



CURSO DE ODONTOLOGIA

VINICIO RODRIGUES MOITA

**EFICÁCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA DESINFECÇÃO DOS
CANAIS RADICULARES EM TRATAMENTOS ENDODÔNTICOS**

**Sinop/MT
2024**

CURSO DE ODONTOLOGIA

VINICIO RODRIGUES MOITA

**EFICÁCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA DESINFECÇÃO DOS
CANAIS RADICULARES EM TRATAMENTOS ENDODÔNTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado
à Banca Avaliadora do **Departamento de
Odontologia**, da UNIFASIPE, como requisito
para a aprovação na disciplina

Orientador(a): Ana Claudia dos Santos

**Sinop/MT
2024**

VINICIO RODRIGUES MOITA

**EFICÁCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA DESINFECÇÃO DOS
CANAIS RADICULARES EM TRATAMENTOS ENDODÔNTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado à Banca Avaliadora do Curso de Odontologia-
UNIFASIPE, Faculdade de Sinop como requisito para aprovação na disciplina.

Ana Claudia dos Santos

Professor(a) Orientador(a)

Departamento de Odontologia- UNIFASIPE

Fabricio Rutz

Professor(a) Avaliador(a)

Departamento de Odontologia - UNIFASIPE

Adriano Batista Barbosa

Professor(a) Avaliador(a)

Departamento de Odontologia - UNIFASIPE

Adriano Batista Barbosa

Coordenador do Curso de Odontologia

Departamento de Odontologia - UNIFASIPE

Vinício Rodrigues Moita (MOITA, Vinício Rodrigues). Eficácia do hipoclorito de sódio na desinfecção dos canais radiculares em tratamentos endodônticos 2024. 44 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Universitário Fasipe – UNIFASIPE

RESUMO

O tratamento endodôntico, é um procedimento odontológico que visa a remoção da polpa dentária e a limpeza dos canais radiculares. A limpeza desses canais, se deve principalmente a utilização de soluções irrigantes, e entre elas, está o hipoclorito de sódio (NaOCl) que é um excelente antimicrobiano e consegue fazer a dissolução de tecidos orgânicos restantes nos canais endodônticos. O objetivo presente nesse trabalho, é realizar uma revisão da literatura acerca, da eficácia do hipoclorito de sódio na desinfecção dos canais radiculares em tratamentos endodônticos demonstrando as propriedades químicas do hipoclorito de sódio, concentração e tempo de exposição e as implicações clínicas decorrente do seu uso. O hipoclorito, está entre as soluções irrigantes considerada, a de melhor eficiência sendo utilizada constantemente, já que para que se consiga a excelência no tratamento uma das principais preocupações é na desinfecção radicular e a completa dissolução da polpa dentária, concluindo assim o tratamento endodôntico.

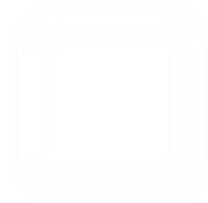
PALAVRAS-CHAVES: Canais radiculares; Desinfecção radicular; Hipoclorito de sódio.

Vinício Rodrigues Moita (MOITA, Vinício Rodrigues). Efficacy of sodium hypochlorite in disinfecting root canals in endodontic treatments 2024. 42 pages. Course Completion Work – Centro Universitário Fasipe – UNIFASIPE

ABSTRACT

Endodontic treatment is a dental procedure that aims to remove the dental pulp and clean the root canals. Cleaning these canals is mainly due to the use of irrigating solutions, and among them is sodium hypochlorite (NaOCl), which is an excellent antimicrobial and can dissolve remaining organic tissues in the endodontic canals. The objective of this work is to review the literature on the effectiveness of sodium hypochlorite in disinfecting root canals in endodontic treatments, demonstrating the chemical properties of sodium hypochlorite, concentration and exposure time and the clinical implications resulting from its use. Hypochlorite, among the irrigating solutions, is considered the most efficient and is used constantly, since in order to achieve excellence in treatment, one of the main concerns is root disinfection and the complete dissolution of the dental pulp, thus concluding the endodontic treatment.

Keywords: Root canals; Root disinfection; Sodium hypochlorite.



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI).....	17
---	----

LISTA DE QUADRO

Quadro 1: Principais Irrigantes Utilizados na Endodontia.....	15
Quadro 2 - Propriedades Químicas do Hipoclorito de Sódio.....	18
Quadro 3 - Comparação das Concentrações de Hipoclorito de Sódio em Endodontia e sua Capacidade de Dissolução	19
Quadro 4 - Comparação das Concentrações de Hipoclorito de Sódio.	20
Quadro 5 - Comparação de Técnicas de Irrigação com Hipoclorito de Sódio no Tratamento Endodôntico.....	21
Quadro 6 - Mecanismos de Ação do Hipoclorito de Sódio em Endodontia.	23
Quadro 7 - Eficácia do Hipoclorito de Sódio contra Microrganismos Endodônticos.....	27
Quadro 8 - Comparação da Eficácia do Hipoclorito de Sódio em Diferentes Concentrações para Endodontia.....	28
Quadro 9 - Eficácia Combinada do Hipoclorito de Sódio com Outros Desinfetantes em Endodontia.....	28
Quadro 10 - Comparando diferentes irrigantes e sua eficácia.	30
Quadro 11 - Tipos de tratamento endodônticos.....	35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1. Justificativa	11
1.2. Problematização.....	12
1.3. Objetivos.....	12
1.3.1. Geral.....	12
1.3.2. Específicos.....	12
1.4. Procedimento Metodológico.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Introdução à Endodontia e a Importância da Desinfecção dos Canais Radiculares.....	14
2.2. Características e Propriedades do Hipoclorito de Sódio.....	17
2.2.1. Concentrações Adequadas de Hipoclorito de Sódio para Desinfecção dos Canais Radiculares	20
2.3. Mecanismo de Ação do Hipoclorito de Sódio como Agente Desinfetante em Endodontia	22
2.3.1. Cuidados no armazenamento do Hipoclorito de sódio.....	24
2.3.2. Potencial hidrogeniônico do NaOCl.....	24
2.3.3. Tempo/Volume de irrigação	25
2.4. Eficácia do Hipoclorito de Sódio na Eliminação de Microrganismos em Endodontia	27
2.4.1. Comparando a eficácia entre NaOCl e a Clorexidina para desinfecção do canal radicular.....	29
2.4.2. Fatores que influenciam a eficácia do NaOCl.....	33
2.4.3. Os tipos de tratamento endodôntico e suas indicações.....	34
2.5. Acidentes com hipoclorito de sódio durante o tratamento endodôntico.	36
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO

Para obter sucesso na terapia endodôntica, é crucial realizar todas as fases do tratamento de forma adequada. Desde o acesso à câmara pulpar até a obturação do canal radicular, cada etapa deve ser meticulosamente executada. Isso inclui a instrumentação com limpeza e modelagem dos sistemas de canais radiculares, com ênfase na manutenção da cadeia asséptica durante todo o processo. O objetivo principal é reduzir ao máximo a presença de microrganismos no sistema de canais radiculares, o que tem o potencial de aumentar significativamente as taxas de sucesso dos procedimentos endodônticos. Essas práticas são fundamentais para assegurar a eficácia do tratamento, minimizando o risco de reinfecção e promovendo a saúde dental a longo prazo. (Camões, et al 2010)

Os microrganismos são os principais agentes etiológicos das doenças pulpares e periapicais. A presença de bactérias no sistema de canais radiculares pode causar inflamação e necrose do tecido pulpar, levando à formação de uma lesão periapical. Para o sucesso do tratamento endodôntico, é fundamental remover todos os micro-organismos do canal radicular. No entanto, isso nem sempre é possível, pois resíduos de tecido pulpar, raspas de dentina e bactérias podem permanecer no canal. Esses resíduos podem servir como fonte de nutrição para as bactérias sobreviventes, o que pode levar à falha do tratamento. (PRETEL et al., 2011)

A endodontia é uma especialidade da odontologia focada no tratamento das doenças da polpa dentária e dos tecidos ao seu redor. O principal objetivo do tratamento endodôntico é realizar a limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares, removendo microrganismos, tecido necrótico, matéria orgânica e subprodutos bacterianos em casos de necrose pulpar, ou tecido pulpar inflamado/vivo em situações de polpa viva. Posteriormente, a cavidade pulpar é preenchida com material obturador para restaurar a função do dente. A falha desse tratamento geralmente está associada à persistência de microrganismos e à manutenção da infecção nos canais radiculares. Portanto, a fase de preparo biomecânico é crucial para o processo de

desinfecção, combinando a ação mecânica dos instrumentos endodônticos, ação química de substâncias auxiliares e a ação física de irrigação e aspiração. (MACEDO et al. 2021)

Existem diferentes instrumentos endodônticos e técnicas de preparo biomecânico (sequência de instrumentação) recomendados para o tratamento endodôntico, utilizando limas com diversas configurações, ligas metálicas, seções transversais variadas, diâmetros e conicidades distintos. No entanto, estudos indicam que, devido à complexidade anatômica dos canais radiculares, cerca de 30-40% do volume do canal não é alcançado pelos instrumentos endodônticos. Portanto, a eficácia da desinfecção nessas áreas depende principalmente da capacidade das soluções irrigadoras em penetrar e limpar essas regiões de difícil acesso dentro do sistema de canais radiculares. (LACERDA et al., 2017)

A irrigação dos canais radiculares é um passo essencial no tratamento endodôntico, pois auxilia na remoção de tecido necrótico, bactérias e detritos, contribuindo para a desinfecção do sistema de canais radiculares. O irrigante mais comumente utilizado é o hipoclorito de sódio (NaOCl), que possui propriedades antimicrobianas e capacidade de dissolver o tecido orgânico. No entanto, é importante ressaltar que o NaOCl também é um agente citotóxico, podendo causar danos aos tecidos vivos em contato prolongado. (NOITES; CARVALHO; VAZ; 2009)

A escolha da solução irrigante na terapia endodôntica é crucial e deve atender a várias características específicas para garantir eficácia e segurança durante o tratamento. Idealmente, a solução irrigante deve possuir baixo coeficiente de viscosidade, baixa tensão superficial, capacidade de dissolução tecidual, biocompatibilidade, ação bactericida, capacidade de neutralizar subprodutos tóxicos e não alterar as estruturas dentais em relação à sensibilidade dolorosa. No entanto, não existe uma solução irrigante no mercado que englobe todas essas características desejáveis simultaneamente. Portanto, a escolha deve ser orientada pela substância química auxiliar que melhor atenda à maioria desses requisitos (MACEDO et al. 2021) Diversas substâncias têm sido recomendadas para uso atualmente, incluindo solução de hipoclorito de sódio (NaOCl), digluconato de clorexidina, EDTA, ácido cítrico, QMix, MTAD, Tetraclean, álcool e peróxidos.

