

Uso do hipoclorito de sódio na irrigação endodôntica: Concentração ideal e efetividade antimicrobiana

Use of sodium hypochlorite in endodontic irrigation: Ideal concentration and antimicrobial effectiveness

Uso de hipoclorito de sodio en la irrigación endodóntica: Concentración ideal y eficacia antimicrobiana

Recebido: 19/04/2026 | Aceito: 25/04/2026 | Publicado: 26/04/2026

Michelly das Graças Gomes Viana

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0684-6500>

Centro Universitário de Viçosa, Brasil

E-mail: vianamichelly0@gmail.com

Monica Parentoni Passos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3385-0043>

Centro Universitário de Viçosa, Brasil

E-mail: monicaparentoni@univicosa.com.br

Resumo

Os tratamentos endodônticos têm como objetivo principal a limpeza e o selamento eficaz do sistema de canais radiculares, visando a remoção de microrganismos e a prevenção de reinfecções. Dentre os irrigantes utilizados na endodontia, o hipoclorito de sódio (NaOCl) destaca-se por sua ação antimicrobiana e pelo potencial de dissolução de tecidos orgânicos. Entretanto, sua eficiência está diretamente relacionada à concentração e ao tempo de contato, fatores que também influenciam o risco de citotoxicidade e de efeitos adversos sobre a dentina. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo avaliar criticamente a literatura científica acerca do uso do NaOCl na irrigação endodôntica, com ênfase na concentração ideal, tempo de exposição, eficiência antimicrobiana e possíveis efeitos adversos. Trata-se de uma revisão bibliográfica, realizada por meio de busca na base de dados PubMed, utilizando o descritor “sodium hypochlorite irrigation” e aplicando-se filtros para publicações dos últimos cinco anos. Dos 1.011 registros inicialmente identificados, 12 artigos atenderam aos critérios de inclusão e foram selecionados para análise. Posteriormente, foram incluídos mais 3 estudos relevantes, totalizando 15 artigos analisados, a maioria publicada em periódicos de alto impacto. A partir da análise realizada, notou-se que o NaOCl ainda continua como irrigante de escolha na área da endodontia, isso se deve ao fato de que ele apresenta uma excelente ação antimicrobiana e um bom potencial de dissolução de tecidos. Foi observado que concentrações mais altas e um maior tempo de contato, elevam a eficácia do NaOCl, mas aumentam a sua capacidade de trazer efeitos indesejáveis na estrutura dentinária.

Palavras-chave: Endodontia; Hipoclorito de sódio; Irrigantes do canal radicular; Região periapical.

Abstract

Endodontic treatment aims to achieve effective cleaning and sealing of the root canal system in order to eliminate microorganisms and prevent reinfection. Among the irrigants used in endodontics, sodium hypochlorite (NaOCl) stands out due to its antimicrobial activity and tissue-dissolving capacity. However, its effectiveness is directly related to concentration and contact time, which may also increase the risk of cytotoxicity and adverse effects on dentin. Therefore, this study aimed to critically evaluate the scientific literature regarding the use of NaOCl in endodontic irrigation, with emphasis on ideal concentration, exposure time, antimicrobial effectiveness, and possible adverse effects. This is a bibliographic review conducted through a search in the PubMed database using the descriptor “sodium hypochlorite irrigation,” applying filters for publications from the last five years. Of the 1.011 records initially identified, 12 articles met the inclusion criteria and were selected for analysis. Subsequently, 3 additional relevant studies were included, resulting in a total of 15 analyzed articles, most of which were published in high-impact journals. Based on the analysis performed, it was noted that NaOCl remains the irrigant of choice in endodontics, due to its excellent antimicrobial action and good tissue dissolution potential. It has been observed that higher concentrations and longer contact times increase the effectiveness of NaOCl, but also increase its potential to cause undesirable effects on the dentin structure.

Keywords: Endodontics; Sodium hypochlorite; Root canal irrigants; Periapical region.

Resumen

Los tratamientos endodónticos tienen como objetivo principal la limpieza y el sellado efectivos del sistema de conductos radiculares, con el fin de eliminar los microorganismos y prevenir las reinfecciones. Entre los irrigantes utilizados en endodoncia, el hipoclorito de sodio (NaOCl) destaca por su acción antimicrobiana y su potencial para disolver tejidos orgánicos. Sin embargo, su eficacia está directamente relacionada con la concentración y el tiempo de contacto, factores que también influyen en el riesgo de citotoxicidad y efectos adversos sobre la dentina. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo evaluar críticamente la literatura científica sobre el uso de NaOCl en la irrigación endodóntica, con énfasis en la concentración ideal, el tiempo de exposición, la eficacia antimicrobiana y los posibles efectos adversos. Se trata de una revisión bibliográfica realizada mediante una búsqueda en la base de datos PubMed, utilizando el descriptor "irrigación con hipoclorito de sodio" y aplicando filtros para publicaciones de los últimos cinco años. De los 1.011 registros identificados inicialmente, 12 artículos cumplieron los criterios de inclusión y fueron seleccionados para el análisis. Posteriormente, se incluyeron 3 estudios más relevantes, sumando un total de 15 artículos analizados, la mayoría publicados en revistas de alto impacto. El análisis demostró que el hipoclorito de sodio (NaOCl) sigue siendo el irrigante de elección en endodoncia debido a su excelente acción antimicrobiana y su buen potencial de disolución tisular. Se ha observado que concentraciones más altas y tiempos de contacto más prolongados aumentan la eficacia del NaOCl, pero también incrementan su potencial para causar efectos indeseables en la estructura de la dentina.

