www.revistaft.com.br

Revista FT | ISSN 1678-0817 | v. 30, n. 164, 2026 | DOI: 10.69849/7j6hcm54

Evolução e aplicabilidade do hidróxido de cálcio como medicação intracanal na endodontia: revisão de literatura

Evolution and applicability of calcium hydroxide as intracanal medication in endodontics: a literature review

Matheus Frattezi Santos[1]

RESUMO

As infecções intrarradiculares persistem como o principal desafio no tratamento endodôntico, demandando o emprego de medicações intracanais como adjuvantes ao preparo químico-mecânico para a completa desinfecção do sistema. Entre essas medicações, o hidróxido de cálcio se destaca como o padrão-ouro. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão da literatura para analisar a aplicabilidade e evolução do hidróxido de carbono utilizado como medicação intracanal utilizados na Endodontia, além de compará-lo com outras medicações. A pesquisa foi conduzida nas bases de dados PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), com a inclusão de artigos publicados entre 2020 e 2025. Foram utilizados os descritores MeSH/DeCS "Endodontia", "Hidróxido de Cálcio" e "Tratamento do Canal Radicular", combinados pelo operador booleano "AND", com foco em estudos que abordassem a ação antimicrobiana dessas substâncias. O hidróxido de cálcio (Ca(OH)2), embora seja o medicamento de primeira escolha devido às suas amplas propriedades benéficas e antimicrobianas, demonstrou eficácia limitada quando utilizado isoladamente contra microrganismos resistentes, notavelmente o *Enterococcus faecalis*. Conclui-se que o sucesso na eliminação da infecção perirradicular exige a integração entre recursos tradicionais, frequentemente potencializados por meio de associações e veículos, e a exploração de novas formulações, como nanopartículas, biocerâmicos e compostos naturais, representando o caminho promissor para aumentar a previsibilidade clínica na Endodontia.

Palavras-chave: Endodontia. Hidróxido de Cálcio. Tratamento do Canal Radicular.

ABSTRACT

Intraradicular infections remain the main challenge in endodontic treatment, requiring the use of intracanal medications as adjuncts to chemomechanical preparation for complete disinfection of the root canal system. Among these medications, calcium hydroxide stands out as the gold standard. Accordingly, the aim of this study was to carry out a literature review to analyze the applicability and evolution of calcium hydroxide used as an intracanal medication in Endodontics, and to compare it with other medications. The search was conducted in the PubMed and Virtual Health Library (BVS) databases, including articles published between 2020 and 2025. The MeSH/DeCS descriptors "Endodontics", "Calcium Hydroxide" and "Root Canal Therapy" were used, combined with the Boolean operator "AND", focusing on studies that addressed the antimicrobial action of these substances. Calcium hydroxide (Ca(OH)2), although it is the first-choice medication owing to its broad beneficial and

[1] Bacharel em Odontologia. Especialista em Endodontia pela FAIPE. E-mail: frattezii@icloud.com.

antimicrobial properties, showed limited efficacy when used alone against resistant microorganisms, notably *Enterococcus faecalis*. It is concluded that success in eliminating periradicular infection requires integrating traditional resources, often enhanced through associations and vehicles, with the exploration of new formulations, such as nanoparticles, bioceramics and natural compounds, which represent the promising path toward greater clinical predictability in Endodontics.

Keywords: Endodontics. Calcium Hydroxide. Root Canal Therapy.

1 INTRODUÇÃO

A erradicação da infecção intrarradicular é um dos pilares fundamentais para o sucesso clínico da terapia endodôntica. Ainda que o preparo químico-mecânico dos canais seja considerado eficiente na redução da carga microbiana, ele raramente é suficiente para promover a completa eliminação dos microrganismos que habitam as ramificações apicais e túbulos dentinários profundos. Esse cenário complexifica a previsibilidade do tratamento e torna as medicações intracanais indispensáveis como recurso complementar, especialmente nos casos de necrose pulpar e infecção periapical estabelecida (Araújo *et al.*, 2023).

Entre os fármacos mais amplamente utilizados no interior dos canais radiculares, o hidróxido de cálcio (Ca(OH)2) tem sido, há décadas, o agente de eleição, principalmente por sua capacidade de elevar o pH local, neutralizar endotoxinas e inibir a proliferação bacteriana. Contudo, sua efetividade não é universal e sofre reduções significativas quando empregado isoladamente, sobretudo frente a espécies como *Enterococcus faecalis* e *Candida albicans*, reconhecidamente resistentes a ambientes alcalinos prolongados (Santos *et al.*, 2021). A fragilidade dessa monoterapia estimulou o desenvolvimento de associações medicamentosas que pudessem ampliar sua eficácia.

Pesquisas recentes indicam que a associação do Ca(OH)2 com veículos como propilenoglicol, clorexidina ou paramonoclorofenol canforado (PMCC) tem potencializado sua ação antimicrobiana e permitido melhor penetração nos túbulos dentinários. Formulações combinadas, especialmente aquelas que envolvem a clorexidina a 2% ou mesmo concentrações menores em gel, mostraram desempenho superior na inibição de bactérias gram-positivas e anaeróbias estritas, ampliando as possibilidades terapêuticas mesmo em casos de reinfecção (Coutinho *et al.*, 2022).

Diante da crescente preocupação com efeitos adversos e resistência bacteriana, também têm ganhado espaço na literatura científica os compostos naturais e fitoterápicos, como extratos vegetais, *aloe vera*, própolis e, mais recentemente, o extrato de *Pentaclethra macroloba*. Além de apresentarem efeito antimicrobiano em diferentes contextos, essas

substâncias oferecem vantagens biológicas consideráveis, como baixa toxicidade, alta biocompatibilidade e menor potencial alergênico. As evidências acumuladas indicam seu papel promissor como medicação intracanal, principalmente quando associadas a veículos poliméricos com liberação sustentada (Gioster-Ramos *et al.*, 2023).