Entre essas opções, o hipoclorito de sódio se destaca como um irrigante que se aproxima do ideal, cobrindo a maioria dos requisitos necessários para a terapia endodôntica. Ele é conhecido por sua capacidade de dissolver tecido orgânico e componentes da camada de "smear layer", além de possuir ação bactericida, desodorizante, e alvejante. Além disso, é economicamente viável. (ZEHNDER, 2006)

A solução irrigadora quando relacionada à instrumentação, tem como objetivo central o controle dos microrganismos existentes no sistema de canais, fator que é considerado por diversos pesquisadores de grande importância para o desenvolvimento de periapicopatias. Logo, uma solução irrigadora na terapia endodôntica exige, especialmente, que haja propriedade antimicrobiana. (MACEDO et al. 2021)

Diante da ampla utilização do hipoclorito de sódio (NaOCl) na terapia endodôntica ao longo de muitos anos, a literatura científica sobre o assunto tem se acumulado significativamente. No entanto, esse volume extenso de informações tem levado a certa desorganização e repetição de pesquisas. Portanto, o objetivo deste trabalho é revisar a literatura atual, especialmente em periódicos relevantes na área, e realizar um Estado da Arte sobre o NaOCl. Isso inclui discutir a eficácia do NaOCl na desinfecção do canal radicular, sua efetividade antimicrobiana em comparação com outras substâncias auxiliares, sua biocompatibilidade e as diferentes concentrações utilizadas no tratamento endodôntico. (CAMÕES et al., 2010)

Essa revisão buscará consolidar o conhecimento atual sobre o NaOCl, fornecendo uma análise crítica das evidências disponíveis. Serão abordados temas como a capacidade do NaOCl, sua ação bactericida e potencial de neutralização de subprodutos tóxicos. Além disso, serão explorados estudos que comparam o NaOCl com outras substâncias irrigadoras quanto à sua eficácia na limpeza dos canais radiculares e impacto na microbiota endodôntica. (LACERDA et al., 2017)

1.1. Justificativa

O hipoclorito de sódio é uma solução irrigante amplamente utilizada em endodontia devido à sua potente ação antimicrobiana. No entanto, sua toxicidade para os tecidos biológicos é uma desvantagem importante que deve ser considerada (SANJAY et al., 2019)

A concentração ideal de hipoclorito de sódio para irrigação endodôntica é uma questão controversa. Alguns autores recomendam a concentração de 5,25%, que apresenta maior ação antimicrobiana, enquanto outros preferem concentrações mais baixas, como 3% ou 0,5%, que apresentam menor toxicidade. (NOITE; CARVALHO; VAZ, 2009)

Estudos contribuem para o debate sobre a concentração ideal de hipoclorito de sódio para irrigação endodôntica. Os dados sugerem que a concentração de 5,25% é eficaz na eliminação das bactérias, mas pode aumentar o risco de toxicidade para os tecidos biológicos. (FABRO; BRITTO; NABESHIMA, 2010)

Esse presente estudo, será realizado pelo fato de o hipoclorito de sódio ser a solução irrigante de escolha a ser utilizada no dia a dia do endodontista na desinfecção dos canais radiculares, sendo importante conhecer o que a literatura tem a mostrar sobre a sua eficácia e possíveis implicações decorrentes do seu uso.

1.2. Problematização

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é uma substância amplamente utilizada na endodontia para a desinfecção dos canais radiculares. Apesar de sua eficácia, o NaOCl também apresenta riscos potenciais, que podem resultar em complicações para o paciente.

De acordo com Borrin et al. (2020), os acidentes com NaOCl podem ser divididos em dois grupos principais:

- Acidentes intracanaís: ocorrem quando o NaOCl extravasa para os tecidos perirradiculares, causando queimaduras químicas, hipersensibilidade e reações alérgicas;
- Acidentes extracanaís: ocorrem quando o NaOCl é injetado acidentalmente em tecidos adjacentes ao dente, como o tecido gengival, a mucosa bucal ou os seios maxilares.
- As queimaduras químicas são as complicações mais graves associadas ao uso do NaOCl. Elas podem causar necrose dos tecidos, dor intensa, edema e hemorragia. Em casos mais severos, podem levar à perda do dente ou à necessidade de cirurgia.

As hipersensibilidades e reações alérgicas são complicações menos graves, mas também podem causar desconforto e dor para o paciente.

Os acidentes extracanaís, embora menos frequentes, também podem causar complicações significativas. A injeção acidental de NaOCl na mucosa bucal pode causar dor, edema e eritema. A injeção nos seios maxilares pode causar dor facial, sinusite e, em casos graves, abscesso.

1.3. Objetivos

1.3.1. Geral

Realizar uma revisão bibliográfica sobre a eficácia do hipoclorito de sódio na desinfecção dos canais radiculares em tratamentos endodônticos.

1.3.2. Específicos

- Definir para que serve e qual finalidade do hipoclorito de sódio;

- Explicar os fatores que influenciam a eficácia do hipoclorito de sódio;
- Abordar os tipos de tratamento endodôntico e suas indicações;
- Explicar as vantagens do uso do hipoclorito de sódio.

1.4. Procedimento Metodológico

Para a elaboração desta pesquisa, foi utilizada a revisão bibliográfica, um método de pesquisa que permite a síntese de informações disponíveis e atualizadas sobre um determinado tema e a pesquisa exploratória que é um tipo de pesquisa que tem como objetivo ampliar o conhecimento sobre um determinado tema. Além disso, foi utilizada a revisão bibliográfica, um método que permite a síntese de informações disponíveis sobre um determinado tema.

A coleta de dados foi realizada por meio das bases de dados PubMed, LILACS, MEDLINE e SCIELO e os descritores utilizados para a pesquisa dos artigos foram “hipoclorito de sódio”, “desinfecção”, “canais radiculares” e “tratamentos endodônticos”, tendo sido selecionados obras de 2000 a 2023.

Os critérios de inclusão para a revisão bibliográfica são os seguintes:

- Livros que abordem sobre o tema;
- Artigos científicos na íntegra publicados em inglês e português.

Os critérios de exclusão para a revisão bibliográfica são os seguintes:

- Monografias;
- Artigos incompletos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Introdução à Endodontia e a Importância da Desinfecção dos Canais Radiculares

Segundo Assis, Alves e Dametto (2022) A endodontia é a especialidade da odontologia responsável pelo estudo e tratamento da polpa dental e dos tecidos periapicais, este campo é essencial para a preservação dos dentes naturais, muitas vezes evitando a extração através de tratamentos de canal. De acordo Bartols et al. (2020) com o tratamento endodôntico envolve a remoção da polpa inflamada ou necrosada, seguida pela limpeza, modelagem e obturação do sistema de canais radiculares.

Trazendo uma perspectiva sobre o que acerca os objetivos da endodontia Assis, Alves e Dametto (2022) destaca que é a eliminação de microrganismos patogênicos que podem causar infecções persistentes, destacando a importância da desinfecção adequada dos canais radiculares.

A terapia endodôntica visa descontaminar eficazmente os canais radiculares, eliminando microrganismos e prevenindo reinfecções. Para alcançar esse objetivo, soluções irrigadoras desempenham um papel crucial, pois conseguem acessar áreas que não são alcançadas pela instrumentação tradicional, garantindo um tratamento endodôntico eficaz. (PLOTINO et al., 2016)

Em casos onde esses microrganismos sobrevivem, há um risco significativo de reinfecção dos canais. Portanto, a solução química ideal para mitigar essa possibilidade e permitir um tratamento endodôntico eficiente deve possuir substâncias capazes de alcançar a complexa morfologia anatômica do sistema de canais radiculares. (PRETEL et al., 2014)

Na história da Endodontia, observa-se que inicialmente foram utilizadas substâncias fortes na tentativa de desinfetar os canais radiculares, como ácido clorídrico e arsênio, que eram altamente prejudiciais à saúde dos pacientes. (CÂMARA; ALBUQUERQUE; AGUIAR, 2010)

Avanços subsequentes em pesquisas científicas permitiram o desenvolvimento de substâncias mais seguras e de maior qualidade para uso em endodontia. No entanto, mesmo com esses progressos, compreender as propriedades das soluções irrigadoras utilizadas em cada caso específico continua sendo essencial para os profissionais de odontologia. (PRETEL et al., 2014)

Portanto, as soluções irrigadoras devem atender a critérios ideais, como baixa tensão superficial (baixa viscosidade), capacidade de dissolver material orgânico, alta atividade antimicrobiana, capacidade de lubrificação e ser minimamente agressivas aos tecidos (ESTEVEZ; FROES, 2013). Essas características são fundamentais para garantir a eficácia do tratamento endodôntico, promovendo a saúde bucal dos pacientes de forma segura e eficiente.

O processo de desinfecção dos canais radiculares é fundamental para o sucesso do tratamento endodôntico, Feitosa et al. (2020) aponta para a falha na remoção completa de microrganismos pode resultar em infecções persistentes e eventual falha do tratamento. Segundo os autores para alcançar uma desinfecção eficaz, várias técnicas e soluções irrigantes são utilizadas, cada uma com suas propriedades específicas.

Durante o tratamento endodôntico, Eramo et al. (2018) apontam que a anatomia complexa dos canais radiculares apresenta desafios significativos para a desinfecção completa, os canais radiculares possuem formas irregulares, ramificações e áreas de difícil acesso, que podem abrigar microrganismos e detritos, pois a utilização de sistemas de irrigação avançados, como ultrassom e sistemas de irrigação ativada, pode melhorar a penetração dos irrigantes e a remoção de resíduos.

Por sua vez, Gomez-Sosa et al. (2022) colocam que O EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético) é frequentemente empregado para remover a smear layer, facilitando a penetração do NaOCl nos túbulos dentinários, a clorexidina, um agente antimicrobiano de amplo espectro, também é usada devido à sua substantividade e eficácia contra uma variedade de patógenos.

O Quadro 1 a seguir ilustra as propriedades e usos dos principais irrigantes utilizados na endodontia.

Quadro 1: Principais Irrigantes Utilizados na Endodontia.

Irrigante	Propriedades	Usos Principais
Hipoclorito de Sódio (NaOCl)	Antimicrobiano, dissolve tecidos orgânicos	Desinfecção primária dos canais radiculares
EDTA	Remove a smear layer	Facilita a penetração de outros irrigantes

Clorexidina	Antimicrobiano, substantividade	Complementa a desinfecção, usado em combinação
--------------------	---------------------------------	--

Fonte: Adaptado de Gomez-Sosa et al. (2022).

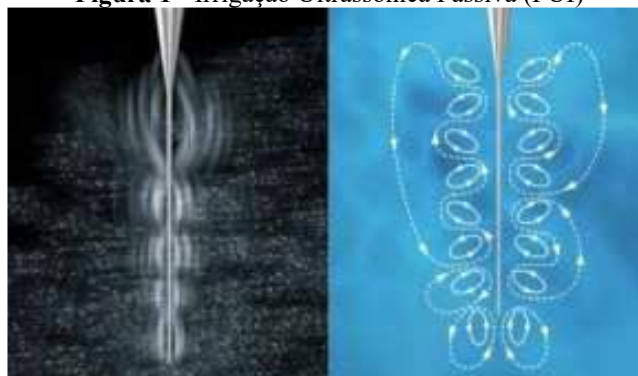
A preparação mecânica dos canais radiculares, embora crucial, não é suficiente para garantir a completa desinfecção, os estudos realizados por Huang et al. (2019) apontam que a instrumentação mecânica, que inclui o uso de limas manuais e rotatórias, ajuda a remover a polpa necrosada e a modelar o canal, mas não consegue eliminar todos os microrganismos e detritos. Portanto, os estudos dos autores mencionados destacam que a irrigação com soluções desinfetantes é um complemento essencial para alcançar a limpeza completa do sistema de canais radiculares.

Outro aspecto importante na desinfecção dos canais radiculares é a ativação dos irrigantes, métodos como a ativação ultrassônica passiva (PUI) e a ativação sônica têm demonstrado melhorar a eficácia da desinfecção, esses métodos aumentam a penetração dos irrigantes e facilitam a remoção de resíduos e biofilmes bacterianos, a ativação dos irrigantes é especialmente útil em áreas de difícil acesso, como canais laterais e ramificações, onde a instrumentação mecânica tradicional pode ser limitada. (JOSEPH et al., 2021)

A irrigação ultrassônica passiva (PUI) é reconhecida na prática clínica por sua eficácia na remoção da "smear layer" nos canais radiculares. Estudos, como o de Ahmetoglu et al. (2014), destacam várias razões pelas quais a PUI é superior às técnicas de irrigação manual convencional e ultrassônica. Primeiramente, a técnica manual convencional é amplamente usada, mas demonstrou limitações significativas na remoção da smear layer em áreas como istmos e extensões ovais dos canais radiculares, assim como no terço apical. Isso se deve à dificuldade em alcançar essas áreas críticas com o fluxo adequado de irrigante.

A irrigação ultrassônica passiva aproveita o efeito hidrodinâmico gerado pela combinação de ultrassom e movimento passivo da solução irrigante dentro do canal radicular. Esse método proporciona um fluxo de irrigação mais eficaz e abrangente, melhorando a remoção da smear layer de maneira mais completa e eficiente em comparação com técnicas manuais ou ultrassônicas convencionais. Assim, a PUI não apenas melhora a eficácia da limpeza do canal radicular, especialmente em áreas de difícil acesso, mas também facilita um melhor movimento do fluido irrigante, promovendo uma desinfecção mais efetiva do sistema de canal radicular. (BANTLE et al 2021)

A Figura 1 a seguir ilustra o efeito da irrigação ultrassônica passiva.