Palabras clave: Endodoncia; Hipoclorito de sodio; Irrigantes del conducto radicular; Región periapical.

1. Introdução

Briseño-Marroquín *et al.* (2022) enfatizam que a alteração pulpar, na maioria das vezes, ocorre devido a processos inflamatórios e além disso está relacionada à presença de bactérias. Essa colonização de bactérias pode estar acontecendo tanto na forma suspensa ou livre quanto na forma aderida na organização de biofilme, tornando mais complexa a redução dos microrganismos de forma eficiente. Diante da situação exposta, o tratamento endodôntico deve buscar dois objetivos principais: o primeiro deles é garantir reestruturação eficaz da polpa e quando essa reorganização não for possível, procurar garantir a eliminação de forma eficiente das bactérias presentes nos sistemas de canais radiculares. Sob essa mesma lógica, Briseño-Marroquín *et al.* (2022) relatam que é imprescindível criar um selamento completamente fechado nos canais radiculares de modo a fornecer um ambiente favorável para a melhora, auxiliar no processo da cicatrização e garantir uma boa durabilidade do tratamento endodôntico.

Segundo Cai *et al.* (2023), os irrigantes endodônticos desempenham papel fundamental na destruição e redução dos microrganismos presentes no sistema radicular. O NaOCl é considerado o padrão-ouro entre os irrigantes, devido a sua comprovada capacidade de dissolver tecidos orgânicos e a sua elevada eficácia antimicrobiana. No entanto, o NaOCl mostra-se ineficaz na remoção da fração inorgânica da camada de "smear layer", bem como dos resíduos de tecidos duros remanescentes resultantes da instrumentação químico-mecânica.

Conforme relatam Barakat *et al.* (2024), apesar de apresentar inúmeros benefícios, o NaOCl também apresenta algumas desvantagens importantes que devem ser levadas em consideração. Entre as desvantagens que se destacam nesse aspecto estão a sua alta citotoxicidade, a incapacidade de eliminar a "smear layer" e o efeito iminente sobre as características físicas da dentina radicular. Além disso, por mais que seja um irrigante de baixo custo e com uma boa durabilidade, seu uso exige cuidados para prevenir acidentes e danos aos tecidos.

Cai *et al.* (2023) enfatizam que a eliminação de microrganismos e matéria inorgânica é muito importante para o êxito do tratamento endodôntico, uma vez que, mais de 35% da superfície do canal radicular continua sem a instrumentação, por isso confeccionar um preparo químico com soluções desinfetantes é extremamente necessário.

De acordo com Karatas *et al.* (2020), a associação entre a instrumentação mecânica e a irrigação com NaOCl contribui significativamente para a redução da carga bacteriana nos canais radiculares. No entanto, o estudo demonstra que, mesmo com o uso do NaOCl durante a instrumentação, não é possível obter um sistema de canais completamente livre de microrganismos.

Cai *et al.* (2023) relatam que embora o papel do NaOCl na irrigação endodôntica esteja bem estabelecido, ainda é de

suma importância que seja realizada uma investigação sobre os fatores que vão alterar a eficiência do NaOCl e os métodos de aprimoramento, reduzindo possíveis efeitos colaterais.

Segundo Par *et al.* (2024), além da instrumentação mecânica do sistema de canais radiculares, os irrigantes endodônticos são fundamentais para a desinfecção eficiente de matéria orgânica e inorgânica infectadas. Esses autores destacam que tais soluções são capazes de remover resíduos gerados durante a instrumentação mecânica e dissolver os tecidos remanescentes.

Dessa forma, o tratamento endodôntico eficiente depende da desinfecção e da limpeza do sistema de canais radiculares, mas essas estruturas possuem complexidades anatômicas importantes que demonstram um desafio a ser enfrentado. O NaOCl é muito utilizado como irrigante devido a sua capacidade de remover bactérias e eficácia na dissolução tecidual. Entretanto, sua utilização possui variáveis críticas, como concentração e tempo de contato, que estão relacionadas à sua eficácia, além de desvantagens como citotoxicidade e efeito sobre a dentina radicular. Assim, analisar e aperfeiçoar o conhecimento que existe nos dias atuais sobre o uso do NaOCl é extremamente importante para conceder informações baseadas em evidências e auxiliar na prática clínica.

Portanto, diante da extrema importância do NaOCl na área da endodontia, o presente estudo tem como objetivo geral avaliar criticamente a literatura científica acerca do uso do NaOCl na irrigação endodôntica, com ênfase na concentração ideal, tempo de exposição, eficiência antimicrobiana e possíveis efeitos adversos. Procurou-se investigar as propriedades antimicrobianas do NaOCl na limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares, analisar os estudos sobre efeitos NaOCl na dentina radicular, verificar a eficácia do NaOCl em locais de difícil acesso e fazer uma análise dos estudos que relacionaram a eficiência antimicrobiana do NaOCl de acordo com as concentrações utilizadas.

2. Metodologia

Foi realizada uma revisão integrativa da literatura, (Snyder, 2019), num estudo de abordagem quantitativa em relação à quantidade de 15 artigos selecionados para compor o corpus deste estudo e, de abordagem qualitativa em relação às discussões (Risemberg *et al.*, 2026; Pereira *et al.*, 2018).

