29 jul. 2026.

BOMFIM, Lorena Prates *et al.* Estratégias endodônticas utilizadas na desinfecção dos canais radiculares. **Revista Tópicos**, v. 4, n. 33, p. 1-16, 2026. Disponível em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/estrategias-endodonticas-utilizadas-na-desinfeccao-dos-canais-radicares>. Acesso em: 29 jul. 2026.

BULIGON, Mônica Pagliarini *et al.* Current trends in irrigant activation techniques among Brazilian endodontists: a cross-sectional survey. **Brazilian Journal of Oral Sciences**, v. 25, p. e269686, 2026. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjos/a/bHR3wxbDzbhhG6V8Rh63pVM/?lang=en>. Acesso em: 29 jul. 2026.

CACHONI, Anna Clara *et al.* Preparo de canais achatados com insertos ultrassônicos e protocolos de irrigação final são eficazes na desinfecção intratubular? **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 52, n. Especial, p. 0-0, 2024. Disponível em: <https://revodontolunesp.com.br/article/65ef4e4da953954e642d53b3>. Acesso em: 29 jul. 2026.

CAIXETA, Isadora Pacheco *et al.* Irrigação Ultrassônica Passiva E Sua Relevância Na Descontaminação De Canais Radiculares. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 8, n. 6, p. 848-875, 2026. Disponível em: <https://bjih.emnuvens.com.br/bjih/article/view/7545>. Acesso em: 29 jul. 2026.

CANTON, Felipe Vargas de *et al.* Protocolos de irrigação final em endodontia: Uma revisão narrativa. **Research, Society and Development**, v. 14, n. 5, p. e7614548837-e7614548837, 2025. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/48837>. Acesso em: 29 jul. 2026.

CANTON, Felipe Vargas *et al.* Protocolos de irrigação final em endodontia: Uma revisão narrativa. **Research, Society and Development**, v. 14, n. 5, p. e7614548837-e7614548837, 2025. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/48837>. Acesso em: 29 jul. 2026.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOMES, Brenda PFA; AVEIRO, Emelly; KISHEN, Anil. Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics. **Brazilian Dental Journal**, v. 34, p. 1-33, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bdj/a/xg835S3btBPdnS3BgCSTHzD/?format=html&lang=en>. 29 jul. 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, p. e8914649067-

e8914649067, 2025. Disponível em:
<https://rsdjournal.org/rsd/article/view/49067>. Acesso em: 29 jul. 2026.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MARTINEZ, Andressa Loana *et al.* Energização de solução irrigadora como complemento na limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p. e375111335745-e375111335745, 2022. Disponível em:
<https://rsdjournal.org/rsd/article/view/35745>. Acesso em: 29 jul. 2026.

MESQUITA, Karla Beatriz Nogueira *et al.* Soluções Irrigadoras em Endodontia: evidências e deficiências. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 3, p. e3112340383-e3112340383, 2023. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/40383>. Acesso em: 29 jul. 2026.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2016.

SILVA, Daniel Ortega Oliveira da *et al.* Evolução histórica das soluções irrigadoras e métodos de ativação na endodontia. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 12, n. 7, p. 1-12, 2026. Disponível em:
<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/28676>. Acesso em: 29 jul. 2026.

VASCONCELOS NETO, Francisco Linhares de *et al.* O uso da terapia fotodinâmica na endodontia: uma revisão sistemática da literatura. **Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, v. 25, n. 1, 2024. Disponível em:

<https://essentia.uvanet.br/index.php/ESSENTIA/article/view/519>.

Acesso em: 29 jul. 2026.