Figura 1 - Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI)

Fonte: Bantle et al (2021).

Ainda de acordo com Joseph et al. (2021) o protocolo da ativação ultrassônica passiva (PUI) envolve a utilização de hipoclorito de sódio (NaOCl) como irrigante, normalmente em concentrações de 2,5% a 5,25%. Após o preparo mecânico do canal radicular, o canal é irrigado abundantemente e a ponta ultrassônica é inserida cerca de 1-2 mm aquém do comprimento de trabalho. A ponta é ativada por 20-30 segundos, mantendo-a em movimento leve dentro do canal para evitar contato direto prolongado com as paredes dentinárias. Este processo é repetido 2-3 vezes, com a renovação do irrigante entre os ciclos de ativação para assegurar a remoção de resíduos soltos e a efetiva desinfecção do canal.

Conforme Ling et al. (2020) o controle de infecções na endodontia também envolve a seleção de materiais de obturação adequados, após a desinfecção, os canais radiculares devem ser preenchidos com materiais biocompatíveis que selam hermeticamente o canal, impedindo a reentrada de microrganismos. Em conformidade, Feitosa et al. (2020) colocam que os materiais como o cimento endodôntico e a *gutta-percha* são amplamente utilizados devido às suas propriedades de selamento e biocompatibilidade.

Por sua vez, Assis et al. (2022) colocam que a pesquisa contínua em endodontia tem focado no desenvolvimento de novas tecnologias e materiais que possam melhorar a desinfecção e a selagem dos canais radiculares. Bartols et al. (2020) apontam que novos irrigantes com propriedades antimicrobianas avançadas e técnicas de ativação mais eficientes estão sendo explorados, além disso, a biotecnologia está sendo aplicada para desenvolver materiais de obturação que promovam a regeneração dos tecidos periapicais.

2.2. Características e Propriedades do Hipoclorito de Sódio

A atividade antimicrobiana do hipoclorito de sódio o torna a solução irrigadora de escolha pelos cirurgiões-dentistas, principalmente em casos de dentes com polpa necrosada. É um efetivo agente antimicrobiano, sendo essa atividade proporcional à sua concentração, que

varia de 0,5% a 5,25%, sua eficiência antimicrobiana está baseada no seu alto ph, que interfere na membrana citoplasmática com inibição enzimática irreversível, alterações biossintéticas no metabolismo celular e destruição fosfolipídica (BONAN, BATISTA, HUSSNE, et al 2011).

Segundo Lucena et al. (2021) o hipoclorito de sódio (NaOCl) é um composto químico amplamente utilizado em diversas áreas, incluindo a desinfecção, a limpeza e, especialmente, a endodontia, este agente desinfetante é valorizado por suas propriedades antimicrobianas e sua capacidade de dissolver tecidos orgânicos, o NaOCl é composto por íons de sódio (Na⁺) e hipoclorito (ClO⁻), sendo geralmente disponível em soluções aquosas.

O NaOCl atua de maneira eficaz contra uma ampla gama de microrganismos, incluindo bactérias, vírus e fungos, para Nascimento et al. (2021) sua ação antimicrobiana se deve à liberação de cloro livre, que oxida e destrói as membranas celulares dos patógenos. Em conformidade Boonchoo et al. (2020), colocam que esta propriedade torna o NaOCl uma escolha ideal para a desinfecção dos canais radiculares, onde a presença de microrganismos pode comprometer o sucesso do tratamento endodôntico.

Conforme Palacios et al. (2020) uma das características mais importantes do hipoclorito de sódio é sua capacidade de dissolver matéria orgânica, esta propriedade é particularmente útil em endodontia, onde a dissolução de tecido pulpar necrótico e detritos é essencial para a limpeza eficaz do canal radicular. O NaOCl reage com as proteínas presentes no tecido, causando sua decomposição e solubilização. Este processo facilita a remoção de resíduos que podem abrigar microrganismos e contribuir para a infecção.

O Quadro 2 a seguir resume as principais propriedades químicas do hipoclorito de sódio.

Quadro 2 - Propriedades Químicas do Hipoclorito de Sódio.

Propriedade	Descrição
Fórmula Química	NaOCl
Estado Físico	Solução aquosa
Concentração Comum	0,5% a 5,25%
pH	Alcalino (pH 11-12)
Propriedade Antimicrobiana	Alta eficácia contra bactérias, vírus e fungos

Fonte: Adaptado de Palacios et al. (2020); Boonchoo et al. (2020).

Segundo Herrera et al. (2023) outra característica crucial do NaOCl é seu pH alcalino, que contribui para sua eficácia antimicrobiana. O pH elevado do NaOCl ajuda a neutralizar ácidos produzidos por bactérias anaeróbicas, criando um ambiente hostil para a sobrevivência

dos patógenos. Em endodontia, a alcalinidade do NaOCl também ajuda a desmineralizar a smear layer, facilitando a penetração da solução nos túbulos dentinários e melhorando a desinfecção do canal.

Para Xuan et al. (2018) a estabilidade do hipoclorito de sódio é um fator importante a ser considerado, o NaOCl é estável em soluções aquosas, mas sua decomposição pode ser acelerada pela exposição à luz, ao calor e ao ar, a decomposição resulta na perda de cloro livre, diminuindo a eficácia antimicrobiana da solução.

Apesar de suas propriedades benéficas, o hipoclorito de sódio também apresenta algumas limitações, a sua ação potencialmente tóxica para tecidos vivos é uma preocupação significativa em endodontia, o contato acidental do NaOCl com tecidos periapicais ou mucosas orais pode causar dor intensa e inflamação. (ERAMO et al., 2018)

A concentração do NaOCl para Huang et al. (2019) influencia diretamente sua eficácia e segurança. Soluções mais concentradas possuem maior poder de dissolução de tecidos e eficácia antimicrobiana, mas também apresentam maior potencial irritante. Por outro lado, Luke et al. (2020) destaca que soluções mais diluídas são menos irritantes, mas podem ser menos eficazes, em endodontia, é comum utilizar concentrações intermediárias que equilibram eficácia e segurança, ajustando a concentração conforme a necessidade do caso clínico.

Além de sua ação antimicrobiana e capacidade de dissolver tecidos, o NaOCl também possui propriedades de limpeza que ajudam na remoção de detritos do canal radicular. A irrigação com NaOCl facilita a eliminação de partículas e resíduos que podem obstruir o canal, melhorando a limpeza e a preparação para a obturação, esta propriedade é essencial para assegurar um tratamento endodôntico bem-sucedido e prevenir infecções futuras. (LING et al. 2020)

O Quadro 3 a seguir mostra as diferentes concentrações do hipoclorito de sódio e sua capacidade de dissolução tecidual.

Quadro 3 - Comparação das Concentrações de Hipoclorito de Sódio em Endodontia e sua Capacidade de Dissolução

Concentração	Capacidade de Dissolução
0,5%	Baixa
1%	Moderada
5,25%	Alta

Fonte: Adaptado de Yamaguchi et al. (2018).

Segundo Patriota et al. (2020) a escolha do irrigante em endodontia deve considerar as características específicas do NaOCl e as necessidades do paciente, a personalização do tratamento, ajustando a concentração e o volume do NaOCl utilizado, é essencial para obter os

melhores resultados clínicos, o conhecimento aprofundado das propriedades do NaOCl permite aos profissionais de odontologia utilizar este agente de forma eficaz e segura.

2.2.1. Concentrações Adequadas de Hipoclorito de Sódio para Desinfecção dos Canais Radiculares

Para Nascimento et al. (2021) o hipoclorito de sódio é amplamente utilizado em endodontia devido às suas propriedades antimicrobianas e capacidade de dissolver matéria orgânica, a concentração do hipoclorito de sódio é um fator crucial para sua eficácia e segurança no tratamento dos canais radiculares, concentrações mais altas de hipoclorito de sódio são mais eficazes na eliminação de microrganismos patogênicos.

Borrin et al. (2020) destaca que a concentração da solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) é um fator importante que influencia sua capacidade de dissolver tecidos e bactérias. De acordo com Ribeiro et al. (2010) a seleção da concentração do hipoclorito de sódio (NaOCl) para uso odontológico deve considerar diversos fatores, incluindo sua atividade antimicrobiana, ação na dentina, biocompatibilidade, capacidade de dissolução tecidual, interação com outros substratos e equilíbrio químico.

O Quadro 4 a seguir mostra as diferentes concentrações de hipoclorito de sódio usadas em endodontia e suas respectivas qualidades.

Quadro 4 - Comparação das Concentrações de Hipoclorito de Sódio.

Concentração (%)	Eficácia Antimicrobiana	Irritação Tecidual
0,5%	Moderada	Baixa
1%	Alta	Moderada
2,5%	Muito Alta	Alta
5%	Máxima	Muito Alta

Fonte: Adaptado de Yamaguchi et al. (2018).

Segundo Gomez-Sosa et al. (2022) em casos de infecção persistente, pode ser necessário usar uma concentração mais alta, enquanto em tratamentos de rotina, concentrações mais baixas são geralmente suficientes, a concentração também pode afetar a eficiência da irrigação, pois soluções mais concentradas têm maior capacidade de dissolver tecidos necróticos.

Em conformidade Ribeiro (2010) acrescenta que as concentrações mais altas de NaOCl são mais eficazes na redução bacteriana, mas também podem ser mais agressivas aos tecidos e ao esmalte, por outro lado, concentrações mais baixas podem ser menos eficazes contra bactérias resistentes.

Por outro lado, Noites (2019) realizou um estudo que sugeriu que a capacidade antimicrobiana do NaOCl é semelhante em diferentes concentrações, não sendo afetada pela concentração utilizada, assim, tanto concentrações de 0,5% quanto de 5,25% apresentam eficácia semelhante contra bactérias.

Além da concentração, Luke et al. (2020) apontam que a técnica de irrigação é fundamental para garantir a desinfecção eficaz dos canais radiculares, técnicas como a ativação ultrassônica passiva e a irrigação com pressão negativa podem aumentar a eficácia do hipoclorito de sódio.

Outro fator importante é a frequência e o volume da irrigação, de acordo com Huang et al. (2019) o uso contínuo de hipoclorito de sódio durante o tratamento pode ajudar a manter um ambiente livre de microrganismos.

O Quadro 5 a seguir ilustra as diferentes técnicas de irrigação e suas vantagens:

Quadro 5 - Comparação de Técnicas de Irrigação com Hipoclorito de Sódio no Tratamento Endodôntico.

Técnica de Irrigação	Vantagens	Desvantagens
Ativação Ultrassônica	Aumento da eficácia antimicrobiana	Pode causar extrusão da solução
Irrigação com Pressão Negativa	Minimiza extrusão de solução	Requer equipamento específico
Irrigação Manual	Simplicidade e custo reduzido	Menor eficácia em áreas de difícil acesso

Fonte: Adaptado de Huang et al. (2019).

Para neutralizar resíduos tóxicos, são utilizadas soluções com concentrações mais elevadas, como a soda clorada (NaOCl a 5%), que é um desinfetante potente e eficaz. Para dentes despolpados e infectados com reação periapical crônica, é indicada a solução de Labarraque (NaOCl a 2,5%), que também possui ação bactericida e desinfetante. Para casos de Biopulpectomia (polpa viva e infectada) e Necropulpectomia I (abscessos crônicos, granulomas e cistos), é indicada a solução de Milton (NaOCl a 1%), que possui ação bactericida, desinfetante e neutralizadora de produtos ácidos (LEONARDO, et al 2005).

A duração da irrigação também desempenha um papel significativo, os estudos de Feitosa et al. (2020) mostram que um tempo de contato prolongado pode aumentar a eficácia da desinfecção, mas também pode aumentar o risco de irritação, por isso, o tempo de aplicação deve ser cuidadosamente controlado.