A busca por controle microbiológico também envolveu alternativas farmacológicas com ação anti-inflamatória e capacidade de modulação da resposta imunológica. O uso de corticosteroides, como a dexametasona, tem sido avaliado em protocolos clínicos como coadjuvante na redução da dor pós-operatória. Resultados recentes sugerem que a administração pré-operatória ou intracanal desse fármaco pode minimizar os sintomas iniciais do tratamento, especialmente nas primeiras 24 horas, intervalo em que a maioria dos pacientes relata desconforto significativo (Cruz *et al.*, 2022).

O estudo de Lorena *et al.* (2021) evidencia que a seleção da medicação intracanal não pode ser conduzida de maneira arbitrária, mas deve levar em conta vantagens, limitações e especificidades clínicas. A revisão apresentada pelos autores contempla tanto ensaios *in vivo* quanto *in vitro*, nos quais diferentes substâncias – como Ca(OH)2, pastas antibióticas e própolis – foram testadas em biofilmes bacterianos, permitindo mapear em quais situações clínicas cada composto mostrou maior eficácia.

Considerando o conjunto de formulações existentes, a diversidade de microrganismos envolvidos nas infecções endodônticas e as variáveis clínicas que interferem na resposta ao tratamento, é fundamental que a escolha da medicação intracanal seja pautada em evidências robustas e atualizadas. Esta revisão propôs-se a analisar criticamente os principais agentes empregados na prática clínica endodôntica como medicação intracanal, com ênfase nos seus efeitos antimicrobianos, mecanismos de ação e limitações observadas na literatura científica recente (Alshargawi *et al.*, 2025).

Diante deste cenário, a presente revisão de literatura se justifica pela necessidade de analisar e confrontar a eficácia antimicrobiana das medicações intracanais tradicionais, como o Ca(OH)2 associado a veículos ativos ou derivados fenólicos (PMCC) (Coutinho *et al.*, 2022; Viana *et al.*, 2021), com as alternativas emergentes, como as nanopartículas, as pastas antibióticas e os biocerâmicos (Bukhari *et al.*, 2024; Zakaria *et al.*, 2024). A compilação e análise crítica dessas evidências científicas fornecerão aos clínicos um panorama atualizado sobre as estratégias mais promissoras para a desinfecção, contribuindo diretamente para o aumento da previsibilidade e do sucesso dos tratamentos endodônticos.

Esse artigo tem como objetivo analisar a eficácia antimicrobiana das medicações intracanais tradicionais e emergentes utilizadas na Endodontia, com enfoque especial para a

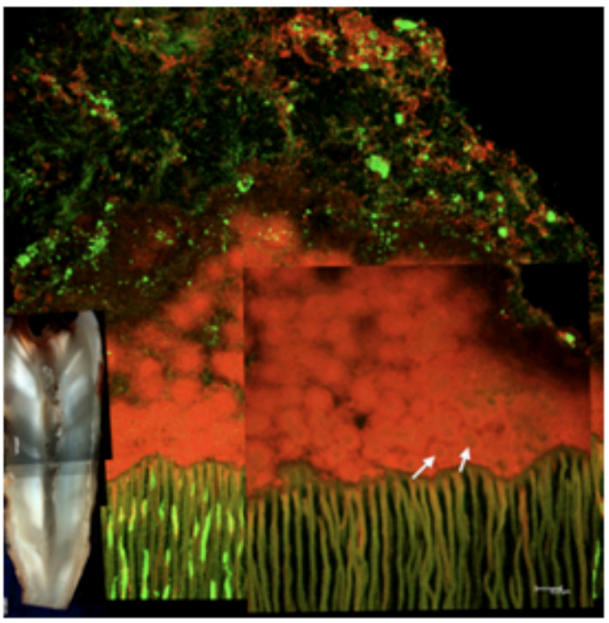
aplicabilidade e evolução do hidróxido de cálcio, considerando seus mecanismos de ação, formulações e aplicabilidade no controle das infecções intrarradiculares persistentes.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 MECANISMOS ANTIMICROBIANOS DAS MEDICAÇÕES INTRACANAIS TRADICIONAIS

O uso de medicações intracanais representa uma etapa decisiva no controle da microbiota presente nos canais radiculares, sobretudo em casos de necrose pulpar e lesões periapicais crônicas. Embora o preparo químico-mecânico remova uma parte significativa da carga microbiana, é sabido que microrganismos como *E. faecalis* e *Candida albicans* conseguem persistir nas áreas de difícil acesso anatômico, exigindo a aplicação de substâncias que atuem de forma prolongada entre as sessões clínicas (Araújo *et al.*, 2023). A complexidade dessa persistência é visualizada na Figura 1, que ilustra a arquitetura típica do biofilme.

Figura 1 – Imagem de microscopia confocal de varredura a laser mostrando uma arquitetura típica de biofilme encontrada em um dente unirradicular diagnosticado com necrose pulpar.



Fonte: Ordinola-Zapata *et al.* (2022).

O Ca(OH)2 permanece como uma das medicações mais utilizadas na prática endodôntica, principalmente por sua ação alcalina intensa. A liberação de íons hidroxila eleva o pH intracanal para valores superiores a 12, o que provoca desnaturação de proteínas

bacterianas, degradação de componentes da membrana celular e inibição enzimática, conduzindo à morte celular por ruptura do equilíbrio osmótico (Santos *et al.*, 2021). Apesar disso, os efeitos clínicos dessa alcalinidade nem sempre se traduzem em erradicação microbiana completa.

Dentre os microrganismos mais estudados pela sua resistência ao pH elevado está o *E. faecalis*, cuja fisiologia permite manter a integridade citoplasmática mesmo em ambientes hostis. Esse microrganismo apresenta canais de prótons e mecanismos de regulação interna que neutralizam a ação dos íons hidroxila, tornando o ambiente intracanal alcalino menos eficaz contra ele. Essa resistência é um dos fatores que justificam as recorrências clínicas mesmo em tratamentos conduzidos com rigor (Damascena *et al.*, 2024).

