



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
CURSO DE ODONTOLOGIA

Leticia Ramos da Silva

**Estudo comparativo do custo-benefício das soluções irrigadoras utilizadas em
Endodontia**

Florianópolis
2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
DISCIPLINA DE TCC

**Estudo comparativo do custo-benefício das soluções irrigadoras utilizadas em
Endodontia**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Cirurgião Dentista.

Aluna: Leticia Ramos da Silva

Orientador: Profª Dra. Juliana Silva Ribeiro de Andrade

Coorientadora: Dra. Andressa da Silva Barboza

Florianópolis

2024

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela
BU/UFSC.

Dados inseridos pelo próprio autor.

da Silva, Leticia Ramos

Estudo comparativo do custo-benefício das soluções irrigadoras utilizadas em Endodontia / Leticia Ramos da Silva ; orientadora, Juliana Silva Ribeiro de Andrade, coorientador, Andressa da Silva Barboza, 2024.

45 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

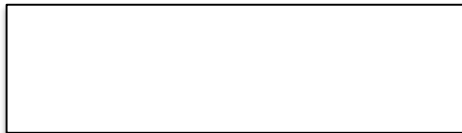
1. Odontologia. 2. Soluções irrigadoras. 3. Ação antimicrobiana. 4. Endodontia . 5. Custo-efetividade. I. de Andrade, Juliana Silva Ribeiro. II. Barboza, Andressa da Silva . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Odontologia. IV. Título.

Leticia Ramos da Silva

Estudo comparativo do custo-benefício das soluções irrigadoras utilizadas em
Endodontia

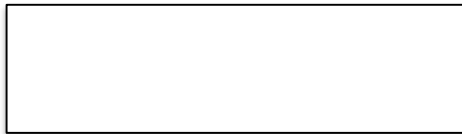
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título
de Cirurgiã-Dentista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Odontologia.

Florianópolis, 22 de Maio de 2024.



Prof.(a) Gláucia Santos Zimmermann, Dr.(a)
Coordenadora do Curso

Banca examinadora



Prof.(a) Juliana Silva Ribeiro de Andrade, Dr.(a)
Orientador(a)



Prof.(a) Thais Mageste Duque, Dr.(a)
Universidade Federal de Santa Catarina



Ma. Christiane Cabral Leite
Universidade Federal de Santa Catarina

Com dedicação e carinho, à minha família que esteve presente em cada passo desta nova etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, expresso minha gratidão a Deus por me conceder a oportunidade de chegar até este momento. Agradeço por ter orientado meus pensamentos, minhas escolhas e por fortalecer-me nos momentos de aflição.

Aos meus pais, Edilena e Tercio, dedico um sincero agradecimento, pois são figuras essenciais em minha jornada, meu porto seguro. Sem o apoio deles, a realização deste sonho não seria possível. Obrigado por confiarem em mim, por acreditarem em meu potencial e por todo suporte oferecido ao longo destes cinco anos.

Agradeço também aos meus avós, Onelia e Tercio, cujo estímulo desde a minha infância foi fundamental para que eu perseguisse minhas metas com fé no Senhor para alcançá-las. Vocês contribuíram significativamente para minha formação pessoal e agora profissional.

As minhas irmãs, Beatriz, Lidia e Ludimila, agradeço por serem minhas confidentes nas horas de angústia. Obrigada por tantos momentos preciosos juntas e compreensão imensurável.

Aos meus familiares, agradeço pelo apoio constante, que de diversas maneiras, têm um significado especial para mim. Sua presença e incentivo são inestimáveis e valorizados em minha vida.

É uma honra ter feito amizades tão preciosas. Quero expressar um agradecimento especial à minha dupla de faculdade, Jennifer Meireles. Tenho certeza de que os dias na clínica não seriam os mesmos sem a sua companhia, colaboração e apoio.

Aos colegas de turma, meu profundo agradecimento por compartilharmos tantos momentos, risos, dúvidas e memórias tão especiais ao longo dessa jornada.