Esta revisão bibliográfica foi conduzida com o intuito de analisar evidências atuais sobre a irrigação endodôntica com NaOCl. De início, os descritores foram selecionados a partir do DECS (Descritores em Ciências da Saúde), sendo definido como termo principal "sodium hypochlorite irrigation". A busca de artigos foi realizada na base de dados do PubMed, aplicando-se o filtro de últimos cinco anos para assegurar a inclusão de estudos recentes. Esta estratégia resultou em 1.011 registros, correspondentes a aproximadamente 102 páginas de resultados.

Em seguida, foi realizada uma análise inicial baseada na leitura dos títulos e resumos, avaliando a temática de cada estudo em relação ao objetivo da revisão e a qualidade metodológica das publicações, considerando o periódico de origem e sua classificação no sistema Qualis/CAPES. Essa etapa permitiu a seleção preliminar de 47 artigos. Posteriormente, os artigos selecionados foram submetidos a uma avaliação crítica detalhada. A partir desse processo, 24 artigos foram pré-selecionados na revisão, distribuídos da seguinte forma quanto à classificação Qualis: 4 artigos em periódicos A1, 18 em A2, 1 em A3 e 1 em A4. Contudo, desses 24 artigos, 12 foram descartados, totalizando 12 artigos utilizados. Os critérios de exclusão incluíram artigos fora do escopo temático e estudos com baixa relevância metodológica.

A metodologia empregada foi realizada priorizando estudos recentes, publicados em periódicos de alto impacto e com foco objetivo no tema da irrigação com NaOCl, garantindo assim validade científica e importância para a prática endodôntica atual. Posteriormente, foi realizada uma busca complementar, utilizando o mesmo descritor e os mesmos filtros. Nessa etapa,

foram identificados 3 estudos adicionais e, ao final do processo, 15 artigos compuseram a amostra final desta revisão bibliográfica.

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção dos estudos incluídos na revisão.



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

3. Resultados e Discussão

Como resultado, foram selecionados os seguintes artigos, representados aqui pelos seus autores e que foram utilizados nas discussões e que são:

(1) Par et al. (2024); (2) Cai et al. (2023); (3) Hasna et al. (2020); (4) Cakici & Cakici (2024); (5) Barakat et al. (2024); (6) Karatas et al. (2020); (7) Yenel, Uzum & Alqawasmi (2025); (8) Zhao et al. (2024); (9) Lodi et al. (2024); (10) Costa et al. (2023); (11) Sahebi et al. (2020); (12) Gunes et al. (2024); (13) Briseño-Marroquín et al. (2022); (14) Uematsu et al. (2023) e, finalmente, (15) Wilkonski et al. (2021).

Estes foram os autores que compõem o corpus desta pesquisa e, que foram utilizados nas discussões.

3.1 Eficácia antimicrobiana do NaOCl na irrigação endodôntica

De acordo com Par *et al.* (2024), o NaOCl apresenta eficácia antimicrobiana, atividade proteolítica e propriedades desbridantes. Em razão dessas características, trata-se de uma solução irrigadora amplamente utilizada, capaz de dissolver substâncias orgânicas, como tecido pulpar necrótico ou biofilme, segundo os mesmos autores. Estes destacam que, para otimizar sua eficiência, o NaOCl deve ser empregado em concentrações superiores a 1–2% e mantido em agitação constante durante a irrigação.

Expandindo a análise de Par *et al.* (2024), Cai et al. (2023) observam em seu estudo que foi comprovada a relação etiológica dos microrganismos dos sistemas de canais radiculares com o avanço das doenças pulpares e periapicais, cuja destruição é uma função importante do NaOCl. Sob a lógica do mesmo autor, as características do próprio biofilme bacteriano

(incluindo a espécie bacteriana a estrutura e o grau de maturação), podem favorecer ou dificultar a eficácia antibacteriana do NaOCl.

A literatura demonstra que o NaOCl não tem a capacidade de remover como um todo as endotoxinas presentes nas bactérias, por mais que possa reduzir seus níveis (De Oliveira *et al.*, 2007, *apud* Hasna *et al.*, 2020; Neelakantan *et al.*, 2019, *apud* Hasna *et al.*, 2020). Entretanto, a adição de surfactantes aniônicos estáveis, combinados com cloretos, álcalis e eletrólitos, demonstrou aumentar a eficácia do NaOCl, provavelmente devido a redução da tensão superficial da solução, o que potencializa sua ação antimicrobiana (Valera *et al.*, 2015, *apud* Hasna *et al.*, 2020).

Ampliando essa perspectiva, Cai *et al.* (2023) demonstram que diversos estudos investigaram a capacidade de resistência ao NaOCl de inúmeras espécies de bactérias *in vitro*. *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*) é uma das principais bactérias da infecção endodôntica e tem sido usado há muito tempo para esses testes de eficiência dos irrigantes do canal radicular. De acordo com mesmo autor, foi revelado que *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) é mais sensível a ação do NaOCl do que em comparação ao *E. faecalis* em condição planctônica (em forma livre ou suspensa, ou seja, que não está em forma de biofilme).

Para além dessa análise, Cakici e Cakici (2024, p. 1) destacam que "o sucesso do tratamento endodôntico depende da obtenção da desinfecção química e ação mecânica do sistema de canais radiculares, garantindo a eliminação de microrganismos e seus subprodutos".