O estudo conduzido por Lorena *et al.* (2021) reforça a necessidade de se considerar a resposta diferenciada de cada microrganismo frente às medicações intracanais. Em uma revisão que abrangeu tanto modelos *in vitro* quanto *in vivo*, os autores observaram que o *E. faecalis* manteve viabilidade mesmo após longos períodos de exposição ao Ca(OH)2, ao passo que outras bactérias apresentaram maior suscetibilidade. Essa evidência narrativa revela que a resistência de espécies específicas não pode ser ignorada e explica, em parte, as recorrências clínicas em casos tratados de maneira convencional.

A eficácia do Ca(OH)2 está fortemente condicionada ao tipo de veículo com o qual é manipulado. Quando associado a substâncias hidrossolúveis, como água destilada ou soro fisiológico, sua liberação iônica é imediata, mas pouco duradoura. Já em veículos como propilenoglicol, a liberação se torna mais sustentada, o que favorece maior penetração nos túbulos dentinários e manutenção da ação antimicrobiana por um período mais prolongado (Viana *et al.*, 2021). A escolha do veículo, portanto, não é meramente técnica, mas interfere diretamente no desempenho da medicação.

Além do tipo de veículo, o tempo de exposição da medicação ao ambiente intracanal é fator determinante para sua ação antimicrobiana. Zakaria *et al.* (2024), ao analisarem a eficácia de diferentes medicações sobre biofilmes multiespécies, destacaram que a permanência do Ca(OH)2 por sete dias produziu efeito bactericida limitado quando comparado a pastas contendo antibióticos como metronidazol e ciprofloxacina. Isso indica que, isoladamente, o Ca(OH)2 pode não alcançar eficácia satisfatória frente a infecções radiculares complexas.

Outros autores observaram que, além da atividade antibacteriana, a preservação da estrutura dentinária também deve ser considerada. Parashar *et al.* (2020), ao avaliarem a microdureza da dentina após contato com diferentes medicações, identificaram que o

Ca(OH)2, quando mantido por mais de três semanas, provocou significativa redução da resistência dentinária. Em contrapartida, o uso de *aloe vera* (babosa), um produto natural promissor e biocompatível (Alshargawi *et al.*, 2025), demonstrou menor impacto estrutural na microdureza da dentina quando comparado à pasta antibiótica tripla modificada (MTAP) e ao Ca(OH)2, embora sua eficácia antimicrobiana não tenha sido avaliada neste contexto (Parashar *et al.*, 2020).

A contribuição de Lorena *et al.* (2021) é relevante por incluir drogas testadas em protocolos de regeneração endodôntica, um campo em que a seleção do medicamento deve equilibrar eficácia antimicrobiana e biocompatibilidade. Os autores destacam que os efeitos residuais variam entre os compostos, sendo que algumas substâncias apresentam ação antimicrobiana persistente, enquanto outras se mostram efetivas apenas no contato imediato com o biofilme.

O trabalho de Rêgo *et al.* (2024) avaliou de forma exclusiva a eficácia de cinco medicações intracanais contra *Candida albicans* e *E. faecalis* em dentes decíduos unirradiculados. O estudo *in vitro* mostrou que todas as substâncias, com exceção do paramonoclorofenol canforado, reduziram significativamente os níveis de *C. albicans*. Esse dado evidencia que alternativas como Ca(OH)2, clorexidina e iodofórmio possuem potencial efetivo diante de infecções fúngicas associadas ao insucesso endodôntico.

Alshargawi *et al.* (2025) defendem que o futuro das medicações intracanais reside na personalização terapêutica que una as propriedades benéficas do Ca(OH)2 a substâncias inovadoras com maior abrangência antimicrobiana e controle biológico. A revisão da literatura reforça que, embora ainda relevante, o Ca(OH)2 não deve ser compreendido como solução única, mas como parte de um arsenal terapêutico que exige avaliação crítica e constante atualização profissional.

2.2 NOVAS FORMULAÇÕES E TERAPIAS ALTERNATIVAS NO COMBATE ÀS INFECÇÕES ENDODÔNTICAS

O desenvolvimento de novos agentes antimicrobianos e de sistemas de liberação diferenciados reflete a necessidade de alcançar microrganismos resistentes e biofilmes complexos, que frequentemente estão implicados na falha do tratamento endodôntico (Alshargawi *et al.*, 2025).

Nesse contexto, os estudos sobre nanopartículas despontam como um dos campos mais promissores, sobretudo por sua capacidade de penetrar nos túbulos dentinários e atuar em regiões de difícil acesso. Ao serem associadas a pastas convencionais, como as de

Ca(OH)2, essas formulações potencializam a ação bactericida e ampliam o espectro antimicrobiano, particularmente contra *E. faecalis*, microrganismo reconhecido como um dos mais resistentes em infecções persistentes (Bukhari *et al.*, 2024).

As formulações contendo nanopartículas metálicas, como a prata, têm sido alvo de revisões sistemáticas que demonstram efeitos consistentes em estudos *in vitro*, mas ainda resultados contraditórios em ensaios clínicos. A metanálise conduzida por García *et al.* (2025) evidenciou que géis suplementados com nanopartículas exibem eficácia significativa em ambientes laboratoriais, mas os ensaios clínicos não confirmaram, até o momento, a mesma magnitude de benefício, reforçando a necessidade de padronização metodológica.

Outras alternativas relevantes incluem os medicamentos biocerâmicos, como o Bio-C Temp, que têm sido comparados diretamente ao Ca(OH)2 em termos de pH e atividade antimicrobiana. Apesar de apresentarem resultados semelhantes em algumas condições, estudos como o de Viana *et al.* (2021) mostraram que, frente ao *E. faecalis*, a associação do Ca(OH)2 a veículos como o propilenoglicol ainda proporciona maior eficácia antimicrobiana do que os biocerâmicos isolados.