Além disso, Patriota et al. (2020) acrescentam que a temperatura do hipoclorito de sódio pode influenciar sua eficácia. Soluções aquecidas tendem a ter maior poder de

desinfecção, mas o aquecimento excessivo pode aumentar a toxicidade. Assim, é recomendável utilizar uma temperatura moderada para maximizar os benefícios sem aumentar os riscos.

A combinação de hipoclorito de sódio com outros irrigantes, como EDTA, pode melhorar a limpeza do canal radicular ao remover a smear layer e permitir uma melhor penetração da solução desinfetante (BARTOLS et al., 2020)

2.3. Mecanismo de Ação do Hipoclorito de Sódio como Agente Desinfetante em Endodontia

O hipoclorito de sódio (NaOCl) segundo os estudos de Palacios et al. (2020) é amplamente utilizado como agente desinfetante em endodontia devido à sua eficácia na eliminação de uma ampla gama de microrganismos, sua ação desinfetante baseia-se principalmente na liberação de cloro livre, que é altamente reativo e capaz de destruir estruturas celulares essenciais dos microrganismos, quando o NaOCl entra em contato com matéria orgânica, ocorre uma série de reações químicas que levam à desinfecção.

Para Yamaguchi et al. (2018) a liberação de cloro livre pelo hipoclorito de sódio resulta na formação de ácido hipocloroso (HOCl), que é uma forma ativa do cloro, o HOCl é altamente eficaz na penetração das membranas celulares e na destruição dos microrganismos, este ácido é capaz de atravessar as membranas celulares devido ao seu pequeno tamanho e natureza neutra, uma vez dentro da célula, o HOCl oxida componentes vitais, como proteínas e enzimas, levando à inativação e morte celular.

Além da formação de ácido hipocloroso, as pesquisas de Lucena et al. (2021) colocam que o hipoclorito de sódio também gera íons hipoclorito (ClO⁻), que contribuem para a sua atividade antimicrobiana, os íons hipoclorito atacam as proteínas celulares, promovendo a cloração e a oxidação dos grupos *tiol* (-SH) das enzimas. Esta modificação química das proteínas para Sanjay et al. (2019) resulta em sua desativação, interrompendo funções celulares essenciais e levando à morte do microrganismo, a dupla ação do HOCl e dos íons ClO⁻ confere ao NaOCl uma ampla eficácia contra bactérias, vírus e fungos encontrados nos canais radiculares.

A eficácia do NaOCl também se deve à sua capacidade de dissolver matéria orgânica, o hipoclorito de sódio reage com proteínas e ácidos nucleicos, rompendo as ligações peptídicas e despolimerizando essas macromoléculas, esta ação de dissolução é particularmente útil em endodontia, onde é necessário remover tecidos necróticos e detritos do canal radicular (JOSEPH et al., 2021)

O pH elevado do hipoclorito de sódio é outra característica que contribui para sua ação desinfetante, o NaOCl possui um pH alcalino, geralmente em torno de 11 a 12, o que cria um ambiente hostil para muitos microrganismos, a alcalinidade do NaOCl interfere no metabolismo e na replicação dos patógenos, além de desmineralizar a smear layer nos túbulos dentinários (PATRIOTA et al., 2020)

O Quadro 6 a seguir ilustra os principais mecanismos de ação do hipoclorito de sódio em endodontia

Quadro 6 - Mecanismos de Ação do Hipoclorito de Sódio em Endodontia.

Mecanismo	Descrição
Liberação de Cloro Livre	Formação de ácido hipocloroso (HOCl)
Oxidação de Componentes Celulares	Destruição de proteínas e enzimas celulares
Cloração de Proteínas	Inativação de enzimas por cloração de grupos tiol (-SH)
Dissolução de Matéria Orgânica	Decomposição de proteínas e ácidos nucleicos
Alcalinidade	Criação de ambiente hostil para microrganismos

Fonte: Adaptado de Patriota et al. (2020).

A ação desinfetante do hipoclorito de sódio é influenciada por vários fatores, incluindo a concentração da solução, o tempo de exposição e a presença de matéria orgânica, soluções mais concentradas de NaOCl possuem maior poder de oxidação e dissolução, mas também são mais irritantes para os tecidos vivos, o tempo de exposição adequado é crucial para garantir a completa desinfecção, permitindo que o NaOCl penetre e reaja com os microrganismos e a matéria orgânica presente nos canais radiculares (MEZA et al., 2019)

O hipoclorito de sódio para Joseph et al. (2021) é eficaz contra uma ampla gama de microrganismos, incluindo bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, esporos bacterianos, vírus e fungos, isto é possível devido à ação não seletiva do cloro livre e dos íons hipoclorito, que atacam componentes celulares essenciais em todos esses tipos de patógenos, a capacidade de NaOCl de eliminar esporos bacterianos, que são altamente resistentes a muitos desinfetantes, destaca sua potência como agente antimicrobiano em endodontia.

A utilização do hipoclorito de sódio em diferentes concentrações e aplicações requer uma compreensão detalhada de suas propriedades químicas e biológicas, na endodontia, a concentração ideal de NaOCl deve equilibrar eficácia antimicrobiana e segurança para o paciente, técnicas avançadas de irrigação, como a ativação ultrassônica, podem aumentar a eficácia do NaOCl, melhorando a penetração nos túbulos dentinários e a remoção de biofilmes bacterianos (FABRO et al., 2010)

A estabilidade do hipoclorito de sódio é um fator crítico que afeta sua eficácia desinfetante a exposição à luz, ao calor e ao ar pode acelerar a decomposição do NaOCl, resultando na perda de cloro livre e na diminuição da atividade antimicrobiana, portanto, o armazenamento adequado do NaOCl em recipientes opacos e hermeticamente fechados é essencial para manter sua estabilidade e potência (LING et al. 2020)

2.3.1. Cuidados na armazenamento do Hipoclorito de sódio

O hipoclorito de sódio é um produto químico instável que tende a se degradar ao longo do tempo. Essa degradação é acelerada por fatores como temperatura, exposição à luz e umidade (RIBEIRO et al., 2010).

O grau de degradação das soluções de hipoclorito de sódio é influenciado por diversos fatores, incluindo a temperatura de armazenamento. Soluções com 5% de cloro degradam-se mais rapidamente em temperaturas elevadas, como 24°C, do que em temperaturas mais baixas, como 4°C. (NOITES, 2019).

O contato com a luz, o ar e o calor aceleram a degradação do produto. Por isso, é importante armazenar o NaOCl em frascos âmbar, em local protegido da luz e fresco, com validade de até 3 meses (SWEETMAN, 2004). O estudo de Borin et al. (2020) também enfatiza a necessidade de armazenar o NaOCl em frascos de vidro ou plástico âmbar, ambos sob refrigeração.

A temperatura é um fator importante que influencia a eficácia antibacteriana do hipoclorito de sódio. A temperatura é um fator importante para a eficiência da desinfecção com hipoclorito de sódio. Um aumento de 10°C na temperatura pode reduzir em até 60% o tempo necessário para eliminar bactérias patogênicas. Por outro lado, uma redução de 10°C pode dobrar o tempo necessário para que o hipoclorito de sódio apresente efeito bactericida. (BORIN et al. 2020).

De acordo com Macedo et al. (2021) o Hipoclorito de Sódio (NaOCl) é um produto químico de desinfecção amplamente utilizado na endodontia, entanto, sua estabilidade química é afetada por fatores como exposição à luz, falta de cobertura do recipiente e abertura do recipiente.

2.3.2. Potencial hidrogeniônico do NaOCl

O pH da solução de NaOCl afeta a proporção entre o ácido hipocloroso (HOCl) e o íon hipoclorito (OCl⁻). O HOCl é a forma mais ativa do cloro, sendo mais eficaz na desinfecção de microrganismos. O OCl⁻ é menos eficaz na desinfecção, mas é mais estável e tem menor odor (WINTER, 2008).

Em soluções alcalinas, o íon hipoclorito (OCl^-) é a forma predominante do cloro livre. O OCl^- é um agente oxidante poderoso, que pode atacar e romper as ligações químicas nas células e tecidos. Isso o torna mais eficaz na dissolução de tecidos do que o ácido hipocloroso (HOCl), que é a forma predominante do cloro livre em soluções ácidas (WINTER, 2008). O ácido hipocloroso (HOCl) é um composto químico formado pela reação do cloro com a água.

O HOCl é uma molécula pequena e não carregada, o que facilita sua penetração na membrana celular bacteriana. Uma vez dentro da célula, o HOCl pode causar danos às proteínas, o que leva à morte da célula. Além disso, o HOCl é mais eficaz em soluções ácidas, com pH entre 3 e 7. Isso ocorre porque o HOCl é mais estável em pHs ácidos (WINTER, 2008). Estudos têm demonstrado que o ácido hipocloroso, em concentrações equivalentes de cloro disponível, é mais eficaz na eliminação de bactérias do que o hipoclorito de sódio (NaOCl). Isso sugere que uma forma de aumentar a eficácia das soluções de NaOCl é reduzir seu pH (ZEHNDER et al., 2002)

O potencial cáustico das soluções de NaOCl é influenciado principalmente pela concentração de cloro disponível, sendo que o pH e a osmolaridade exercem influência secundária (ZEHNDER et al., 2002).

Segundo Macedo (2013) a concentração e o pH do hipoclorito de sódio (NaOCl) afetam sua capacidade de dissolução de tecido e/ou eficácia antimicrobiana. Em concentrações de 2%, a taxa de reação do NaOCl com a dentina não é afetada por alterações no pH. No entanto, a forma predominante de cloro livre disponível (HOCl/OCl^-) é afetada pelo pH. O HOCl é mais oxidante e eficaz contra bactérias do que o OCl^- . Portanto, as diferenças na capacidade de dissolução de tecido e/ou eficácia antimicrobiana do NaOCl podem ser mais bem explicadas pela forma predominante de cloro livre disponível, do que pela concentração ou quantidade de moléculas envolvidas na reação.

O tempo de exposição e a concentração da solução de NaOCl afetam o pH da dentina, mas não alteram significativamente a forma de cloro livre disponível (HOCl/OCl^-). Portanto, o efeito biológico do irrigante não é alterado pelo pH da dentina (MACEDO, 2013).

2.3.3. Tempo/Volume de irrigação

O tempo e o volume de irrigação são aspectos críticos no tratamento endodôntico, influenciando diretamente a eficácia da limpeza e desinfecção do canal radicular. O tempo de irrigação refere-se à duração durante a qual a solução irrigadora está em contato com o interior do canal dentário, enquanto o volume diz respeito à quantidade total de solução utilizada durante o procedimento (GULABIVALA et al., 2005).

Em termos práticos, um tempo adequado de irrigação permite que a solução irrigadora penetre adequadamente nos túbulos dentinários, auxiliando na remoção de detritos e microrganismos. Já o volume adequado de irrigação é essencial para garantir que a solução possa circular eficazmente pelo sistema de canais radiculares, alcançando áreas que poderiam ser deixadas para trás pela instrumentação manual (SCHAFER, 2007).

O tempo e o volume de irrigação são fatores importantes a considerar na prática clínica, mas ainda não há consenso sobre quais são os valores ideais (ZEHNDER, 2006)

Para a injeção manual, o volume da seringa deve ser escolhido de acordo com a quantidade de medicamento a ser administrada. Em geral, são utilizadas seringas de 3 a 5 ml, mas podem ser necessárias seringas de maior ou menor volume, dependendo do caso. (GULABIVALA et al., 2005)

A irrigação do SCR com NaOCl é um procedimento essencial durante a instrumentação endodôntica. A solução deve ser aplicada em volumes de 2 a 5 ml, entre cada instrumento, para remover debris, biomateriais e microrganismos do sistema de canais radiculares (SCHAFER, 2007).

Um estudo *in vitro* realizado por Bronnec, Bouillaguet e Machtou. (2010) mostrou que o aumento do volume e da conicidade apical da solução de irrigação melhorou significativamente sua penetração nos canais radiculares curvos. No entanto, apenas a irrigação ativa foi capaz de atingir uma penetração completa. Para a irrigação passiva, o nível de colocação da ponta da agulha no canal foi o fator mais importante para a penetração da solução.