Todas as formas de cloro na solução de NaOCl incluindo o ácido hipocloroso (HOCl) e o íon hipoclorito (OCI⁻), são coletivamente denominadas "cloro livre disponível". Por meio de contato com a matéria orgânica, o cloro livre disponível leva a degradação e hidrólise de aminoácidos, manifestando-se como dissolução do tecido. Além disso, a solução de NaOCl tem um pH na faixa de 11,5 a 12,5, dependendo da concentração. [...] O NaOCl exerce um efeito de dissolução em tecidos vitais e necróticos, enquanto o efeito de dissolução no tecido necrótico foi considerado maior que em tecido normal e saudável (Cai *et al.*, 2023, p. 2).

Em consonância com a abordagem realizada por Cai *et al.*, (2023) , Barakat *et al.* (2024) descreveram sob uma análise mais abrangente que a ação química do NaOCl se faz presente através da dissolução de aminoácidos e ácidos graxos, resultando na formação de cloraminas, que interrompem o metabolismo bacteriano ao inibir enzimas essenciais. Além do mais, o NaOCl mantém um pH aumentado, acima de 11, o que causa possíveis alterações na membrana citoplasmática dos microrganismos que ali estão presentes resultando na morte da célula. Essa combinação de efeitos faz do NaOCl um agente eficiente e seguro para a limpeza dos canais radiculares, contribuindo de forma significativa para o sucesso do tratamento endodôntico.

Considerando esse cenário, Sirtse *et al.* (2005), *apud* Karatas *et al.* (2020), observaram um aumento expressivo (cerca de 100 vezes) na eficiência antimicrobiana do NaOCl quando a solução foi aquecida a 45 °C. Esse resultado evidencia que o aumento da temperatura potencializa a ação antimicrobiana do irrigante, contribuindo para uma limpeza mais eficaz dos canais radiculares.

Em acréscimo ao exposto de Sirtse *et al.* (2005), *apud* Karatas *et al.* (2020) no estudo realizado por Cai *et al.* (2023) foi demonstrado que a instrumentação com XPS (XP- endo Shaper, um instrumento rotatório), associada ao uso de NaOCl e HEBP (Etidronato, 1- hidroxietilideno, 1- bifosfonato), promoveu uma redução significativa das bactérias, eliminando mais de 99% da população microbiana presente nos canais radiculares. Os autores destacam, ainda, que a instrumentação isoladamente já contribui para a remoção parcial do conteúdo dos canais. Em reforço a essa concepção, Karatas *et al.* (2020) também destacam que a irrigação final com a associação de EDTA e NaOCl mostrou-se eficaz na redução das cargas bacterianas intracanaís, independentemente da temperatura utilizada para o NaOCl. Esse achado reforça a importância da combinação de agentes químicos durante a etapa de irrigação, visando otimizar a descontaminação do sistema de canais radiculares.

Evidências adicionais descritas por Barakat et al. (2024), indicam que a complexidade anatômica do sistema de canais radiculares torna indispensável a utilização de uma abordagem combinada, envolvendo preparo mecânico e químico, para garantir a remoção eficaz do tecido infectado e a desinfecção completa do canal. Nesse contexto, o NaOCl continua sendo o irrigante químico mais utilizado na prática endodôntica, graças a sua ação antimicrobiana de amplo espectro, que atua contra microrganismos frequentemente relacionados a infecção endodôntica, como *Enterococcus faecalis*, *Actinomyces naeslundii* e *Candida albicans*. Além de sua atividade antimicrobiana, o NaOCl apresenta a capacidade de dissolver tecido necrótico, favorecendo a limpeza e a desinfecção do canal radicular, especialmente em regiões de difícil acesso.

Avançando nessa análise conforme destacado por Barakat et al. (2024) em relação à ação antimicrobiana de amplo espectro do NaOCl que atua contra microrganismos frequentemente relacionados a infecção endodôntica, Yenel; Uzun; Alqawasmi, (2025) argumentam que o NaOCl pode ter a sua eficácia elevada através do aumento da concentração e do volume da solução, pelo aquecimento, pela redução do pH e pela aplicação de métodos de agitação. Contudo, concentrações altas estão associadas a maior citotoxicidade. Estratégias como o uso de soluções menos concentradas ativadas por calor podem diminuir a toxicidade sem comprometer a ação antimicrobiana. Além disso, seguindo o raciocínio dos mesmos autores citados anteriormente, o aumento da temperatura ou a adição de surfactantes favorecem a penetração do irrigante e intensificam sua atividade antibacteriana.

Acrescentando a essa discussão, Cai et al. (2023) utilizaram em seu estudo uma mistura de NaOCl com etidronato, caracterizando uma quelação contínua. Os autores demonstraram, *in vitro*, que essa abordagem proporciona uma descontaminação do canal radicular mais eficaz e potente em comparação à irrigação tradicional com NaOCl associado ao agente quelante EDTA, sem apresentar os efeitos adversos sobre a dentina observados com esta última. Em diálogo com essa proposição, Zhao *et al.* (2024) defende que um método de irrigação ideal não deve ter só como objetivo a desinfecção do sistema de canais radiculares de maneira eficaz, de forma química, mas também física, contribuindo significativamente para a eliminação do biofilme presente e as bactérias planctônicas.