A análise de Lorena *et al.* (2021) também demonstrou que associações medicamentosas apresentam resultados superiores ao Ca(OH)2 isolado em biofilmes multiespécies. Esses achados, provenientes de revisões sistemáticas, evidenciam que terapias combinadas não apenas ampliam o espectro antimicrobiano, mas também aumentam a previsibilidade clínica em cenários de infecção complexa.

Um aspecto interessante é a discussão sobre os riscos associados a essas novas formulações. Enquanto nanopartículas metálicas suscitam questionamentos quanto à toxicidade tecidual e à possibilidade de bioacumulação, compostos biocerâmicos e hidrogéis naturais oferecem maior biocompatibilidade, o que poderia favorecer sua incorporação clínica a longo prazo (Alshargawi *et al.*, 2025).

Dentro das terapias de base natural, os extratos vegetais vêm sendo estudados como agentes antimicrobianos intracanais. Braga *et al.* (2022) relataram que hidrogéis de poli (N-vinilcaprolactama) contendo flavonoides, como a ampelopsina, exibem ação expressiva contra biofilmes multiespécies, ao mesmo tempo em que apresentam baixa citotoxicidade em fibroblastos. Esses achados sinalizam um caminho de inovação que alia eficácia antimicrobiana à segurança biológica.

Em relação ao *E. faecalis*, reconhecido como um dos principais responsáveis pelas infecções persistentes, Rêgo *et al.* (2024) observaram que apenas a clorexidina a 2% e a pasta de iodofórmio foram eficazes na redução significativa da carga bacteriana. Esses resultados

colocam em perspectiva a limitação de outras medicações testadas e confirmam a importância de buscar alternativas além do Ca(OH)2 em casos refratários.

Adicionalmente, compostos naturais como *aloe vera* têm sido investigados não apenas pelo seu efeito antimicrobiano, mas também pela preservação das propriedades físicas da dentina radicular. Parashar *et al.* (2020) observaram que o uso dessa substância resultou em menor redução da microdureza dentinária em comparação com formulações antibióticas tradicionais, o que pode ser considerado uma vantagem em termos de preservação estrutural.

Na análise de Lorena *et al.* (2021), o desempenho de associações medicamentosas também ganha destaque. Combinações como a pasta antibiótica tripla ou dupla mostraram resultados superiores frente a biofilmes multiespécies em comparação ao Ca(OH)2 isolado. Esses resultados reforçam a noção de que, em cenários de infecção complexa, a combinação de substâncias pode ser mais eficiente do que o uso de um único composto.

Além das substâncias em si, os sistemas de liberação controlada também merecem destaque. Hidrogéis inteligentes, capazes de liberar compostos antimicrobianos de maneira prolongada e direcionada, ampliam a possibilidade de alcançar regiões mais profundas e resistentes do sistema de canais radiculares, como discutido por Alshargawi *et al.* (2025). Outra inovação importante é o uso da N-acetilcisteína, substância tradicionalmente conhecida por suas propriedades antioxidantes, em combinação com o Ca(OH)2. Khoury *et al.* (2024) demonstraram que essa associação não apenas reduz significativamente a carga microbiana de *E. faecalis* e *Escherichia coli*, mas também apresenta efeito sobre lipopolissacarídeos bacterianos, o que amplia sua relevância clínica no combate à inflamação periapical.

Estudos recentes também têm comparado as novas formulações com protocolos antibióticos consagrados, como a pasta triantibiótica. Zakaria *et al.* (2024) evidenciaram que, em modelos de biofilme multiespécies, substâncias como o metronidazol e a própria TAP apresentaram resultados superiores ao Ca(OH)2 isolado, destacando a complexidade da seleção terapêutica diante de microrganismos resistentes. Contudo, a adoção de formulações alternativas precisa ser contextualizada dentro das variáveis clínicas que afetam o sucesso endodôntico. Ordinola-Zapata *et al.* (2022) enfatizaram que a escolha de uma medicação intracanal deve considerar não apenas seu potencial antimicrobiano, mas também fatores relacionados ao hospedeiro, à extensão do dano tecidual e às condições anatômicas do canal radicular.

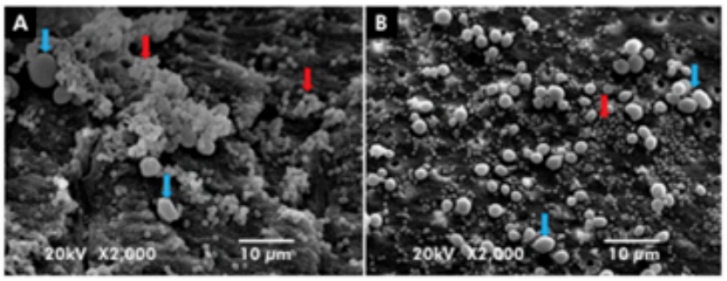
Nesse panorama, a tendência é que o futuro da Endodontia combine substâncias tradicionais, como o Ca(OH)2, com tecnologias emergentes, em busca de protocolos híbridos que conciliem eficácia antimicrobiana, biocompatibilidade e aplicabilidade clínica. A

diversidade de estudos analisados demonstra que a incorporação dessas novas estratégias é inevitável, mas deve ser guiada por critérios de evidência científica sólida (Damascena *et al.*, 2024). As inovações no campo das medicações intracanais refletem um movimento de expansão do arsenal terapêutico, no qual substâncias sintéticas, naturais e probióticas se articulam com sistemas de liberação avançados. Embora algumas dessas alternativas já apresentem eficácia comprovada *in vitro*, a transição para sua adoção rotineira depende de validações clínicas mais robustas, especialmente em cenários de biofilmes complexos e infecções persistentes (García *et al.*, 2025).