A preparação mecânica do canal radicular cria um espaço onde os irrigantes são colocados para realizar sua ação de limpeza. As dimensões deste espaço determinam o volume dos irrigantes e, conseqüentemente, sua eficácia. Estudos mostram que canais radiculares estreitos podem dificultar a colocação de volumes suficientes de irrigantes, o que pode reduzir sua eficácia (SCHAFER, 2007).

Instrumentais auxiliares para agitação da solução irrigante, como o EasyClean (ou Easycan), desempenham um papel crucial na prática endodôntica contemporânea ao promoverem uma irrigação mais eficaz e completa dos canais radiculares. O EasyClean, por exemplo, utiliza vibração ultrassônica para agitar a solução irrigante, facilitando a remoção da smear layer e outros detritos presentes nos túbulos dentinários. Além disso, sistemas como o EndoActivator, que empregam pontas de polímero acopladas a um motor, proporcionam uma agitação sônica dentro dos canais, melhorando o fluxo do irrigante e sua capacidade de penetração em áreas de difícil acesso. Pontas ultrassônicas convencionais também são utilizadas para este fim, aplicando vibrações que ajudam na desobstrução e limpeza dos túbulos

dentinários. Esses métodos são essenciais para otimizar a desinfecção dos canais radiculares durante o tratamento endodôntico, contribuindo significativamente para a eficácia e sucesso clínico do procedimento (MONTEIRO et al 2023).

Brunson et al. (2010) afirma que canais radiculares mais amplos permitem a colocação de volumes maiores de irrigantes, o que pode melhorar sua eficácia.

Atualmente, os protocolos clínicos sobre irrigação são baseados na remoção mecânica de resíduos e patógenos dos canais radiculares. No entanto, a eficácia da irrigação também depende de fatores químicos, como o tempo de irrigação, o volume, a concentração, o pH e a temperatura da solução irrigadora. Além disso, as diferentes situações clínicas apresentam características distintas, como a patologia, a morfologia, a microbiologia, a quantidade e a qualidade de tecido a ser dissolvido (MACEDO, 2013)

2.4. Eficácia do Hipoclorito de Sódio na Eliminação de Microrganismos em Endodontia

Em endodontia, de acordo com Huang et al. (2019) o hipoclorito de sódio é utilizado como irrigante durante o tratamento endodôntico, a eliminação de microrganismos patogênicos presentes nos canais radiculares é crucial para o sucesso do tratamento o NaOCl é altamente eficaz contra bactérias comuns encontradas em infecções endodônticas, como *Enterococcus faecalis* e *Staphylococcus aureus*. A eficácia do NaOCl em eliminar esses patógenos se deve à sua capacidade de penetrar nos túbulos dentinários e desorganizar os biofilmes bacterianos

O Quadro 7 a seguir resume a eficácia do NaOCl contra diferentes microrganismos comumente encontrados em infecções dentárias

Quadro 7 - Eficácia do Hipoclorito de Sódio contra Microrganismos Endodônticos.

Microrganismo	Eficácia do NaOCl
<i>Enterococcus faecalis</i>	Alta
<i>Staphylococcus aureus</i>	Alta
<i>Candida albicans</i>	Moderada a Alta
<i>Escherichia coli</i>	Alta
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Moderada

Fonte: Adaptado de Ling et al. (2020)

O hipoclorito de sódio também é eficaz na eliminação de vírus, incluindo aqueles que possuem alta resistência a outros desinfetantes, segundo Yamaguchi et al. (2018) sua ação antiviral é atribuída à oxidação de componentes virais essenciais, como proteínas de envelope e ácidos nucleicos, esta capacidade de inativar vírus é especialmente importante em ambientes clínicos, onde a prevenção de infecções virais é crítica.

O Quadro 8 a seguir resume a eficácia de diferentes concentrações de Hipoclorito contra diferentes microrganismos.

Quadro 8 - Comparação da Eficácia do Hipoclorito de Sódio em Diferentes Concentrações para Endodontia.

Concentração	Bactérias	Vírus	Fungos	Esporos Bacterianos
0,5%	Moderada	Baixa	Moderada	Baixa
1%	Alta	Moderada	Alta	Moderada
5,25%	Muito Alta	Alta	Muito Alta	Alta

Fonte: Adaptado de Ling et al. (2020)

Segundo Lazari (2023) o tempo de exposição ao hipoclorito de sódio também é um fator crítico que influencia sua eficácia. Estudos demonstram que tempos de exposição mais longos aumentam a eficácia do NaOCl na eliminação de microrganismos, a irrigação contínua com NaOCl durante o tratamento endodôntico, por exemplo, garante uma maior penetração nos túbulos dentinários e uma melhor desinfecção do canal radicular.

De acordo com Martins et al. (2018) a matéria orgânica pode reagir com o NaOCl, consumindo cloro livre e reduzindo a sua atividade antimicrobiana, portanto, a remoção prévia de detritos e a limpeza adequada da área a ser desinfetada são cruciais para garantir a máxima eficácia do NaOCl.

Lazari (2023) reforça ainda que a combinação do hipoclorito de sódio com outras substâncias desinfetantes pode potencializar sua eficácia, indicando que a utilização de NaOCl em conjunto com agentes como clorexidina ou EDTA pode melhorar a remoção de biofilmes e aumentar a desinfecção dos canais radiculares, essas combinações aproveitam as propriedades complementares dos desinfetantes, proporcionando uma ação mais ampla e eficaz contra microrganismos presentes nos canais radiculares

O Quadro 9 a seguir mostra a eficácia combinada do NaOCl com outros agentes desinfetantes em endodontia

Quadro 9 - Eficácia Combinada do Hipoclorito de Sódio com Outros Desinfetantes em Endodontia.

Agente Combinado	Bactérias	Vírus	Fungos	Biofilmes
Clorexidina	Muito Alta	Alta	Alta	Muito Alta
EDTA	Alta	Moderada	Alta	Alta
Peróxido de Hidrogênio	Alta	Alta	Alta	Alta

Fonte: Adaptado de Lazari (2023); Martins et al. (2018).

Weber et al. (2003) analisaram que o NaOCl, por si não possui efeito residual, desta forma poderá ocorrer o crescimento bacteriano, caso tenha condições que podem gerar, como

por exemplo, a infiltração na restauração, seja temporária ou definitiva, ou até mesmo por microrganismos que podem resistir ao tratamento.

Atualmente, não há consenso sobre a concentração de NaOCl que deve ser utilizada para irrigação do canal radicular, mas parece haver uma tendência ao uso de concentrações mais elevadas para desinfecção e remoção de tecidos moles mais efetivas (MACEDO, 2021).

A estrutura de colágeno contribui consideravelmente para as propriedades mecânicas da dentina, como viscoelasticidade, tenacidade e resistência à fadiga. Descobriu-se que o NaOCl reduz a microdureza, o módulo de elasticidade e a resistência à flexão/tração/compressão da dentina (BORRIN, 2020).

A resistência à fratura da dentina tratada com NaOCl tem sido extensivamente investigada, mas os resultados não são conclusivos. A maioria das pesquisas indica uma redução dependente da concentração na força, enquanto outros não relatam nenhum efeito significativo (BORRIN, 2020).

Cortes radiculares finos com canais aumentados foram primeiramente tratados com irrigação intracanal simulada e, em seguida, fraturados através do canal radicular com uma haste metálica do mesmo cone. Esse modo de carregamento foi semelhante às operações clínicas que podem causar fratura radicular, por exemplo, preparo do canal radicular, obturação e pós-inserção. Poderia, assim, fornecer um teste clinicamente mais relevante para a resistência à fratura da dentina radicular tratada (NOITES, 2009).

A concentração do NaOCl utilizada na terapia endodôntica varia entre 0,5% até 4-6%. Embora o potencial antimicrobiano seja proporcional à concentração empregada, as soluções mais utilizadas apresentam maior citotoxicidade aos tecidos periapicais, sendo a concentração inversamente proporcional à sua biocompatibilidade. (COAGUILA-LLERENA et al., 2020).

No entanto, embora a eficácia do NaOCl esteja fortemente relacionada ao volume e à frequência de irrigação, essa informação não foi registrada nos ensaios. Além disso, a duração da irrigação com NaOCl, representando o tempo em que o canal foi exposto ao NaOCl, pode influenciar sua eficácia antibacteriana (PRETEL et al., 2011).

2.4.1. Comparando a eficácia entre NaOCl e a Clorexidina para desinfecção do canal radicular

O hipoclorito de sódio (NaOCl) e a clorexidina são soluções essenciais na endodontia para desinfetar canais radiculares. O NaOCl, usado desde 1792, é conhecido por sua forte ação antimicrobiana devido ao pH elevado, capaz de dissolver tecidos necróticos, mas pode ser citotóxico em concentrações altas. Já a clorexidina, desenvolvida na década de 1940, oferece amplo espectro antimicrobiano, é menos irritativa e possui substantividade nos tecidos, sendo

uma alternativa viável ao NaOCl em casos de alergia ou para minimizar complicações em ápices radiculares abertos (PASSINHO et al 2020).

A comparação de eficácia entre o hipoclorito de sódio (NaOCl) e a clorexidina para a desinfecção do canal radicular é crucial na endodontia, pois ambas são soluções irrigadoras amplamente utilizadas, cada uma com suas características distintas, o NaOCl é reconhecido pela sua forte ação antimicrobiana devido ao pH elevado, sendo eficaz na dissolução de tecidos necróticos e smear layer (XU, 2019).

No entanto, em concentrações mais altas, pode ser citotóxico para os tecidos periapicais. Por outro lado, a clorexidina possui um espectro antimicrobiano abrangente e é menos irritativa, com capacidade de permanecer ativa nos tecidos por períodos prolongados devido à sua substantividade. Em termos de aplicação clínica, o NaOCl é frequentemente escolhido para a desinfecção inicial devido à sua capacidade de dissolver matéria orgânica, enquanto a clorexidina é preferida para o controle de biofilmes e em situações onde a biocompatibilidade é crucial, como em casos de alergia ao NaOCl ou em tratamentos com ápices radiculares expostos (PASSINHO et al 2020).

De fato, uma concentração maior não resultará necessariamente em uma penetração mais profunda da solução nos meandros do canal radicular. No entanto, o CHX é um potencial irrigante químico indicado para o tratamento de canal. O NaOCl tem algumas vantagens sobre o CHX quando usado como irrigante endodôntico, incluindo sua capacidade de dissolver tecidos e amplo espectro de atividade antimicrobiana. (XU, 2019).

O Quadro 10 a seguir demonstra a eficácia das soluções irrigantes contra os microrganismos.

Quadro 10 - Comparando diferentes irrigantes e sua eficácia.

AUTOR – ANO	IRRIGANTES	MICRORGANISMOS	RESULTADOS
ASHOK, et al. (2017)	- Solução de cúrcuma 6% - Solução de cúrcuma 9% - Gel de CHX 2% - NaOCl 5%	<i>Fusobacterium nucleatum</i>	- Todos os irrigantes apresentaram um alto percentual de eliminação das bactérias, sendo a cúrcuma o irrigante que apresentou o melhor resultado. -Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada entre os grupos que utilizaram o hipoclorito de sódio e a clorexidina.