3.2 Efeitos do NaOCl sobre a dentina radicular

Barakat et al. (2024) relatam que, os dentes que passam pelo processo de tratamento endodôntico são dentes mais fracos e ficam, de uma certa forma, mais vulneráveis a fraturas dentárias e que por mais que essa característica possa ser relacionada a perda de estrutura do dente resultante da lesão cariada, o próprio preparo da cavidade e a instrumentação mecânica do canal, o NaOCl também vem sendo relacionado a danos relacionados a resistência da dentina radicular. Contudo, os resultados ainda continuam indefinidos. Em consonância complementar ao estudo de Barakat et al. (2024), Lodi *et al.* (2024) acrescenta que o hipoclorito de NaOCl elimina de forma eficiente resíduos orgânicos e microrganismos. Essa capacidade está proporcionalmente ligada a concentração e ao tempo de exposição. Contudo, quanto maior a concentração, maiores serão as consequências nas características mecânicas, danos aos componentes orgânicos da dentina e toxicidade.

De forma integrada, Cai et al. (2023) e Lodi *et al.* (2024) apontam em seu estudo que a dentina dificulta a capacidade de dissolução de tecido pulpar do NaOCl, isso se deve ao fato de que, a composição química da dentina tem altas concentrações de carbonato; a apatita inorgânica e outros componentes da dentina que exercem efeito tampão contra ácidos e álcalis. Além disso, o NaOCl causa um efeito adverso sobre o colágeno da dentina, desorganizando as fibras estruturais de colágeno. O NaOCl libera HOCl (um ácido fraco) e NaOH (uma base forte) em meio aquoso. O cloro tem forte ação oxidante com ação antimicrobiana e, quando o HOCl entra em contato com o tecido orgânico, exerce uma ação solvente. Os íons HOCl e hipoclorito (OCl⁻) ocasionam degradação e hidrólise de aminoácidos. Entretanto, altas concentrações e longos tempos de exposição podem elevar os efeitos negativos sobre os componentes da dentina.

Em análise conjunta, Costa *et al.* (2023) e Par *et al.* (2024) observam que a remoção da camada residual de forma eficaz pelo NaOCl se torna um desafio, ocasionando alterações nas propriedades mecânicas da dentina de dentes tratados endodonticamente e traz consequências deletérias a interface adesiva dos cimentos resinosos. Ademais, há inúmeras soluções e protocolos na irrigação endodôntica e seu objetivo mais essencial é desinfetar áreas que não foram alcançadas e manipuladas durante a instrumentação do sistema de canais radiculares. Sob essa lógica, é inevitável que os irrigantes utilizados durante o procedimento entrem em contato com a dentina coronal ao sistema de canais radiculares e afetem as suas propriedades.

Em sintonia com os achados supracitados, Barakat *et al.* (2024) abordaram em seu estudo que os efeitos do NaOCl não se limitam apenas às células das bactérias presentes no sistema de canais radiculares, pois a dentina é composta por 30% de matéria orgânica, e alguns estudos demonstram que o NaOCl ocasiona a degeneração da estrutura do colágeno da dentina e modifica a forma de manifestação de metaloproteínas da matriz e, conseqüentemente, prejudica a microdureza da dentina e a resistência da união. Seguindo o raciocínio do mesmo autor, as concentrações do NaOCl oscilam de 0,5% a 6% e que o uso de concentrações mais elevadas é mais eficaz na eliminação de microrganismos no sistema de canais radiculares. Entretanto, por consequência, ocasiona um maior risco de citotoxicidade se caso acontecer do NaOCl extrair para os tecidos periapicais. Alguns estudos atuais, segundo o autor, chegaram na conclusão que 1% de NaOCl era a concentração mais segura, uma vez que houve a demonstração de mais 2 estudos que relataram que o NaOCl a 5% foi relacionada ao surgimento de fissuras na dentina, além de ter tido alterações significativas na permeabilidade da dentina (Marening *et al.* *Apud* Barakat *et al.* (2024)

Par *et al.* (2024, p. 2) afirmam que "a atividade proteolítica inespecífica do NaOCl dissolve os componentes orgânicos da dentina e pode, portanto, reduzir seu módulo de elasticidade e resistência a flexão. No entanto, o NaOCl não afeta a parte inorgânica da dentina". A partir dessa linha argumentativa, Sahebi *et al.* (2020) afirmam que os irrigantes endodônticos e as medicações intracanalais, como o NaOCl e o hidróxido de cálcio, podem trazer alterações negativas tanto físicas quanto mecânicas indesejáveis na estrutura dentinária resultando na diminuição da resistência a flexão, microdureza e módulo de elasticidade. Neste mesmo estudo, os autores destacam que o NaOCl causa algumas modificações estruturais na dentina radicular que podem afetar a resistência em relação a união da resina com a estrutura da dentina. Além disso, neste trabalho os autores obtiveram uma descoberta no que concerne ao NaOCl, relatando que as amostras que foram imersas por 15 minutos em NaOCl e irrigadas com solução salina normal tiveram como resultado uma diminuição na microdureza após uma semana de incubação, com isso os restos de NaOCl e seus produtos oxidativos podem continuar em sua forma ativa durante esse ciclo, tendo por consequência diminuições relacionadas a microdureza da estrutura dentinária.

3.3 Ação do NaOCl em locais de difícil acesso

Segundo Yenel, Uzun, Alqawasmi (2025), o sucesso obtido através do tratamento endodôntico está ligado a eliminação eficiente de microrganismos presentes no sistema de canais radiculares e a prevenção de possíveis reinfecções. Contudo, esses microrganismos podem continuar em regiões de acesso complexo, como istmos, canais acessórios e ramificações apicais, que apresentam grandes desafios para os métodos mecânicos, ocasionando um aumento do risco de infecções e diminuindo a chance de sucesso do tratamento. Desse modo, de acordo com os mesmos autores, para otimizar os resultados endodônticos, é fundamental potencializar tanto a ação mecânica quanto a eficácia química das soluções de irrigação, uma vez que a desinfecção completa não é alcançável apenas por meio da preparação química.