2.3 LIMITAÇÕES CLÍNICAS, EFEITOS ADVERSOS E DESAFIOS TERAPÊUTICOS NA ESCOLHA DAS MEDICAÇÕES INTRACANAIS

A escolha da medicação intracanal ainda permanece como um dos pontos mais desafiadores da endodontia contemporânea, justamente porque o sucesso clínico não depende apenas da capacidade antimicrobiana *in vitro*, mas também de sua biocompatibilidade e da interação complexa com a dentina e os tecidos periapicais. O Ca(OH)2, por exemplo, consolidou-se como padrão durante décadas devido ao seu pH alcalino e propriedades antibacterianas, mas sua limitação frente a microrganismos como *E. faecalis* e *Candida albicans* já foi extensamente relatada, evidenciando que a ação biológica, embora relevante, não é suficiente para explicar a imprevisibilidade de resultados clínicos (Santos *et al.*, 2021; Araújo *et al.*, 2024). A morfologia e a presença desses microrganismos em um biofilme sem medicação podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2 – Fotomicrografia representativa de *Candida albicans*, o maior microrganismo (azul), e *Enterococcus faecalis*, os menores (vermelho), após 72 h, na quantificação inicial (a) e grupo controle após 7 dias sem medicação (b)



Fonte: Rêgo *et al.* (2024).

O estudo experimental de Rêgo *et al.* (2024) acrescenta dados relevantes ao contexto clínico. Avaliando cinco medicações intracanais em dentes decíduos unirradiculares, os autores verificaram que substâncias como Ca(OH)2, clorexidina e iodofórmio foram eficazes

na redução de *Candida albicans*, enquanto o paramonoclorofenol canforado não apresentou o mesmo desempenho. Essa observação é crucial, pois indica que, em infecções fúngicas, alternativas ao uso exclusivo do Ca(OH)2 podem ser determinantes para o sucesso do tratamento.

Esse hiato entre eficácia experimental e desempenho clínico se amplia quando se consideram os efeitos adversos. Pastas à base de Ca(OH)2 podem induzir alterações significativas na microestrutura dentinária, reduzindo a dureza e a resistência do tecido, especialmente após usos prolongados, o que fragiliza o substrato radicular e aumenta o risco de fratura (Parashar *et al.*, 2020). Algumas formulações, como os biocerâmicos, embora promissoras do ponto de vista biológico, apresentam limitações relacionadas à estabilidade do pH e potencial de induzir alterações cromáticas indesejáveis na coroa dentária, o que compromete não apenas a função, mas também a estética do tratamento (Siqueira *et al.*, 2025).

Hidrogéis contendo flavonoides, como o ampelopsin associado ao polímero PNVCL, demonstraram efeito antimicrobiano superior frente a biofilmes multiespécies; no entanto, estudos apontam que concentrações elevadas podem comprometer a viabilidade celular de fibroblastos, restringindo sua aplicação clínica sem protocolos mais bem definidos de segurança (Braga *et al.*, 2022). Ele se observa em formulações com nanopartículas metálicas, que embora exibam resultados expressivos contra bactérias resistentes, suscitam questionamentos quanto ao risco de toxicidade sistêmica e acúmulo tecidual (García *et al.*, 2025).

Quadro 1 – Quadro comparativo das novas formulações e terapias alternativas

Formulação / Terapia	**Autor(es)**	**Vantagens**	**Limitações**
Nanopartículas (prata, $Ca(OH)_2$ + NPs)	García et al. (2025); Bukhari et al. (2024)	Maior penetração nos túbulos dentinários; potente ação antimicrobiana	Resultados clínicos inconsistentes; risco de toxicidade
Biocerâmicos (Bio-C Temp)	Viana et al. (2021)	Biocompatibilidade; similar ao Ultracal®XS	Menor eficácia frente a *E. faecalis* em alguns testes
Hidrogéis de flavonoides (PNVCL + AMP)	Braga et al. (2022)	Alta atividade contra biofilmes; baixa citotoxicidade	Ainda sem validação clínica
Extrato de Pentaclethra macroloba	Gioster-Ramos et al. (2023)	Ação antimicrobiana satisfatória; potencial amazônico	Necessita estudos clínicos

Aloe vera	Parashar et al. (2020)	Menor alteração na microdureza dentinária	Evidência limitada; eficácia antimicrobiana moderada
Probióticos	Nascimento et al. (2021)	Modulação da microbiota; biocompatibilidade	Pouca evidência clínica disponível
N-acetilcisteína + $Ca(OH)_2$	Khoury et al. (2024)	Redução de LPS e carga bacteriana	Estudos ainda iniciais
Antibióticos (TAP, metronidazol)	Zakaria et al. (2024); Goldberg (2020)	Alta eficácia contra biofilmes multiespécies	Resistência bacteriana; toxicidade potencial

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A resistência bacteriana constitui outro ponto crítico. Estratégias como a associação de antibióticos em pastas, a exemplo da pasta antibiótica tripla, foram inicialmente bem recebidas, mas evidências recentes mostram que, embora eficazes contra biofilmes multiespécies, esses compostos elevam o risco de seleção de cepas resistentes e podem causar descoloração significativa da estrutura dental (Goldberg, 2020; Zakaria *et al.*, 2024). Esse dilema coloca o clínico diante de uma tensão entre eficácia imediata e riscos de médio prazo, o que reforça a necessidade de cautela na indicação.

Além dos fatores relacionados ao fármaco em si, há ainda a ausência de padronização dos protocolos clínicos, que compromete a comparabilidade dos resultados e dificulta a consolidação de consensos terapêuticos. Enquanto alguns estudos defendem o uso prolongado de determinadas pastas por até quatro semanas, outros sugerem que períodos mais curtos, associados à irrigação intensiva, seriam suficientes para reduzir significativamente a carga microbiana (Ordinola-Zapata *et al.*, 2022). Essa variabilidade metodológica repercute diretamente na prática clínica, gerando insegurança e reforçando a necessidade de guias clínicos mais robustos e fundamentados em ensaios clínicos controlados.