AUTOR – ANO	IRRIGANTES	MICROORGANISMOS	RESULTADOS
GHIVARI, <i>et al.</i> (2017)	- Octenidina 0,1% (OCT) - Zeólita de prata 2% (SZ) - Gel de CHX 2% - NaOCl 5%	- <i>Enterococcus faecalis</i> - <i>Staphylococcus aureus</i> - <i>Candida albicans</i>	- A análise aconteceu em cinco intervalos de tempo diferentes: 1, 5, 10 e 30 minutos. - Não houve diferença estatisticamente significativa entre a clorexidina e o NaOCl na eliminação de <i>E. faecalis</i> e <i>S. aureus</i> . - Contra <i>C. albicans</i> , a clorexidina foi considerada mais eficaz em todos os intervalos de tempo.
JAIWAL, <i>et al.</i> (2017)	- Ácido acético 1% - Própolis - Quitosana 0,2% - Quitosana 0,2% + clorexidina 2% - Quitosana 1% + clorexidina 1% - Quitosana 2% + clorexidina 2%. - Gel de CHX 2% - NaOCl 5%	- <i>Enterococcus faecalis</i>	- Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos que utilizaram a clorexidina e o hipoclorito de sódio.
NOURZADEH, <i>et al.</i> (2017)	-Eucalyptus galbie 12,5 mg / mL -Myrtus communis 6,25 mg / mL - Gel de CHX 2% - CHX 0,2% - NaOCl 5,25% - NaOCl 2,5%	- <i>Enterococcus faecalis</i>	- Não houve diferença significativa entre os grupos com clorexidina (0,2% e 2%) e NaOCl (2,5% e 5,25%).
YADAV, <i>et al.</i> (2017)	- Quitosana 0,25% - Quitosana 0,5% - Gel de CHX 2% - NaOCl 3%	- <i>Enterococcus faecalis</i> - <i>Candida albicans</i>	- Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada na comparação entre a clorexidina e o NaOCl no teste com <i>E. faecalis</i> . - Porém, contra a <i>Candida albicans</i> , o hipoclorito apresentou o melhor resultado
PINHEIRO, <i>et al.</i> (2018)	- Água ozonizada - Gel de CHX 2% - NaOCl 2,5%	- <i>Enterococcus faecalis</i> - <i>Streptococcus mutans</i> - <i>Candida albicans</i>	- Todos os grupos que utilizaram uma das soluções, apresentaram redução significativa do biofilme, mas não houve diferença estatisticamente significativa entre eles.
SILVA, <i>et al.</i> (2018)	- Alexidina 1% (ALX) - Gel de CHX 2% - NaOCl 2,5%	- <i>Enterococcus faecalis</i>	- Os grupos que utilizaram a clorexidina e o hipoclorito de sódio não apresentaram diferença estatisticamente significativa.

AUTOR – ANO	IRRIGANTES	MICROORGANISMOS	RESULTADOS
AL-MADI, et al. (2019)	- Fluoreto de diamina de prata 3,8% (SDF) - Gel de CHX 2% - NaOCl 5,25%	-Enterococcus faecalis	- O grupo com NaOCl apresentou uma porcentagem significativamente maior de células mortas dentre todos os grupos do teste.
CHUM, et al. (2019)	- Dicloridrato de octenidina 0,1% (OCT) - Gel de CHX 2% - NaOCl 3%	-Staphylococcus epidermidis	- Não houve diferenças significativas entre as medições de UFC nos grupos, mostrando eliminação completa de <i>S. epidermidis</i> em todas as amostras.
TECet al (2019)	- Gel de CHX 2% - NaOCl 4% (com e sem ativação com a XP-endo Finisher)	-Enterococcus faecalis -Eikenella corrodens -Streptococcus anginosus	- Os grupos que utilizaram o hipoclorito de sódio foram superiores aos grupos com a clorexidina.
D'AVIZ, et al. (2020)	- Extrato de semente de uva 6,5% (GSE) - Gel de CHX 2% - NaOCl 5,25%	- <i>Enterococcus faecalis</i>	- O irrigante que apresentou o melhor desempenho foi o NaOCl, com diferença estatisticamente significativa em relação à clorexidina e ao GSE.
FIALLOS, et al. (2020)	- Extrato de semente de uva 6,5% (GSE) - Gel de CHX 2% - NaOCl 5,25%	- <i>Enterococcus faecalis</i>	- A maior porcentagem de células mortas foi observada no grupo NaOCl, seguido de GSE. - O grupo que utilizou a clorexidina como irrigante, apresentou o pior resultado.
OZKAN, et al. (2020)	- EDTA 17% - Peróxido de hidrogênio 3% (H ₂ O ₂) -MTAD, SmearClear (SC) – Dióxido de cloro 13,8% (ClO ₂) - Gel de CHX 2% - NaOCl 3%	- <i>Enterococcus faecalis</i>	- A clorexidina apresentou o melhor resultado, isoladamente e quando combinada. - NaOCl apresentou menor atividade, quando comparado à clorexidina
DAOOD, et al. (2021)	- Quaternário silano de amônia 0,5% (K21) - Gel de CHX 2% - NaOCl 6%	- <i>Enterococcus faecalis</i>	- Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos que utilizaram clorexidina e NaOCl.

Fonte: Queiroz et al (2022).

O estudo de Xu (2019) mostrou que o NaOCl foi mais eficaz que o CHX durante o preparo quimiomecânico na terapia endodôntica, enquanto a CHX foi mais efetiva. Outro estudo descreveu que ambos os irrigantes foram ineficazes na eliminação da endotoxina dos canais radiculares primariamente infectados.

Autores sugerem a associação das duas para melhorar a desinfecção dos canais radiculares, porém, uma preocupação crescente na irrigação endodôntica envolve a formação de um precipitado potencialmente carcinogênico de cor laranja-acastanhado quando o hipoclorito de sódio é combinado com clorexidina (CHX). Esta reação pode comprometer a

eficácia e segurança do tratamento endodôntico. Para evitar a formação do precipitado laranja-acastanhado indesejado, pode-se optar por utilizar solução salina, água, álcool ou solução quelante, como EDTA ou ácido cítrico, durante o procedimento de irrigação. Essas substâncias auxiliam na prevenção de interações químicas adversas que poderiam comprometer a eficácia da terapia endodôntica, garantindo um tratamento seguro e eficiente para o paciente (VEITZ-KEENAN, et al 2013).

Conforme o artigo de Alves et al (2011) sugere o Tiosulfato de Sódio para neutralizar o NaOCl.

As complexidades anatômicas e morfológicas dos sistemas de canais radiculares representados pelo istmo, canais laterais e curvaturas são desafios significativos para a efetiva desinfecção do canal radicular. Futuros ensaios clínicos sobre esse tema devem abordar algumas falhas e limitações identificadas nesta revisão sistemática. Embora a maioria dos estudos tenha informado que a alocação das soluções irrigantes foi aleatória entre os grupos de intervenção, os procedimentos para assegurar uma randomização adequada dos agentes irrigantes não foram claramente relatados. (SURENDER, 2017).

2.4.2. Fatores que influenciam a eficácia do NaOCl

Na odontologia, o hipoclorito de sódio (NaOCl) desempenha um papel crucial como irrigante durante procedimentos endodônticos para desinfecção dos canais radiculares. Vários fatores influenciam a eficácia do NaOCl nesse contexto específico. A concentração utilizada é fundamental, pois concentrações mais altas tendem a ser mais eficazes na eliminação de microorganismos, embora seu uso precise ser cuidadoso para evitar danos aos tecidos periapicais. O tempo de exposição ao NaOCl é crítico para garantir uma desinfecção adequada do canal radicular, sendo necessário um tempo suficiente para maximizar sua ação antimicrobiana. A presença de debris necróticos e biofilme bacteriano pode interferir na eficácia do NaOCl, destacando a importância da limpeza prévia do canal (MARCEDO et al 2021).

O pH alcalino do NaOCl contribui para sua atividade antimicrobiana e sua capacidade de dissolver tecidos necróticos, facilitando a remoção de detritos dentro do canal radicular. Por fim, é essencial utilizar o NaOCl com cuidado para evitar danos aos tecidos periapicais, ajustando as concentrações e tempos de exposição conforme necessário para cada caso clínico, garantindo assim uma desinfecção eficaz e segura durante o tratamento endodôntico (NINLA et al 2019).

O tempo de exposição ao NaOCl é outro fator crítico que afeta sua eficácia, em geral, tempos de exposição mais longos resultam em melhores resultados desinfetantes, no entanto,

na prática odontológica, é necessário ajustar o tempo de contato para evitar irritação da mucosa oral, o que pode ocorrer com exposições prolongadas.

Para tanto, a temperatura da solução de NaOCl pode influenciar sua atividade antimicrobiana. Segundo Ninla (2019), soluções aquecidas tendem a ser mais reativas e eficazes na eliminação de microrganismos, contudo, é importante controlar a temperatura para evitar a rápida decomposição do NaOCl, que pode ocorrer em temperaturas excessivamente altas.

Esses materiais (substâncias orgânicas como sangue, tecidos moles e biofilmes bacterianos) reagem com o NaOCl, neutralizando parte de sua atividade desinfetante, para garantir a máxima eficácia, é essencial limpar a área de aplicação antes do uso do NaOCl, removendo quaisquer resíduos orgânicos que possam estar presentes. O pH da solução de NaOCl também desempenha um papel importante na sua eficácia. O NaOCl é mais estável e eficaz como desinfetante em pH alcalino (NINLA, 2019).

De acordo com Macedo et al. (2021), a exposição ao calor, à luz solar direta e ao ar podem degradar o NaOCl, reduzindo sua eficácia, pois se trata de uma solução ácida que pode perder sua eficácia, sendo assim é importante que ele seja armazenado em um recipiente que fique livre do contato com essas exposições, além disso, o método de aplicação do NaOCl também é um fator determinante para sua eficácia.

2.4.3. Os tipos de tratamento endodôntico e suas indicações

O tratamento endodôntico é um procedimento realizado para remover a polpa do dente, que é o tecido mole que fica no interior do dente. A polpa pode ser infectada ou danificada por cárie, trauma ou outras causas. Existem diferentes tipos de tratamento endodôntico, cada um com suas indicações específicas, dependendo das condições clínicas do dente e do paciente, Cada tipo de tratamento endodôntico possui suas técnicas específicas e requer uma avaliação cuidadosa por parte do endodontista para determinar a melhor abordagem de acordo com a condição do dente e os objetivos do tratamento. A escolha adequada do tratamento é crucial para o sucesso a longo prazo na preservação do dente natural e na saúde periapical do paciente (SIQUEIRA, 2012).

O Quadro 11 a seguir demonstra os tipos de tratamentos endodônticos e indicações.

Quadro 11 - Tipos de tratamento endodônticos

Tipo de Tratamento	Descrição	Indicações
Biopulpectomia	Tratamento da polpa vital, não infectada. Indicado para casos de pulpite aguda irreversível, pulpite crônica, reabsorções internas e preparo de canais radiculares para finalidade protética ou cirúrgica.	- Pulpite aguda irreversível - Pulpite crônica - Reabsorções internas - Preparo de canais radiculares para finalidade protética ou cirúrgica
Necropulpectomia I	Tratamento da polpa necrosada. Indicado para necrose pulpar, gangrena pulpar, periodontite apical aguda bacteriana e abscessos dento-alveolares agudos crônicos.	- Necrose pulpar - Gangrena pulpar - Periodontite apical aguda bacteriana - Abscessos dento-alveolares agudos crônicos
Necropulpectomia II	Tratamento da polpa necrosada com lesão periapical crônica. Indicado para abscessos dento-alveolares crônicos, granulomas apicais, cistos apicais e abscessos Fênix crônicos.	- Abscessos dento-alveolares crônicos - Granulomas apicais - Cistos apicais - Abscessos Fênix crônicos
Retratamento	Tratamento de um canal radicular já tratado anteriormente. Indicado para casos de falha do tratamento endodôntico, quando a lesão periapical não cicatriza ou há sensibilidade.	- Falha do tratamento endodôntico - Lesão periapical que não cicatriza - Sensibilidade ou dor persistente
Preparo Químico-Mecânico	Remoção da polpa do dente e da dentina infectada.	- Infecção pulpar - Lesão periapical - Preparo para tratamento endodôntico
Medicação Intracanal	Aplicação de medicamentos no canal radicular para matar bactérias e promover cicatrização.	- Infecção pulpar - Lesão periapical - Após preparo químico-mecânico
Obturação do Canal Radicular	Preenchimento do canal radicular com material obturador para prevenir entrada de bactérias e saliva.	- Após preparo químico-mecânico - Após medicação intracanal

Fonte: Siqueira (2012).

O tratamento de canal convencional, também conhecido como endodontia convencional, é o procedimento padrão para o tratamento de dentes com polpa infectada ou inflamada. Segundo Xuan et al. (2018), este procedimento é indicado quando há lesões pulpares irreversíveis devido a cáries extensas, trauma dentário, fraturas dentárias, ou presença de lesões periapicais visíveis no exame radiográfico, consiste na remoção completa da polpa afetada, limpeza e modelagem dos canais radiculares, desinfecção com soluções irrigantes e obturação tridimensional dos canais com material biocompatível.