À minha orientadora, professora Juliana Ribeiro, e coorientadora, Andressa Barboza, agradeço pela disponibilidade, compreensão e apoio dedicados à realização deste trabalho de conclusão de curso. Também estendo minha gratidão a todos os professores da graduação, que são exemplos a serem seguidos e que contribuíram imensamente para minha formação acadêmica.

Por fim, expresso minha gratidão à Universidade Federal de Santa Catarina por toda a infraestrutura e por proporcionar a realização desse sonho. É com orgulho que me preparo para exercer minha profissão na área da Odontologia, ciente de que recebi uma excelente formação.

*‘Confie no Senhor de todo coração e não se apoie na sua própria inteligência. Lembre-se de Deus em tudo o que fizer e ele lhe mostrará o caminho certo’
(Provérbios 3: 5 - 6).*

RESUMO

O tratamento endodôntico bem-sucedido depende da redução da população microbiana nos canais radiculares. A persistência microbiana em áreas complexas, como canais laterais e túbulos dentinários, pode causar falhas. A limpeza e modelagem desses canais são alcançadas através de processos mecânicos e químicos, incluindo a irrigação-aspiração. O objetivo desse trabalho foi realizar um estudo comparativo para avaliar a eficácia das soluções irrigadoras utilizadas em Endodontia, considerando seus custos, a fim de auxiliar os Cirurgiões-Dentistas na escolha da opção mais eficaz em termos de custo-benefício. A pesquisa bibliográfica foi realizada na base de dados PubMed, utilizando as palavras chaves [MeSH Terms]: “root canal therapy”, “sodium hypochlorite”, “chlorhexidine”, “root canal irrigants” e “anti-infective agents”. A pesquisa identificou 175 referências a partir de 2013. Após a remoção das duplicatas com o software Rayyan e análise dos títulos dos estudos, 12 artigos foram selecionados para a leitura integral. Foram excluídos artigos sem relação com o tema, que não avaliaram ação antimicrobiana ou utilizaram métodos de estudos diferentes, resultando em 6 ensaios clínicos que comparavam a efetividade antimicrobiana das soluções irrigadoras utilizadas em Endodontia. Após a extração de dados, foram selecionadas as soluções com maiores taxas de efetividade antimicrobiana, sendo elas: Hipoclorito de sódio 1% e a Clorexidina 2% em gel. Assim foi possível realizar o cálculo da relação custo-efetividade. Para cada incremento de 1% na efetividade do Hipoclorito de sódio 1%, estima-se uma economia de cerca de R\$ 3,35 no procedimento. Essa consideração de custo pode auxiliar o Cirurgião-Dentista na escolha da solução irrigadora mais adequada para o ambiente clínico.

Palavras-chave: Soluções irrigadoras. Ação antimicrobiana. Endodontia. Custo efetividade.

ABSTRACT

Successful endodontic treatment relies on the reduction of bacterial population within root canals. Bacterial persistence in intricate areas such as lateral canals and dentinal tubules can lead to treatment failure. Cleaning and shaping of these canals are achieved through mechanical and chemical processes, including irrigation-aspiration. The aim of this study was to conduct a comparative analysis to evaluate the effectiveness of irrigating solutions used in Endodontics, taking into consideration their costs, in order to assist Dentists in selecting the most cost-effective option. A bibliographic search was conducted on the PubMed database using keywords: “root canal therapy”, “sodium hypochlorite”, “chlorhexidine”, “root canal irrigants” and “anti-infective agents”. This search yielded 175 references from 2013 onwards. After removing duplicates using Rayyan software and analyzing study titles, 12 articles were selected for full-text reading. Articles unrelated to the topic, those not assessing antimicrobial action, or using different study methods were excluded, resulting in 6 clinical trials comparing the antimicrobial effectiveness of irrigating solutions used in Endodontics. After data extraction, solutions with higher rates of antimicrobial effectiveness were selected, namely 1% Sodium Hypochlorite and 2% Chlorhexidine gel. This enabled the calculation of the cost-effectiveness ratio. For every 1% increase in the effectiveness of 1% Sodium Hypochlorite, an estimated savings of approximately R\$ 3.35 in the procedure costs is projected. This cost consideration can assist the Dentist in choosing the most suitable irrigating solution for the clinical setting.