Em complemento ao estudo realizado por Yenel; Uzun; Alqawasmi (2025) No estudo feito por Gunes *et al.* (2024) fizeram uma análise do impacto de inúmeras técnicas de ativação da irrigação dando ênfase ao uso e penetração do NaOCl. Conforme os resultados obtidos neste estudo, no terço apical da raiz o NaOCl teve uma menor penetração quando comparado aos terços coronal e médio. O autor traz com relevância em seu estudo que por mais que a presença de bactérias possa ser notada em todos os terços do canal radicular, elas se concentram em maior quantidade no terço apical, visto que é uma região

menos acessível e de difícil penetração pelos irrigantes endodônticos. Neste estudo, foi enfatizado que os irrigantes endodônticos como o NaOCl penetram com maior dificuldade no terço apical do que comparado aos terços médio e coronal, isso se deve ao fato de que há a presença de túbulos dentinários mais estreitos, escleróticos e em menor quantidade no terço apical da raiz, tendo na maioria das vezes, pouca eficiência na remoção da “smear layer” e resíduos.

Cakici e Cakici (2024) relatam que os irrigantes utilizados na endodontia apresentam limitações, e os desafios impostos pela complexidade do sistema de canais radiculares motivaram pesquisadores a investigarem novos materiais com potencial para serem empregados como irrigantes. Em interface com tal proposição, no estudo conduzido por Gunes *et al.* (2024), foi realizada uma análise sobre o impacto de diversas técnicas de ativação da irrigação final na penetração do NaOCl. Os resultados indicaram uma maior porcentagem de penetração no terço médio da raiz no grupo controle. Entretanto, no terço apical, a penetração do NaOCl foi inferior àquela observada nos terços coronal e médio.

De acordo com Yenel; Uzun; Alqawasmî, (2025) e Gunes *et al.* (2024), o sistema de canais radiculares possui uma anatomia complexa, caracterizada por variações como istmos, ramificações apicais, canais acessórios e canais laterais, que podem abrigar microrganismos residuais mesmo após a instrumentação e irrigação, dificultando a desinfecção completa. É importante destacar que os istmos apresentam desafios significativos para a penetração adequada das soluções irrigadoras devido ao seu acesso restrito. Desse modo, compreender como a complexidade anatômica influencia a eficácia da irrigação é essencial para contribuir para a melhora dos protocolos de desinfecção. Embora a presença de microrganismos possa ser observada em todas as regiões intracanaís da raiz, há uma maior concentração bacteriana no terço apical, devido a dificuldade de acesso dessa região durante o preparo químico e mecânico. Os autores enfatizam que a presença de microrganismos no terço apical exerce um impacto significativo na falha do tratamento endodôntico.

3.4 Relação entre a concentração do NaOCl e sua efetividade antimicrobiana

De acordo com Briseño-Marroquín *et al.* (2022), os irrigantes endodônticos devem possuir um grande espectro de ação antimicrobiana, ser eficiente contra microrganismos anaeróbicos obrigatórios e facultativos, inativar endotoxinas, ter uma boa dissolução tecidual e reduzir a formação de “smear layer” durante a instrumentação, sem ocasionar uma possível irritação aos tecidos. Nesse contexto, o NaOCl destaca-se como irrigante de escolha, devido a sua capacidade de dissolver tecido orgânico e atuar na remoção de possíveis microrganismos presentes no sistema de canais radiculares, sendo muito utilizado em concentrações entre 2,5% e 6%.

Em contexto clínico, essa compreensão se expande após Cai *et al.* (2023) demonstrarem em seu estudo que a estrutura do biofilme bacteriano também exerce uma função importante em relação a sua vulnerabilidade ao irrigante NaOCl, devido ao desenvolvimento do microambiente dentro do biofilme. Além disso, o autor relata que a matriz do biofilme desempenha um papel importante em relação a proteção de bactérias em biofilme contra os agentes químicos e, conseqüentemente, uma função importante na sobrevivência do *E. faecalis*. Além disso, de acordo com o autor, outros fatores também influenciam a atividade antibacteriana, como a arquitetura e a maturidade do biofilme, apresentando, respectivamente, segundo Wang *et al.* [19] *apud* Cai *et al.* (2023), eficácia menor do NaCl a 2% sobre os biofilmes densos com menor teor de água e maior eficácia do NaOCl a 6% em um biofilme com 3 dias de idade do que com 3 semanas de idade, enquanto que o NaOCl a 2% removeu uma quantidade semelhante de células jovens e biofilmes antigos.