O retratamento endodôntico é realizado quando um dente tratado endodonticamente apresenta sinais de falha ou persistência de infecção, de acordo com Yamaguchi et al. (2018), este procedimento é indicado nos casos em que há recidiva de sintomas, persistência de lesões periapicais ou inadequação do tratamento endodôntico prévio.

O tratamento endodôntico cirúrgico, ou apicectomia, é indicado quando o tratamento endodôntico convencional não é suficiente para resolver o problema. Herrera et al. (2023) afirmam que este tratamento é indicado nos casos de lesões periapicais persistentes, fraturas radiculares, canais calcificados ou anatomicamente complexos.

O tratamento endodôntico regenerativo é uma abordagem inovadora que visa promover a regeneração dos tecidos pulpares e periapicais. Lucena et al. (2021) destacam que este procedimento é indicado em casos de lesões pulpares em dentes imaturos, onde há potencial para regeneração tecidual. A pulpotomia é um procedimento utilizado em dentes decíduos (de leite) com polpa dentária inflamada devido a cárie extensa ou trauma. Sanjay et al. (2019) explicam que este procedimento é indicado quando há inflamação reversível da polpa, visando preservar a vitalidade do dente decíduo e permitir sua permanência na cavidade bucal até a esfoliação fisiológica.

2.5. Acidentes com hipoclorito de sódio durante o tratamento endodôntico.

O hipoclorito de sódio é reconhecido como o irrigante preferencial desde 1915, quando foi inicialmente utilizado como solução de Dakin durante a Primeira Guerra Mundial devido às suas propriedades ideais para desinfecção. Com um pH elevado de aproximadamente 11.8, o NaOCl é eficaz na dissolução de tecidos orgânicos e necróticos, sendo amplamente empregado por endodontistas para a limpeza de canais radiculares. No entanto, seu uso inadequado pode resultar em sérios acidentes e complicações, como a extrusão para tecidos moles, causando dor intensa, edema, hematoma na face, queimaduras labiais e mucosas, e até hemorragia intra-canal (GATELLI; BORTOLINI, 2014).

A proximidade dos pré-molares e primeiros molares superiores com o seio maxilar aumenta a gravidade dessas complicações, evidenciando a necessidade de precauções rigorosas durante o procedimento. É essencial que os profissionais informem os pacientes sobre os potenciais riscos e complicações associadas ao uso de NaOCl, garantindo um tratamento adequado e acompanhamento cuidadoso para minimizar danos. Medidas preventivas, como o uso de aventais, óculos de proteção, e isolamento absoluto, são fundamentais para evitar acidentes com respingos da solução, que podem causar danos às vestimentas dos pacientes e, em casos graves, lesões oculares que podem resultar em cegueira (NOITES et al., 2009).

O contato do hipoclorito de sódio com os olhos pode resultar imediatamente em dor intensa, lacrimejamento intenso, eritema e ardência, podendo levar à perda das células epiteliais da córnea. Tais acidentes podem ser facilmente evitados com o uso de óculos de proteção tanto para o cirurgião dentista quanto para o paciente durante o tratamento odontológico. Além disso, o hipoclorito de sódio pode desencadear reações alérgicas nos pacientes durante o tratamento endodôntico, como anafilaxia, manifestando-se inicialmente com sensações de ardor, dor e queimação, seguidas por parestesia na região facial tratada. Outras complicações relacionadas incluem inchaço dos lábios devido à equimose, hematomas e possíveis hemorragias originadas diretamente do canal radicular (GATELLI; BORTOLINI, 2014).

Acidentes decorrentes do uso inadequado de hipoclorito de sódio podem variar de complicações leves a graves. A necrose tecidual é uma das complicações mais sérias resultantes do extravasamento desse agente. Ela pode surgir logo após o acidente, podendo manifestar-se em minutos, horas ou dias. Em casos mais graves, é recomendável encaminhar o paciente ao hospital para administração de antibióticos, anti-inflamatórios e, dependendo da extensão da necrose, podem ser necessárias intervenções como a administração de esteroides por via intravenosa ou a realização de drenagem no local afetado (NOITES et al., 2009).

A obstrução das vias aéreas superiores devido ao extravasamento de hipoclorito de sódio pode representar uma emergência grave, exigindo encaminhamento imediato do paciente ao hospital para desobstrução adequada das vias aéreas. Esse tipo de complicação pode ocorrer especialmente durante tratamentos endodônticos em dentes anteriores superiores, onde há um risco aumentado de contato próximo com o seio maxilar. Como destacado é crucial que esses casos sejam tratados com atenção redobrada devido à proximidade anatômica sensível (GATELLI; BORTOLINI, 2014)

Diversos fatores podem contribuir para o extravasamento do hipoclorito de sódio além do forame apical, como a presença de elementos dentários com ápice aberto, reabsorção radicular, instrumentação inadequada que perfura as raízes e até mesmo a falha no uso de isolamento absoluto durante a irrigação. Esses são elementos que aumentam o risco de complicações durante o procedimento endodôntico (NOITES et al., 2009).

Borin et al. (2020) propõem várias medidas terapêuticas para lidar com as complicações decorrentes do extravasamento de hipoclorito de sódio, incluindo a administração de medicamentos locais e sistêmicos, acompanhamento contínuo através de exames clínicos e radiográficos para avaliação da extensão do dano, e, como uma alternativa terapêutica emergente, o uso de laser de baixa intensidade (LBI).

A maioria dos incidentes relacionados ao hipoclorito de sódio durante a irrigação endodôntica está associada à injeção acidental da agulha de irrigação no canal radicular. Para prevenir tais situações, diversas medidas podem ser adotadas. Primeiramente, deve-se evitar realizar irrigação na região apical se os comprimentos de trabalho não tiverem sido previamente determinados. É recomendável utilizar batentes de borracha posicionados nas agulhas de irrigação, de preferência com saída lateral, para evitar pressão excessiva durante a irrigação e minimizar o risco de injeção acidental (TABORDA et al 2022).

Além disso, é essencial realizar a irrigação com baixa pressão e fluxo constante. A introdução da agulha de irrigação no canal radicular deve permitir um caminho de refluxo entre a cânula injetora e o canal, garantindo que o líquido irrigante possa sair livremente. Movimentos de vaivém devem ser aplicados ao longo do canal durante a irrigação para evitar obstruções no refluxo, o que poderia resultar no extravasamento sob pressão do líquido irrigador pelo forame apical (BARBOSA et al 2016).

Observou-se que agulhas de ventilação lateral de menores diâmetros são eficazes na substituição do irrigante próximo ao comprimento de trabalho do canal radicular, enquanto minimizam o risco de pressão apical elevada e, conseqüentemente, a extrusão periapical de detritos. Em contraste, agulhas de ponta aberta demonstraram uma melhor substituição do irrigante na parte apical do canal, porém foram associadas a uma maior pressão apical, aumentando o potencial de extrusão de materiais para o periápice (TABORDA et al 2022).

Portanto, embora as agulhas de ponta aberta sejam eficazes na irrigação apical, elas também apresentam um risco aumentado de complicações devido à pressão gerada. As agulhas de ventilação lateral, devido ao seu menor diâmetro e capacidade de irrigação efetiva próximo ao comprimento de trabalho, são consideradas uma opção mais segura para minimizar tais complicações durante os procedimentos endodônticos. Essa escolha deve levar em conta a necessidade de equilibrar eficácia e segurança na irrigação dos canais radiculares (BARBOSA et al 2016).

Essas abordagens destacam a importância de medidas preventivas rigorosas durante procedimentos endodônticos para evitar complicações graves associadas ao hipoclorito de sódio, além da necessidade de intervenção rápida e precisa em caso de ocorrência de acidentes.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A irrigação desempenha um papel crucial no tratamento endodôntico durante o preparo biomecânico, sendo essencial para assegurar uma desinfecção adequada e melhorar o prognóstico do tratamento. As soluções irrigadoras, como o hipoclorito de sódio (NaOCl), devem atender a padrões químicos rigorosos para permitir a remoção eficaz de detritos e a redução do número de bactérias no canal infectado.

O NaOCl é reconhecido por sua eficácia notável no tratamento do conduto radicular, devido às suas propriedades desejáveis como forte ação antimicrobiana, capacidade de dissolver material orgânico, lubrificação e baixa tensão superficial, além de ser biologicamente compatível. Sua ampla capacidade de combater diversos microrganismos é crucial para o sucesso do tratamento endodôntico, atuando também como lubrificante e auxiliando na remoção de resíduos durante a instrumentação, incluindo polpas e restos alimentares nos túbulos dentinários.

Para garantir resultados satisfatórios, é recomendado o uso de hipoclorito de sódio em concentrações entre 1% e 2,5%, com um volume de irrigação adequado para renovar a solução continuamente. É fundamental que os profissionais endodônticos estejam familiarizados com suas propriedades e técnicas de aplicação para maximizar sua eficácia no tratamento.

Nessa análise de literatura, fundamentada em estudos científicos, evidencia que o hipoclorito de sódio tem sido extensivamente pesquisado e reconhecido pela sua eficácia no tratamento do canal radicular. Esta solução irrigadora, quando empregada de maneira apropriada e com concentrações adequadas, desempenha um papel crucial na desinfecção eficaz do sistema de canais radiculares, contribuindo significativamente para o sucesso do tratamento endodôntico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, F.R.F. et al. Disinfecting oval-shaped root canals: effectiveness of different supplementary approaches. **Journal of endodontics**, v. 37, n. 4, p. 496-501, 2011.
- AHMETOGLU, F. et al (2014). Effectiveness of different irrigation systems on smear layer removal: A scanning electron microscopic study. **European journal of dentistry**, 8(1), 53–57.
- ALKAHTANI, A; ALKAHTANY, S. M.; ANIL, S. An in vitro evaluation of the cytotoxicity of varying concentrations of sodium hypochlorite on human mesenchymal stem cells. **The journal of contemporary dental practice**, v. 15, n. 4, p. 473-481, 2014.
- ASSIS, A.V de A.; ALVES-SILVA,E.G; DAMETTO,F.R. Endodontia regenerativa: revisão integrativa. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 13, p. e534111335556, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35556>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35556>. Acesso em: 27 maio 2024.
- BANTLE, M. L. D. et al. Eficácia da transparência ultrassônica passiva no tratamento endodôntico. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento** , v. 10, n. 14, pág. e106101421879-e106101421879, 2021.
- BARTOLS, A. et al. A retrospective assessment of different endodontic treatment protocols. **PeerJ**, [s. l.], v. 8, p. e8495, 30 abr. 2020. DOI: 10.7717/peerj.8495. Disponível em: <https://peerj.com/articles/8495>. Acesso em: 25 maio 2024.
- BRITO, P.R. et al. Comparison of the effectiveness of three irrigation techniques in reducing intracanal *Enterococcus faecalis* populations: an in vitro study. **J Endod.** 2009 Oct;35(10):1422-7. doi: 10.1016/j.joen.2009.07.001. PMID: 19801244.
- BARBOSA, R. A. C. Sistemas de irrigação endodônticos: vantagens e desvantagens. **PQDT-Global**, 2016.
- BONAN, R. F.; BATISTA, A. U. D; HUSSNE, R. P.. Comparação do uso do hipoclorito de sódio e da clorexidina como solução irrigadora no tratamento endodôntico: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 15, n. 2, p. 237-244, 2011.
- BOONCHOO, K. et al. Simplify pulpectomy in primary molars with a single-file reciprocating system: a randomized controlled clinical trial. **Clinical Oral Investigations**, [s. l.], v. 24, n. 8, p. 2683-2689, 2020. DOI: 10.1007/s00784-019-03130-5. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00784-019-03130-5>. Acesso em: 23 maio 2024.
- BORRIN,O. et al. Conduta frente à lesão por hipoclorito de sódio em terapia endodôntica: um relato de prontuário. **Archives of Health Investigation**, v. 9, n. 2, 2020.
- BOUSIOUKIS, C.; LAMBRIANIDIS, T.; KASTRINAKIS, E. Measurement of pressure and flow rates during irrigation of a root canal ex vivo with three endodontic needles. **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 7, p. 504–513, 2007.