Keywords: Irrigating solutions. Antimicrobial action. Endodontics. Cost-effectiveness.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Equilíbrio dinâmico do hipoclorito de sódio.....	20
Figura 2. Reação de neutralização dos aminoácidos.....	21
Figura 3. Reação de cloraminação.....	21
Figura 4. Fórmula estrutural da clorexidina.....	24
Figura 5. Diagrama de fluxo do processo de seleção dos estudos.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estratégia de busca	28
Tabela 2 – Artigos selecionados	32
Tabela 3 – Preços de mercado.....	35
Tabela 4 – Preços de mercado 02.....	36
Tabela 5 – Custo e efetividade das soluções irrigadoras.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Matriz de custo-efetividade.....	40
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACE	Análise custo-efetividade
ATP	Adenosina trifosfato
CHX	Clorexidina
HOCl	Ácido hipocloroso
NaOCl	Hipoclorito de sódio
pH	Potencial Hidrogeniônico
PQM	Preparo químico-mecânico
RCE	Relação de custo-efetividade
UFC	Unidades formadoras de colônia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Substâncias químicas auxiliares e soluções irrigadoras.....	16
2.2	Requisitos de uma substância química auxiliar.....	16
2.3	Hipoclorito de sódio.....	17
2.4	Clorexidina	18
2.5	Mecanismos de ação antimicrobiana do hipoclorito de sódio e clorexidina..	19
2.6	Análise do custo-efetividade.....	26
3	OBJETIVOS	27
3.1	Objetivo geral.....	27
3.2	Objetivos específicos	27
4	METODOLOGIA	28
5	RESULTADOS	30
6	DISCUSSÃO	37
7	CONCLUSÕES	41
	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

Para o êxito do tratamento endodôntico, é imperativo a eliminação ou redução significativa da população microbiana nos canais radiculares (Zandi et al., 2016). A principal razão para a falta de sucesso em tais situações reside na persistência de microrganismos em regiões anatomicamente complexas, tais como canais laterais, istmos, ramificações apicais e túbulos dentinários, assim o objetivo do preparo químico-mecânico é realizar a limpeza, expansão e modelagem do canal radicular (Roças et al., 2016).

A limpeza é alcançada por meio de distintos processos: a ação mecânica dos instrumentos endodônticos nas paredes internas do canal radicular, a influência das substâncias químicas auxiliares nos elementos presentes no sistema de canais radiculares (tecidos orgânicos, inorgânicos e microrganismos) e a irrigação-aspiração, visto que a turbulência gerada e ao refluxo da corrente líquida (solução irrigadora), elimina os detritos resultantes desses procedimentos para fora do canal radicular (Lopes; Siqueira Junior, 2015).

O hipoclorito de sódio (NaOCl), em concentrações variando de 0,5% a 5,25%, é comumente utilizado como irrigante em procedimentos de descontaminação dos canais radiculares por sua notável atividade antimicrobiana e habilidade em dissolver matéria orgânica (Zandi et al., 2016). Entretanto, é importante considerar que o NaOCl pode apresentar efeitos adversos nos tecidos vitais e ser tóxico para os tecidos perirradiculares (Roças *et al.*, 2016). Por outro lado, o digluconato de clorexidina (CHX) demonstra uma ampla atividade antimicrobiana contra bactérias e possui substantividade à dentina, proporcionando uma ação prolongada (Barbosa-Ribeiro *et al.*, 2019). No entanto, é importante ressaltar que a CHX tem limitações quanto à sua capacidade de dissolver tecidos. Além disso, evidências sugerem que a CHX pode ser menos irritante para os tecidos vitais quando comparada ao NaOCl (Zandi et al., 2016).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão na literatura acerca da efetividade das soluções irrigadoras frequentemente utilizadas na endodontia para a irrigação dos canais radiculares, correlacionando com os seus respectivos custos de mercado, possibilitando o cálculo e análise do custo-efetividade.