Outro obstáculo frequente na prática clínica refere-se ao potencial de escurecimento coronário provocado por determinadas substâncias, sobretudo as que contêm antibióticos como minociclina, presente em algumas formulações da *triple antibiotic paste*. Embora o efeito antimicrobiano seja satisfatório, o comprometimento estético limita sua indicação, especialmente em dentes anteriores, o que exige do clínico um equilíbrio delicado entre eficácia terapêutica e preservação da aparência (Goldberg, 2020; Zakaria *et al.*, 2024). Situação semelhante foi observada em formulações biocerâmicas, como o Bio-C Temp, que além de apresentar atividade antimicrobiana inferior ao Ca(OH)2 em certos cenários, também promoveu alterações cromáticas perceptíveis ao longo do tempo (Siqueira *et al.*, 2025).

Em paralelo, a busca por estratégias inovadoras, como o uso de nanopartículas, levanta debates importantes sobre segurança e aplicabilidade clínica. Embora a associação de nanopartículas ao Ca(OH)2 tenha mostrado ação bactericida superior contra *E. faecalis*, sinalizando uma alternativa promissora para casos resistentes (Bukhari *et al.*, 2024), os dados clínicos ainda são incipientes. Revisões sistemáticas revelam que, apesar do bom desempenho *in vitro*, a efetividade clínica de géis suplementados com nanopartículas permanece inconsistente, em razão da heterogeneidade dos estudos e do risco de viés de publicação (García *et al.*, 2025).

O mesmo dilema se observa na adoção de compostos naturais como propólis, *aloe vera* ou extratos vegetais amazônicos, como o *Pentaclethra macroloba*. Embora demonstrem boa atividade antimicrobiana e biocompatibilidade em testes laboratoriais, sua incorporação em protocolos clínicos ainda carece de maior padronização e ensaios randomizados robustos (Parashar *et al.*, 2020; Gioster-Ramos *et al.*, 2023). A literatura sinaliza que esses recursos podem reduzir efeitos colaterais de fármacos sintéticos, mas a ausência de evidência clínica de alto nível mantém-nos, por ora, no campo experimental (Alshargawi *et al.*, 2025).

Além das limitações diretamente ligadas ao fármaco ou veículo, existe ainda a questão da interação da medicação intracanal com a resposta do hospedeiro. Estudos recentes apontam que condições sistêmicas como imunossupressão ou presença de sensibilização dolorosa central podem reduzir a capacidade de cicatrização dos tecidos periapicais, independentemente da potência antimicrobiana do medicamento (Ordinola-Zapata *et al.*, 2022). Nesse contexto, discute-se a introdução de fármacos anti-inflamatórios e imunomoduladores como terapias complementares, capazes de ampliar o espectro de ação ao atuar não apenas sobre a microbiota, mas também sobre os mecanismos de reparo e defesa do hospedeiro (Cruz *et al.*, 2022).

A resistência bacteriana, especialmente associada ao *E. faecalis*, é um desafio que persiste apesar das inovações terapêuticas. Esse microrganismo apresenta elevada capacidade de adaptação e sobrevivência em condições adversas, o que explica seu papel recorrente nos casos de insucesso endodôntico (Costa *et al.*, 2025). A persistência do *E. faecalis* mesmo após irrigação e uso de medicações intracanais tradicionais ilustra a necessidade de abordagens combinadas e de novos compostos, sem que se negligencie o risco de seleção de cepas resistentes ao longo do tempo (Damascena *et al.*, 2024).

Paralelamente às substâncias antimicrobianas, discute-se o papel de agentes com propriedades anti-inflamatórias e imunomoduladoras, como a dexametasona. Estudos relatam que seu uso adjuvante pode reduzir a dor pós-operatória, atuando em um aspecto muitas vezes

negligenciado dos tratamentos endodônticos: o conforto imediato do paciente (Cruz *et al.*, 2022). A introdução desse tipo de recurso amplia a abordagem terapêutica, contemplando não apenas a erradicação da infecção, mas também a regulação da resposta do hospedeiro, aspecto crucial para o sucesso global da intervenção.

Nesse panorama, estratégias combinatórias têm se mostrado um caminho viável. A associação entre Ca(OH)2 e N-acetilcisteína demonstrou eficácia superior na redução de microrganismos e lipopolissacarídeos, sinalizando uma abordagem híbrida que une efeito antimicrobiano e ação moduladora sobre mediadores inflamatórios (Khoury *et al.*, 2024). Esse tipo de formulação se alinha à tendência de desenvolver terapias que atuem não apenas sobre a microbiota, mas também sobre os processos de reparação e resposta do hospedeiro.

O papel dos agentes anti-inflamatórios também não pode ser negligenciado. A dexametasona, por exemplo, demonstrou impacto clínico na redução da dor pós-operatória, representando uma alternativa que complementa a terapia antimicrobiana tradicional (Cruz *et al.*, 2022). A inclusão desses fármacos evidencia uma mudança de paradigma: a Endodontia não deve se limitar ao combate bacteriano, mas também considerar o conforto do paciente e a modulação da inflamação.

3 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão de literatura, de natureza qualitativa, com abordagem descritiva e exploratória, cujo objetivo foi reunir, analisar e interpretar os dados disponíveis sobre as principais medicações intracanais utilizadas na prática endodôntica, com ênfase no hidróxido de cálcio. A pesquisa foi fundamentada em produções científicas indexadas nas bases de dados PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), selecionadas por sua relevância e abrangência na área da Odontologia, em especial nos campos da endodontia e da farmacologia aplicada ao tratamento de infecções intrarradiculares.