Lodi *et al.* (2024) sugeriram que concentrações menores das substâncias testadas levaram mais tempo para atingir alta desinfecção da dentina. Ma *et al.* (10) *apud* Lodi *et al.* (2024) realizaram um teste em relação aos tempos de contato de um e três minutos para NaOCl a 1%, 2% e 6%, demonstrando que a proporção de bactérias mortas no interior dos túbulos dentinários dependia do tempo de exposição e da concentração. No estudo realizado por Lodi *et al.* (2024), foi constatado que as concentrações de 2,5% e 6% para ambos os hipocloritos (NaOCl e Ca(OCl)₂) foram estatisticamente superiores a 0,5% ($p <$

0,05). Resultados parecidos foram encontrados em um estudo no qual o $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ demonstrou atividade antimicrobiana correspondente a do NaOCl em concentrações de 2,5% e 5,25%. De maneira articulada, os pesquisadores destacam que “O irrigante NaOCl é usado nas seguintes concentrações: variando entre 0,5% e 6%, sem consenso quanto a concentração ideal” (Cai *et al.*, 2023, p 4)

Yenel; Uzun; Alqawasmi, (2025) e Uematsu *et al.* (2023), destacam que para a remoção completa das bactérias presentes nos biofilmes, é necessário que a solução de irrigação tenha contato direto com a estrutura microbiana. No entanto, biofilmes maduros e agregados localizados nos túbulos dentinários podem limitar a eficácia antimicrobiana do NaOCl. Por isso, diferentes métodos de ativação são frequentemente empregados para potencializar a ação da irrigação com essa solução. Em conjunto, os estudos sugerem que o NaOCl pode ter um efeito bactericida em uma concentração mínima de 0,5%, enquanto a dissolução orgânica pode ser alcançada com uma concentração igual ou superior a 2,5% e uma concentração de 10% se faz necessária para romper quimicamente o biofilme. Segundo o mesmo autor, a toxicidade do NaOCl aumenta de forma dependente da concentração.

Cai *et al.* (2023) apontam que a irrigação com o NaOCl a 5% foi comprovada ocasionar uma redução significativa da microdureza da dentina, enquanto que a perda poderá ser recuperada com a irrigação utilizando o EDTA suplementado com 1% de cloreto de benzalcônio. Wilkonski *et al.* (2021) reforçam, adicionalmente, que a irrigação dupla alternada com ácido cítrico e NaOCl é uma maneira eficiente de ajudar na eliminação da "smear layer". Neste estudo, períodos de 30 segundos foram suficientes, enquanto que períodos de 60 segundos tiveram como resultado uma elevação do diâmetro médio dos túbulos dentinários.

Uematsu *et al.* (2023) propõe em seu estudo, de acordo com os resultados obtidos em sua pesquisa, que a CLAI, em combinação com NaOCl a 0,5%, é novo procedimento de tratamento de canal radicular que é capaz de remover o biofilme e garantir a segurança do ápice radicular. Briseño-Marroquín *et al.* (2022) observa, ainda, que a eficácia do NaOCl está diretamente relacionada a concentração e ao tempo de exposição: concentrações mais elevadas aumentam a dissolução do tecido pulpar e o efeito antimicrobiano, embora possam elevar o risco de irritação tecidual caso haja extravasamento para os tecidos periapicais. Além disso, biofilmes bacterianos demonstram maior resistência aos agentes químicos, o que exige a manutenção de tempo e concentração adequados para garantir a desinfecção eficaz. Além disso, em consonância com Briseño-Marroquín *et al.* (2022), outros irrigantes, como EDTA e clorexidina (CHX), podem ser utilizados como complemento, removendo “smear layer” e fornecendo efeito bactericida adicional; entretanto, não substituem a ação dissolvente do NaOCl, que permanece indispensável nos protocolos endodônticos modernos.

Em outra vertente da discussão, Gunes *et al.* (2024), quando ocorre alguma falha durante o tratamento endodôntico, pode haver várias consequências, como por exemplo o vazamento coronal, canais perdidos e erros de procedimento. Neste estudo, os autores relataram a existência de uma revisão sistemática que deu uma maior ênfase com relação a taxa de sucesso do tratamento endodôntico primário que variou entre 68% e 85% e que em alguns casos os profissionais optam por realizar o retratamento desses canais radiculares fazendo o uso de uma técnica eficiente, segura e duradoura. Contudo, os autores enfatizam que restos de materiais obturadores dentro do canal radicular podem dificultar a penetração dos irrigantes endodônticos como o NaOCl nos túbulos dentinários.

Outrossim, Hasna *et al.* (2020), afirmam que o NaOCl demonstrou eficácia na eliminação de microrganismos como *Enterococcus faecalis* e *Escherichia coli*. Resultados semelhantes já haviam sido relatados por Siqueira *et al.* (2000, *apud* Hasna *et al.*, 2020), que verificaram sua efetividade contra *E. faecalis* em diferentes concentrações, e por Valera *et al.* (2009, *apud* Hasna *et al.*, 2020), que confirmaram a eficiência da solução a 1% frente ao mesmo microrganismo.

4. Considerações Finais

A partir da análise realizada, notou-se que o NaOCl ainda continua como irrigante de escolha na área da endodontia, isso se deve ao fato de que ele apresenta uma excelente ação antimicrobiana e um bom potencial de dissolução de tecidos.

Concentrações mais altas e um maior tempo de contato, elevam a eficácia do NaOCl mas aumentam a sua capacidade de trazer efeitos indesejáveis na estrutura dentinária.

Foi observado que ao utilizar o NaOCl com o HEBP a ativação final da solução irrigadora ou ultrassom pode melhorar a ação desinfetante do irrigante, principalmente em áreas de difícil acesso.

Diante disso, demonstra-se neste presente estudo a relevância de novos estudos que analisem possíveis alternativas ou até mesmo possíveis combinações entre os irrigantes que possam diminuir os riscos indesejáveis sem colocar em xeque o potencial antimicrobiano dos mesmos.

É imprescindível ampliar o olhar para a engenharia de materiais, sugerindo-se a criação de materiais com significativa eficácia antimicrobiana sem comprometer a integridade estrutural da dentina.