Tendo esse conhecimento, o cirurgião-dentista é capaz de optar pela solução irrigadora que oferece melhor custo-benefício para uso em ambiente clínico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS AUXILIARES E SOLUÇÕES IRRIGADORAS

De acordo com Lopes e Siqueira Junior (2015), as substâncias químicas auxiliares são utilizadas para dissolver tecidos orgânicos vivos ou necrosados, eliminar microrganismos, lubrificar, quelar íons de cálcio e suspender detritos durante a instrumentação dos canais radiculares, portanto são aplicadas durante a instrumentação dos canais radiculares e devem possuir características físicas e químicas adequadas para cumprir esses objetivos. Por outro lado, as soluções irrigadoras são usadas durante a irrigação e aspiração dos canais radiculares, sendo esse processo breve, sua eficácia depende mais das propriedades físicas, como baixa viscosidade e baixa tensão superficial, para otimizar o desempenho e promover uma limpeza eficaz (Lopes; Siqueira Junior, 2015).

2.2 REQUISITOS DE UMA SUBSTÂNCIA QUÍMICA AUXILIAR

As técnicas químico-mecânicas são vitais para reduzir a carga bacteriana no canal radicular principal, que normalmente abriga a maior concentração de bactérias no sistema. Assim, as ações mecânicas dos instrumentos e o fluxo de irrigantes têm como objetivo extinguir efetivamente quantidades substanciais de bactérias (Roças *et al.*, 2016). Para uma substância química auxiliar ser eficiente, é necessário que a mesma apresente as seguintes características: baixa tensão superficial para aumentar a capacidade de penetração da substância no canal radicular, proporcionando maior capacidade de limpeza; baixa viscosidade para permitir um escoamento adequado; capacidade de dissolução de tecido orgânico para remoção de tecido pulpar vivo ou necrosado; atividade antimicrobiana para eliminação ou diminuição significativa de

microrganismos não removidos mecanicamente; atividade quelante para a remoção da *smear layer*; atividade lubrificante com a finalidade de reduzir a força de atrito entre o instrumento e as paredes dentinárias; suspensão de detritos orgânicos e inorgânicos a fim de evitar sua deposição especialmente na região apical (Lopes; Siqueira Junior, 2015).

2.3 HIPOCLORITO DE SÓDIO

Em 1915, Dakin utilizou hipoclorito de sódio para limpar feridas, e em 1919, Coolidge propôs seu uso na Endodontia. Em 1936, Walker sugeriu a utilização de soda clorada na irrigação de canais radiculares. A popularização do hipoclorito de sódio no preparo químico-mecânico de canais radiculares ocorreu graças a Grossman (Lopes; Siqueira Junior, 2015). No ano de 1941, Grossman e Meiman examinaram diversos agentes químicos empregados no preparo biomecânico dos canais radiculares, concluindo que a solução de hipoclorito de sódio a uma concentração de 4 a 6% (soda clorada duplamente concentrada) foi o agente de dissolução mais eficaz do tecido pulpar (Leonardo; Leonardo, 2017).

O hipoclorito de sódio (NaOCl), o qual comumente varia entre as concentrações de 0,5% a 5,25%, tem sido a solução de irrigação mais amplamente utilizada no tratamento/ retratamento de canais radiculares, e os achados clínicos demonstraram efeitos antibacterianos semelhantes quando diferentes concentrações desta substância são utilizadas (Zandi *et al.*, 2019). O NaOCl tem amplo espectro de atividade antimicrobiana, remove biofilmes secos ou fixos de superfícies, não deixa resíduos tóxicos e é barato e de ação rápida (Roças *et al.*, 2016). Em contrapartida, a capacidade de dissolução do tecido está relacionada em parte à concentração de NaOCl, quanto maior a concentração, maior a quantidade de tecido dissolvido (Ulin *et al.*, 2020). Dado que os microrganismos estão aderidos ao biofilme dentro do canal radicular, é necessário removê-los para torná-los suscetíveis ao efeito antimicrobiano da irrigação (Ulin *et al.*, 2020). Outro aspecto do NaOCl é sua atividade desodorizante, visto que as infecções causadas por bactérias anaeróbias frequentemente produzem um odor desagradável. O cloro pode atuar como desodorizante de duas maneiras: através de sua atividade letal contra os microrganismos responsáveis pela infecção

pulpar e por meio de sua ação oxidativa sobre os produtos bacterianos, neutralizando-os e eliminando o mau odor (Lopes; Siqueira Junior, 2015).