BRONNEC, F.; BOUILLAGUET, S.; MACHTOU, P. Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the final irrigation regimen. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 8, p. 663–672, 2010.

BRUNSON, M.; HEILBORN, C.; JOHNSON, J. Effect of apical preparation size and preparation taper on irrigant volume delivered by using negative pressure irrigation system. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 4, p. 721–723, 2010.

CÂMARA, A. C; DE ALBUQUERQUE, M. M; AGUIAR, C. M. Soluções irrigadoras utilizadas para o preparo biomecânico de canais radiculares. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, v. 10, n. 1, p. 127-133, 2010.

CAMÕES, I. C. G. et al. Avaliação do hipoclorito de sódio e da clorexidina na desinfecção de cones de guta-percha. **Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo**, v. 22, n. 2, p. 94-103, 2010.

COELHO, P.T.; SILVA, F. J.; DE SOUSA LIMA, S. ACIDENTES E COMPLICAÇÕES NA ENDODONTIA. **Revista Cathedral**, v. 4, n. 3, p. 58-68, 16 set. 2022

COAGUILA-LLERENA, H. et al. Physicochemical properties, cytotoxicity and penetration into dentinal tubules of sodium hypochlorite with and without surfactants. **Restorative Dentistry & Endodontics**, [s. l.], v. 45, 10 set. 2020. DOI: 10.5395/rde.2020.45.e37).

ERAMO, S. et al. Dental pulp regeneration via cell homing. **International Endodontic Journal**, [s. l.], v. 51, n. 4, p. 405-419, 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/iej.12848>. Acesso em: 24 maio 2024.

FABRO, R. M. N a et al. Comparação de diferentes concentrações de hipoclorito de sódio e soro fisiológico utilizados como soluções irrigadoras. **RevOdonto**, [S. l.], p. 9, 4 dez. 2010. Disponível em: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-38882010000400018. Acesso em: 11 dez. 2023.

FEITOSA, V. P. et al. Dental Pulp Autotransplantation: A New Modality of Endodontic Regenerative Therapy-Follow-Up of 3 Clinical Cases. **Journal of Endodontics**, [s. l.], v. 47, n. 9, p. 1402-1408, 2021. DOI: 10.1016/j.joen.2021.06.007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S009923992100349X>. Acesso em: 24 maio 2024.

GAMBARINI, G.; LUCA, M.; GEROSA, R. Chemical stability of heated sodium hypochlorite endodontic irrigants. **J Endodon**, v. 24, p. 432-4, 1998.

GATELLI, G.; BORTOLINI, MCT O USO DA CLOREXIDINA COMO SOLUÇÃO IRRIGADORA EM ENDODONTIA. **Revista Uningá**, [S. l.], v. 1, 2014. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uningareviews/article/view/1555>. Acesso em: 25 jun. 2024

GOMEZ-SOSA, J. F. et al. Dental Pulp Regeneration Induced by Allogenic Mesenchymal Stromal Cell Transplantation in a Mature Tooth: A Case Report. **Journal of Endodontics**, [s. l.], v. 48, n. 6, p. 736-740, 2022. DOI: 10.1016/j.joen.2022.03.002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0099239922001153>. Acesso em: 24 maio 2024.

GULABIVALA, K.; PATEL, B.; EVANS, G. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. **Endodontic Topics**, v. 10, n. 1, p. 103–122, 2005.

HERRERA, David et al. Prevention and treatment of peri-implant diseases—The EFP S3 level clinical practice guideline. **Journal of Clinical Periodontology**, [S.l.], 04 jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.13823>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcpe.13823>. Acesso em: 04 jun. 2023.

HSIEH, Y. et al. Dynamic recording of irrigating fluid distribution in root canals using thermal image analysis. **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 1, p. 11–17, 2007.

HUANG, Y. et al. Autologous transplantation of deciduous tooth pulp into necrotic young permanent teeth for pulp regeneration in a dog model. **Journal of International Medical Research**, [s. l.], v. 47, n. 10, p. 5094-5105, 2019. DOI: 10.1177/0300060519867352. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0300060519867352>. Acesso em: 24 maio 2024.

JOSEPH, E. J. et al. A novel regenerative endodontic procedure in a traumatized immature tooth using amniotic membrane. **Dental Research Journal**, [s. l.], v. 18, p. 28, 6 abr. 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8063840/>. Acesso em: 24 maio 2024.

LACERDA, M. FLS et al. Cleaning and shaping oval canals with 3 instrumentation systems: a correlative micro-computed tomographic and histologic study. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 11, p. 1878-1884, 2017

LEONARDO, Mario Roberto. Endodontia: tratamento de canais radiculares: evolução através da história. In: Endodontia: tratamento de canais radiculares **Revista BVSALUD**. 2005. p. 1-18.

LING, L. et al. Regeneration of Dental Pulp Tissue by Autologous Grafting Stem Cells Derived from Inflammatory Dental Pulp Tissue in Immature Premolars in a Beagle Dog. **Chinese Journal of Dental Research**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 143-150, 2020. DOI: 10.3290/j.cjdr.a44730. Disponível em: https://www.quintpub.com/journals/cjdr/abstract.php?iss2_id=1509&article_id=20743. Acesso em: 24 maio 2024.

LUCENA, Ianara Vitória Souza de et al. Evidências científicas sobre a realização do tratamento endodôntico em sessão única. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 8, p. e45210817534, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17534>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17534>. Acesso em: 27 maio 2024.

LUKE, A. M. et al. Human dental pulp stem cells differentiation to neural cells, osteocytes and adipocytes-An in vitro study. **Heliyon**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. e03054, 2020. DOI: 10.1016/j.heliyon.2020.e03054. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844019355280>. Acesso em: 24 maio 2024.

MONTEIRO, L.P.B et al. Mechanical activation with Easy Clean device enhanced organic tissue removal from simulated internal root resorption in a laboratory evaluation. **BMC Oral Health**, v. 23, n. 1, p. 385, 2023.

MACEDO, O.; et al. O uso do hipoclorito de sódio (NaOCl) como solução irrigadora para o tratamento endodôntico. **Revista Pró-UniverSUS**, v. 12, n. 2, p. 43-47, 2021.

MACEDO, R. Optimizing the chemical efficiency of NaOCl. **Academic Center for Dentistry Amsterdam (ACTA)**, p. 10-125, 2013

MCDONNELL, G.; RUSSELL, A. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 12, n. 1, p. 147-179, 1999

MEZA, G. et al. Personalized Cell Therapy for Pulpitis Using Autologous Dental Pulp Stem Cells and Leukocyte Platelet-rich Fibrin: A Case Report. **Journal of Endodontics**, [s. l.], v. 45, n. 2, p. 144-149, 2019. DOI: 10.1016/j.joen.2018.10.009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0099239918308749>. Acesso em: 24 maio 2024.

NASCIMENTO, G. G. et al. Comparison of the effectiveness of single- and multiple-sessions disinfection protocols against endotoxins in root canal infections: systematic review and meta-analysis. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 1226, 13 jan. 2021. DOI: 10.1038/s41598-020-79300-3. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-79300-3>. Acesso em: 23 maio 2024.

NOITES, R.; CARVALHO, M. F.; VAZ, I. P. Complicações que podem surgir durante o Uso do Hipoclorito de Sódio no Tratamento Endodôntico. **Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial**, v. 50, n. 1, p. :53-56, 2009.

PASSINHO, C. S. et al. Irrigantes endodônticos utilizados por cirurgiões dentistas no município de Itabuna-Bahia. **Rev. Odontol. Araçatuba**, p. 40-47, 2020.

PALACIOS, G. B. et al. Tratamiento endodóntico en una sesión comparado con múltiples sesiones en pacientes con dentición permanente. **Revista Internacional de Odontología Interdisciplinaria**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 217-223, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S2452-55882020000300217>. Disponível em: <https://www.revistaidoi.uchile.cl/index.php/RIDI/article/view/58677>. Acesso em: 23 maio 2024.

PATRIOTA, E. C. R. et al. Eficácia da endodontia guiada no tratamento de dentes com calcificação radicular: revisão integrativa. Research, **Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 8, p. e655986066, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.6066. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6066>. Acesso em: 24 maio 2024.

PRETEL, H.; BEZZON, F.; FALEIROS, F. B. C.; DAMETTO, F. R.; VAZ, L. G. Comparação entre soluções irrigadoras na endodontia: clorexidina x hipoclorito de sódio. RGO. **Revista Gaúcha de Odontologia**, v.59, n.1, p. 127-132, 2011.

DE QUEIROZ, A; NÓBREGA, L. M. M. Comparação da propriedade antimicrobiana da clorexidina e do hipoclorito de sódio como irrigantes endodônticos: uma revisão integrativa. **Revista Ciência Plural**, v. 8, n. 3, p. 1-17, 2022.

RIBEIRO, E. C. et al. O hipoclorito de sódio na Endodontia. **Brazilian Journal of Health**, v. 1, p. 54-62, 2010.

SANJAY, M.; LONDHE, S. M.; SHARMA, S. Single-visit versus dual-visit endodontics. A comparative Study. **Indian Journal of Public Health and Development**, [s. l.], v. 10, n. 7, p. 244-250, 2019. DOI: 10.598. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335377250_Single-visit_versus_dual-visit_endodontics_A_comparative_Study. Acesso em: 23 maio 2024.

SCHÄFER, Edgar. Irrigação do canal radicular. **Endodontic Practice Today**, v. 1, n. 1, 2007..

SEDGLEY, C.; NAGEL, A.; HALL, D. Influence of irrigant needle depth in removing bioluminescent bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging in vitro. **International Endodontic Journal**, v. 38, n. 2, p. 97–104, 2005.

SIQUEIRA, J. F. JR; RÔÇAS, I. N.; LOPES, H. P.; ALVES, F. R. F.; OLIVEIRA, J. C. M.; ARMADA, L.; PROVENZANO, J. C. Princípios biológicos do tratamento endodôntico de dentes com polpa necrosada e lesão perirradicular, **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 69, n. 1, p. 8-14, jan./jun. 2012.

SWEETMAN, S. C. Martindale: the complete drug reference. **London: Pharmaceutical press**, 2004.

TABORDA, T. D; PAGLIOSA, A. Acidentes com hipoclorito de sódio na endodontia: uma revisão de literatura. **Journal of Multidisciplinary Dentistry**, v. 12, n. 1, p. 25-30, 2022.

VEITZ-KEENAN, A. The chemical combination of some irrigant solutions and gels with chelating agents during endodontic treatment may alter the success of the therapy. **Journal of Evidence Based Dental Practice**, v. 13, n. 1, p. 11-13, 2013.

WEBER, C et al. The Effect of Passive Ultrasonic Activation of 2% Chlorhexidine or 5.25% Sodium Hypochlorite Irrigant on Residual Antimicrobial Activity in Root Canals. **Journal Of Endodontics**, [S.L.], v. 29, n. 9, p. 562-564, set. 2003. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/00004770-200309000-00005>.

WINTER, J.; ILBERT, M.; GRAF, P. **Bleach activates a redox-regulated chaperone by oxidative protein unfolding**. **Cell**, v. 135, n. 4, p. 691-701, 2008.

XU, J. et al. Influência do Procedimento Endodôntico na Aderência do Enterococcus faecalis. **J Endod**. 2019.

XUAN, K. et al. Deciduous autologous tooth stem cells regenerate dental pulp after implantation into injured teeth. **Science Translational Medicine**, [s. l.], v. 10, n. 455, p. 3227, 2018. DOI: 10.1126/scitranslmed.aap9247. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/scitranslmed.aap9247>. Acesso em: 24 maio 2024.

YAMAGUCHI, M. et al. Factors that cause endodontic failures in general practices in Japan. **BMC Oral Health**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 70, 27 abr. 2018. DOI: 10.1186/s12903-018-0531-7. Disponível em: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-018-0531-7>. Acesso em: 24 maio 2024.

ZEHNDER, M. et al. Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics**, v. 94, n. 6, p. 756–62, 2002.

ZEHNDER, M. Root Canal Irrigants. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 5, p. 389-395, 2006.