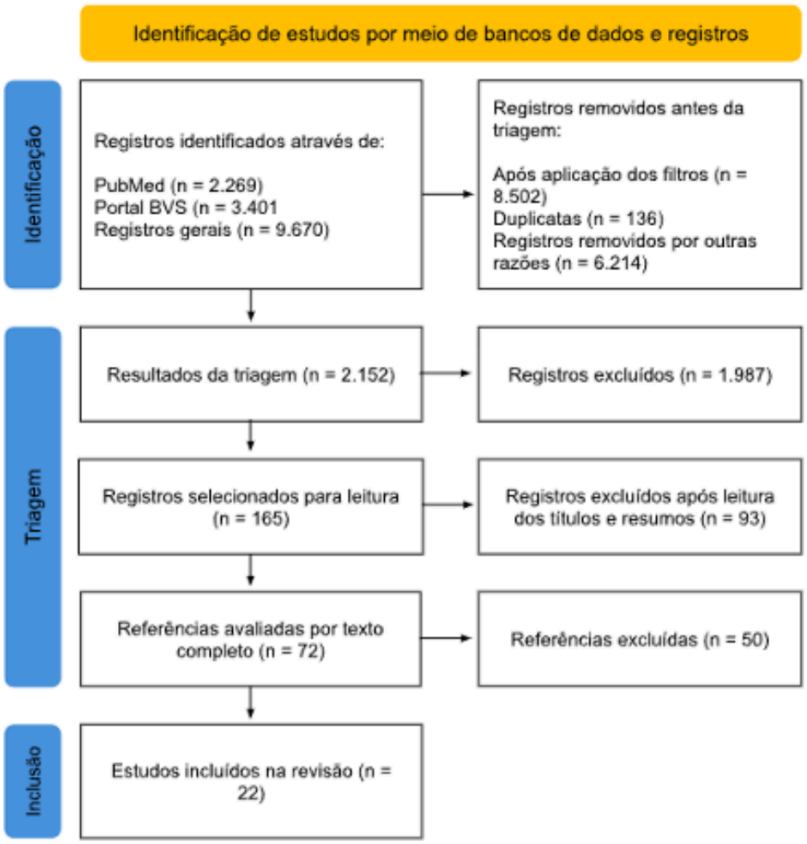
As buscas bibliográficas foram realizadas nos dias 24 e 25 de julho, com delimitação temporal entre os anos de 2020 e 2025, a fim de garantir a atualidade e pertinência dos achados científicos. Foram utilizados os seguintes descritores controlados pelos vocabulários DeCS/MeSH: Endodontia [D004708], Hidróxido de Cálcio [D002126] e Tratamento do Canal Radicular [D012390], combinados entre si por meio do operador booleano AND.

Foram incluídos no estudo os artigos que atendiam simultaneamente aos seguintes critérios: publicações datadas entre 2020 e 2025; indexação nas bases PubMed ou BVS; uso

simultâneo dos três descritores estabelecidos; disponibilidade de texto completo; idioma em português, inglês ou espanhol; e presença de delineamento metodológico claramente definido. Adicionalmente, somente foram selecionados estudos que abordavam diretamente a ação antimicrobiana de medicações intracanais empregadas em contextos clínicos ou experimentais endodônticos, com ênfase nos resultados relacionados à eliminação de patógenos ou inibição de biofilmes bacterianos.

Foram excluídos os trabalhos publicados anteriormente a 2020, os que não tratavam de substâncias aplicadas ao tratamento endodôntico, os que utilizavam apenas um ou dois dos descritores definidos, bem como os que não estavam disponíveis integralmente nas bases de dados consultadas. Também foram eliminados documentos sem valor científico comprovado, como editoriais, cartas ao editor, resumos expandidos e revisões narrativas sem método estruturado.

Figura 3 – Fluxograma de seleção do material do estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Ca(OH)2 segue como alicerce terapêutico pela ação alcalina e pelo histórico de segurança, mas sua performance cai em infecções persistentes dominadas por biofilmes maduros e por microrganismos como *E. faecalis* e *Candida albicans*; nesses contextos, a escolha do veículo modifica sensivelmente o alcance antimicrobiano, e a prática clínica acaba recorrendo a combinações ou a esquemas sequenciais para compensar lacunas de difusão intratubular e de ação residual, lembrando que resultados promissores em bancada não se traduzem, por si, em previsibilidade junto às variações anatômicas e às demandas de reparo tecidual do consultório.

As formulações emergentes, embora tragam inovações relevantes, também deixam claras as limitações que acompanham qualquer proposta ainda em fase de consolidação. As nanopartículas, por exemplo, ampliam a capacidade de penetração nos túbulos dentinários e exibem ação bactericida consistente em estudos *in vitro*, mas a heterogeneidade metodológica e a ausência de padronização clínica reduzem o peso desses resultados quando se tenta aplicá-los diretamente ao paciente. Os compostos naturais e os géis poliméricos despertam atenção pela biocompatibilidade e pela baixa toxicidade, mas sua adoção exige ainda maior clareza sobre efeitos adversos, estabilidade e impacto sobre biofilmes multiespécies.

Outro ponto que se destaca é a tomada de decisão clínica, que nunca ocorre em condições ideais como nos experimentos, e sim por meio de fatores variados como o tamanho e a extensão das lesões, o histórico de dor, as condições sistêmicas do paciente e a disponibilidade das medicações, de modo que a escolha final não dependa apenas do potencial antimicrobiano de uma substância, mas também de critérios práticos, como custo, acessibilidade e segurança.

Concluiu-se, desse modo, que as medicações intracanais, apesar de fundamentais para o sucesso do tratamento endodôntico, ainda carregam fragilidades que não podem ser ignoradas. O Ca(OH)2 continua sendo a base, mas não resolve sozinho os casos mais resistentes, e, justamente por isso, surgem novas formulações que tentam suprir suas limitações. A prática clínica, no entanto, mostra que nem sempre o que parece promissor em estudos laboratoriais consegue se firmar no cotidiano do consultório.

REFERÊNCIAS

ALSHARGAWI, W. K. *et al.* An overview of uses and effectiveness of intracanal medicaments in endodontics. **International Journal of Community Medicine and Public Health**, v. 12, n. 2, p. 1090-1094, 2025. DOI: https://doi.org/10.18203/2394-6040.ijcmph20250064.