Compreendendo que os efeitos antimicrobianos permanecem consistentes independentemente da concentração da substância, todavia, os efeitos tóxicos do NaOCl aumentam proporcionalmente (Zandi *et al.*, 2016). As principais desvantagens incluem sua elevada toxicidade, corrosão de metais, inativação por matéria orgânica, potencial de descoloração dos tecidos e estabilidade relativa (Roças *et al.*, 2016). Foram documentados efeitos adversos do NaOCl, incluindo hemorragia, edema e ulceração da pele, quando altas concentrações do composto entram em contato acidental com os tecidos orais, são inadvertidamente pressionadas para o tecido periapical ou são injetadas acidentalmente (Kist *et al.*, 2017). Ademais, devido a instabilidade das soluções de hipoclorito de sódio, é recomendável adquiri-las dentro do prazo de validade e o mais próximo possível da data de fabricação, visto que essas soluções perdem eficácia quando expostas a temperaturas elevadas, luz e ar, bem como quando armazenadas por longos períodos de tempo (Lopes; Siqueira Junior, 2015).

2.4 CLOREXIDINA

Outro composto químico frequentemente empregado na prática endodôntica é o digluconato de clorexidina, o qual foi introduzido pela primeira vez para a irrigação de canais radiculares em 1964 (Gomes *et al.*, 2013). Atualmente é reconhecido terapeuticamente por sua ação antimicrobiana de longa duração, particularmente eficaz contra *E. faecalis* (Carvalho *et al.*, 2020). A clorexidina (CHX) é uma bis-bisguanida catiônica reconhecida por seu amplo espectro de atividade antimicrobiana. Ela é eficaz contra uma variedade de microrganismos, incluindo bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, além de fungos. (Mohammadi; Giardino; Palazzi, 2013)

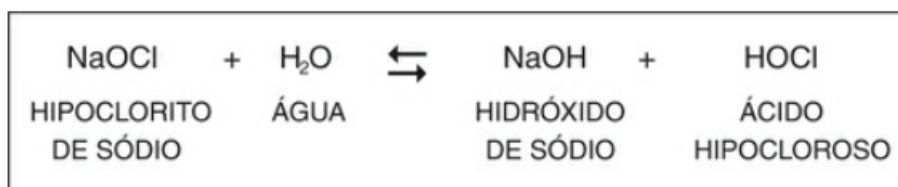
Uma das vantagens da utilização de CHX no tratamento do canal radicular é sua capacidade de aderir à dentina, o que prolonga seus efeitos antimicrobianos por dias ou até semanas, reduzindo o risco de reinfecção (Gomes *et al.*, 2013). Além de ser bacteriostática em concentrações baixas e bactericida em concentrações mais elevadas (Zandi *et al.*, 2016). A maioria dos estudos *in vitro* indicou que o aumento da

concentração de substância de 0,12% a 2% melhora a eficácia antimicrobiana, além de que a CHX pode ser menos irritante para tecidos vitais (Zandi *et al.*, 2016). Ademais, a clorexidina é uma opção para pacientes alérgicos ao NaOCl (Carvalho *et al.*, 2020) e é uma opção viável no tratamento de dentes com polpa necrosada associada a uma rizogênese incompleta, onde há um risco significativo de extravasamento da solução química para além do ápice radicular (Lopes; Siqueira Junior, 2015). No entanto, o CHX não possui capacidade de dissolução de tecidos quando comparado com o NaOCl, assim pode ser destacada como sua maior desvantagem (Zandi *et al.*, 2019).