Nesse sentido, a integração entre a Endodontia e o desenvolvimento tecnológico, especialmente no âmbito da engenharia de materiais, serão de grande valia para a evolução da prática odontológica.

Referências

- Barakat, R. M., Almohareb, R. A., Alsuwajan, M., Fagehi, E., Alaidarous, E., & Algahtani, F. N. (2025). Effect of sodium hypochlorite temperature and concentration on the fracture resistance of root dentin. *BMC Oral Health*, 24, 233. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-03954-0>
- Briseño-Marroquín, B., Callaway, A., Shalamzari, N. G., & Wolf, T. G. (2022). Antibacterial efficacy of peracetic acid in comparison with sodium hypochlorite or chlorhexidine against *Enterococcus faecalis* and *Parvimonas micra*. *BMC Oral Health*, 22, 119. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02148-8>
- Cai, M., Cai, Y., Yang, R., Xu, Z., Neelakantan, P., & Wei, X. (2023). Impact of agitation/activation strategies on the antibiofilm potential of sodium hypochlorite/etidronate mixture in vitro. *BMC Oral Health*, 23, 201. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02201-6>
- Cakici, F., & Cakici, E. B. (2024). Antimicrobial efficacy of chitosan versus sodium hypochlorite: A systematic review and meta-analysis. *Oral Diseases*, 30(8), 5445–5460. <https://doi.org/10.1111/odi.14864>
- Costa, J. L. S. G., Zaniboni, J. F., Manzoli, T. M., Besegatos, J. F., Oliveira, E. C. G., Galvani, L. D., Dantas, A. A. R., & Kuga, L. G. V. (2023). Effect of sodium hypochlorite-based formulations on the adhesive interface after fiber post cementation. *Dental Materials*, 39(6), 878–885. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2023.03.012>
- Gunes, B., Yesildal Yeter, K., & Altay, Y. (2024). Impact of different activation procedures on sodium hypochlorite penetration into dentinal tubules after endodontic retreatment via confocal laser scanning microscopy. *BMC Oral Health*, 24, Article 1103. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04891-6>
- Hasna, A. A., Silva, L. P., Pelegrini, F. C., Ferreira, C. L. R., Oliveira, L. D., & Carvalho, C. A. T. (2020). Effect of sodium hypochlorite solution and gel with/without passive ultrasonic irrigation on *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, and their endotoxins. *F1000Research*, 9, 642. <https://doi.org/10.12688/f1000research.24721.1>
- Karatas, E., Ayaz, N., Uluköylü, E., Baltacı, M. Ö., & Adigüzel, A. (2020). Effect of final irrigation with sodium hypochlorite at different temperatures on postoperative pain level and antibacterial activity: A randomized controlled clinical study. *Journal of Applied Oral Science*, 28, e2020502. <https://doi.org/10.1590/1678-7757-2021-0502>
- Lodi, E., Dal Bello, Y., Duarte, K. B. P., & Cecchin, D. (2024). Antimicrobial efficacy and dentin collagen damage caused by calcium hypochlorite and sodium hypochlorite. *Revista Brasileira de Odontologia*, 81(2), e5771. <https://doi.org/10.1590/0034-0400.2024.5771>
- Par, M., Steffen, T., Dogan, S., Walser, N., & Tauböck, T. T. (2024). Effect of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid, and dual-rinse irrigation on dentin adhesion using an etch-and-rinse or self-etch approach. *Scientific Reports*, 14, Article 6315. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57009-x>
- Pereira, A. S., et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [Free ebook]. Santa Maria. Editora da UFSM.
- Risemberg, R. I. C., et al. (2026). A importância da metodologia científica no desenvolvimento de artigos científicos. *E-Acadêmica*, 7(1), e0171675. <https://eacademica.org/eacademica/article/view/675>
- Sahebi, S., Sobhnamayan, F., Moazami, F., & Naseri, M. (2020). Assessment of sodium thiosulfate neutralizing effect on micro-hardness of dentin treated with sodium hypochlorite. *BMC Oral Health*, 20(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01335-7>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>

Uematsu, T., Yahata, Y., Ohnishi, K., Suzuki, S., Kanehira, M., Tanaka, T., Sudo, S., Suresh, V. V., & Saito, M. (2023). Irrigation with reduced-concentration sodium hypochlorite solution using laser-induced cavitation is effective and safe in a rat intraradicular biofilm model. *Australian Endodontic Journal*. <https://doi.org/10.1111/aej.12783>

Wilkonski, W., Jamróz-Wilkonska, L., Zapotoczny, S., Opita, J., & Grandino, L. (2021). Real-time co-site optical microscopy study in the morphological changes of the dentine's surface after citric acid and sodium hypochlorite: A single-tooth model. *BMC Oral Health*, 21, Article 456. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01785-4>

Yenel, K., Uzum senel, I., & Alqawasmi, R. (2025). An in vitro evaluation of biofilm removal from simulated root canals using sodium hypochlorite irrigation solution at various temperature settings. *PLOS ONE*, 20(6), e0325431. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0325431>

Zhao, J., Wu, S., Huang, Y., Zhao, Y., Liu, H., Jiang, Q., Shen, Y., & Chen, M. (2024). Comparison of the effectiveness of conventional needle irrigation and photon-induced photoacoustic streaming with sodium hypochlorite in the treatment of teeth with apical periodontitis: A randomized clinical trial. *BMC Oral Health*, 24, 293. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04055-6>