ARAÚJO, Cibelly Mara Pereira *et al.* Use of calcium hydroxide as an intracanal medication in permanent teeth: a brief review of the literature. **Seven Editora**, 2024. DOI: https://doi.org/10.56238/sevened2023.005-010.

BRAGA, Gabriela Pacheco de Almeida *et al.* Microbiological properties and cytotoxicity of PNVCL hydrogels containing flavonoids as intracanal medication for endodontic therapy. **Journal of Functional Biomaterials**, v. 13, n. 4, p. 305, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/jfb13040305.

BUKHARI, Seema H.; ABRAHAM, Dax; MAHESH, Shakila. Antimicrobial effects of formulations of various nanoparticles and calcium hydroxide as intra-canal medications against *Enterococcus faecalis*: a systematic review. **Cureus**, v. 16, n. 9, 2024. DOI: https://doi.org/10.7759/cureus.70382.

COSTA, Gabriel da Silva *et al.* Infecção persistente e sua relação com o insucesso do tratamento endodôntico. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 7, n. 4, p. 1082-1092, 2025. DOI: https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n4p1082-1092.

COUTINHO, Thais Machado de Carvalho *et al.* Exploiting the antibacterial effects of nine formulations of intracanal medication and irrigants against several bacterial strains. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, e33211829999, 2022. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v11i8.29999.

CRUZ, Maria Eduarda de Araújo *et al.* Protocolos clínicos de aplicação do dexametasona na terapia endodôntica: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, e16811427230, 2022. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27230.

DAMASCENA, G. M. *et al.* O insucesso do tratamento endodôntico e como as medicações intracanais auxiliam no controle de infecções: revisão literária. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 3, e70088, 2024. DOI: https://doi.org/10.34119/bjhrv7n3-206.

GARCÍA, Pedro Rosales *et al.* Antimicrobial activity of gels supplemented with nanoparticles as intracanal medication in endodontics: a systematic review and meta-analysis of *in vitro*, *in vivo*, and RCT studies. **Journal of Nanotechnology**, v. 2025, n. 1, 8412675, 2025. DOI: https://doi.org/10.1155/jnt/8412675.

GIOSTER-RAMOS, M. L. *et al.* Antimicrobial effect of *Pentaclethra macroloba* plant extract against *Enterococcus faecalis*. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, e272095, 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/1519-6984.272095.

GOLDBERG, M. Antibiotics and antibacterial medications for endodontic treatments. **Journal of Physics: Applications and Mechanics**, v. 8, n. 2, p. 1124, 2020. DOI: https://doi.org/10.47739/2333-7133/1124.

KHOURY, Rayana Duarte *et al.* Antimicrobial and anti-endotoxin activity of N-acetylcysteine, calcium hydroxide and their combination against *Enterococcus faecalis*,

Escherichia coli and lipopolysaccharides. **PeerJ**, v. 12, e18331, 2024. DOI: https://doi.org/10.7717/peerj.18331.

LORENA, Cîrciumaru *et al.* Review of endodontic drugs and their antibacterial effectiveness. **Romanian Journal of Medical and Dental Education**, v. 10, p. 33-41, 2021. Disponível em: https://journal.adre.ro/review-of-endodontic-drugs-and-their-antibacterial-effectiveness.

NASCIMENTO, Gabrielly Carvalho *et al.* Probióticos em endodontia: uma revisão de literatura. **Revista Científica do CRO-RJ (Rio de Janeiro Dental Journal)**, v. 6, n. 1, p. 12-18, 2021. DOI: https://doi.org/10.29327/244963.6.1-3.

ORDINOLA-ZAPATA, Ronald *et al.* Present status and future directions of intracanal medicaments. **International Endodontic Journal**, v. 55, p. 613-636, 2022. DOI: https://doi.org/10.1111/iej.13731.

PARASHAR, Vijay. Effect of intracanal medicaments (modified triple antibiotic paste, calcium hydroxide, and aloe vera) on microhardness of root dentine: an *in vitro* study. **The Journal of Contemporary Dental Practice**, v. 21, n. 6, p. 632-635, 2020. DOI: https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2813.

PINTO, Agnes Batista Ituassu; BREMER, Breno Henrique Alves. O hidróxido de cálcio como medicação intracanal: análise sobre a sua eficácia na endodontia. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 13, n. 1, 2023. DOI: https://doi.org/10.61164/rmnm.v13i1.1803.

ROSÁRIO, Yedda Maria Ribeiro Vasconcelos *et al.* Efficacy of *in vitro* antimicrobial intracanal medicaments against *C. albicans* and *E. faecalis* in primary teeth. **Brazilian Oral Research**, v. 38, e133, 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2024.vol38.0133.

SANTOS, S. A. *et al.* Hidróxido de cálcio como medicação intracanal no tratamento endodôntico. **E-Acadêmica**, v. 2, n. 2, e032223, 2021. DOI: https://doi.org/10.52076/eacad-v2i2.23.

SIQUEIRA, Patrícia Correia *et al.* The impact of intracanal medicaments on crown color, pH, and antimicrobial activity: a comparative study. **Brazilian Oral Research**, v. 39, e029, 2025. DOI: https://doi.org/10.1590/1807-3107bor2025.vol39.029.

VIANA, Francisca Lívia Parente *et al.* Análise do pH e da atividade antimicrobiana de um novo medicamento intracanal biocerâmico Bio-C Temp. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, e33310716550, 2021. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16550.

ZAKARIA, Nada *et al.* Antimicrobial efficacy of intercanal medicaments against a mature multi-species biofilm model: an ex-vivo study. **International Arab Journal of Dentistry (IAJD)**, v. 15, n. 1, p. 57-67, 2024. DOI: https://doi.org/10.70174/iajd.v15i1.959.