2.5 MECANISMOS DE AÇÃO ANTIMICROBIANA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO E CLOREXIDINA

A presença de bactérias nos canais radiculares é fundamental para o surgimento da periodontite apical, assim, durante o tratamento do canal, é crucial garantir a assepsia e reduzir significativamente a população bacteriana (Ferraz *et al.*, 2007). A instrumentação e irrigação do canal têm um papel importante na redução dos microrganismos presentes, mas é amplamente reconhecido que um irrigante ideal deve possuir propriedades antimicrobianas (Ulin *et al.*, 2020). De acordo com Lopes e Siqueira Junior (2015), o uso de uma solução sem propriedades antimicrobianas, apenas ajuda na lubrificação e na suspensão de detritos durante o procedimento, uma solução reconhecidamente antimicrobiana tem um impacto adicional. Essa solução não apenas facilita a remoção mecânica, mas também contribui significativamente para a eliminação ou redução máxima dos microrganismos presentes (Roças *et al.*, 2016).

O hipoclorito de sódio é amplamente empregado na Endodontia devido, principalmente, à sua eficácia antimicrobiana e habilidade de dissolver matéria orgânica (Estrela *et al.*, 2002). A reação descrita na **Figura 1** representa a estabilidade do hipoclorito de sódio em solução aquosa, onde se divide em hidróxido de sódio (uma base forte) e ácido hipocloroso (um ácido fraco) (Lopes; Siqueira Junior, 2015).

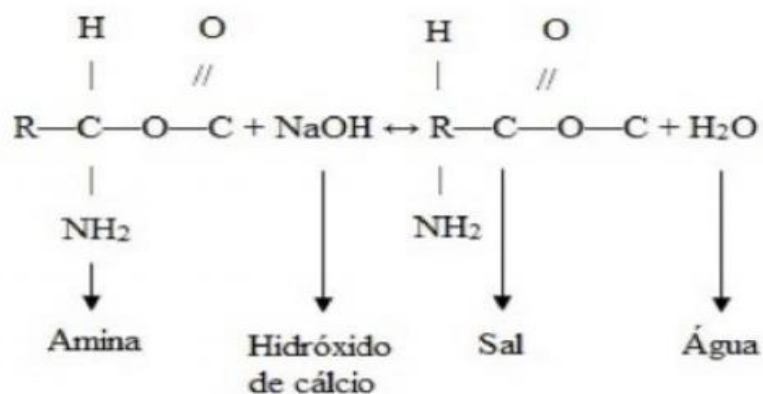
Figura 1. Equilíbrio dinâmico do hipoclorito de sódio

Fonte: (Lopes; Siqueira Junior, 2015).

Em um ambiente ácido, a eficácia antimicrobiana da solução é aumentada, embora sua estabilidade seja prejudicada. É importante destacar que o ácido hipocloroso (HOCl) pode encontrar-se ionizado em um ambiente alcalino (pH > 9) ou não ionizado em um ambiente ácido (pH ≤ 5,5), sendo este último presente em soluções de NaOCl com valores de pH entre 5 e 9, é o agente responsável pela atividade antimicrobiana da solução (Lopes; Siqueira Junior, 2015).

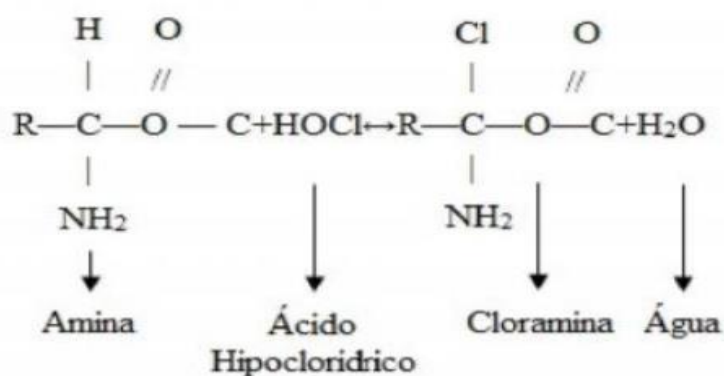
O processo exato pelo qual o NaOCl elimina as bactérias não está completamente esclarecido, contudo, pode envolver uma combinação de todos ou alguns dos seguintes mecanismos: oxidação de enzimas sulfidrilas e aminoácidos das proteínas bacterianas, cloração de aminoácidos em anel, danos aos lipídios da membrana, resultando na perda de conteúdo intracelular, inibição da síntese proteica, oxidação de componentes respiratórios, quebra de DNA e redução na síntese de DNA (Roças *et al.*, 2016).

Conforme a reação descrita na **Figura 2**, o NaOCl reage com os aminoácidos, produzindo água e sal, resultando em uma diminuição do pH devido à liberação de íons hidroxila. Os íons hipoclorito e o ácido hipocloroso promovem a hidrólise e a degradação dos aminoácidos (Estrela *et al.*, 2002).

Figura 2. Reação de neutralização dos aminoácidos

Fonte: (Estrela *et al.*, 2002.)

Como ilustrado na reação apresentada na **Figura 3** o ácido hipocloroso presente na solução de NaOCl interage com o substrato orgânico, resultando na liberação de cloro, que se combina com as proteínas do grupo amina, formando cloraminas (Estrela *et al.*, 2002).

Figura 3. Reação de cloraminação

Fonte: (Estrela *et al.*, 2002.)

O cloro, um poderoso agente oxidante, reage com os grupamentos sulfidríla (SH) da cisteína presente em muitas enzimas microbianas, causando uma oxidação irreversível que as enzimas desempenhem suas funções, afetando tanto aquelas

relacionadas à membrana quanto as encontradas no citoplasma. Essa interrupção das reações metabólicas vitais resulta na morte celular (Estrela *et al.*, 2002). Apesar de sua rápida eficácia como agente microbicida, as reações de oxidação enzimática parecem ocorrer antes do acúmulo de cloraminas no citoplasma microbiano, sugerindo que este seja o principal mecanismo de eliminação da célula microbiana. Além disso, o hipoclorito de sódio pode causar danos ao DNA (Lopes; Siqueira Junior, 2015).

Existem diversos elementos que podem influenciar na eficácia antimicrobiana, como o pH. Em meios ácidos, essas soluções liberam ácido hipocloroso (HOCl) que é eficiente na forma não dissociada, principalmente em pH próximo a 5,5, onde a acidez impede sua ionização, favorecendo sua ação microbicida (Estrela *et al.*, 2002). À medida que o pH da solução de NaOCl diminui, de pH 9 para 5, o ácido hipocloroso é gradualmente gerado. Embora o HOCl seja fraco e se dissocie facilmente em meios alcalinos, um pH alcalino (acima de 10) preserva a estabilidade das soluções de NaOCl (Lopes; Siqueira Junior, 2015). O pH elevado do hipoclorito de sódio causa danos à integridade da membrana citoplasmática, resultando em inibição enzimática irreversível, alterações biossintéticas no metabolismo celular e degradação de fosfolípidios, como observado na peroxidação lipídica (Estrela *et al.*, 2002). No estudo conduzido por Carpio-Perochena *et al.* (2015), que investigou amostras de hipoclorito de sódio em concentrações de 1% e 2,5% em diferentes níveis de pH (5, 7 e 12) para avaliar a ação antimicrobiana e a capacidade de dissolução de biofilmes polimicrobianos formados *in situ*, os pesquisadores observaram que todas as soluções reduziram a biomassa, com exceção do NaOCl a 1% com pH 5. Além disso, constataram que a eficácia antimicrobiana do NaOCl estava relacionada à concentração e à acidificação da solução, logo os autores concluíram que a acidificação do hipoclorito aumenta sua atividade antimicrobiana, ao passo que diminui a capacidade de dissolução tecidual (Carpio-Perochena *et al.*, 2015). Portanto, o pH desempenha um papel crucial na atividade microbiana do cloro, já que o ácido hipocloroso não ionizado é o agente ativo (Lopes; Siqueira Junior, 2015).

Outra propriedade importante que age diretamente na eficácia antimicrobiana é a temperatura da solução. Aumento da temperatura, aumento da concentração e tempo prolongado de reação química favorecem uma maior efetividade da solução de hipoclorito de sódio em relação a ação antimicrobiana. (Lopes; Siqueira Junior, 2015).

Um estudo *in vitro* conduzido por Sirtes *et al.* (2005), os efeitos de diferentes temperaturas (20 °C, 45 °C e 60 °C) das soluções de hipoclorito de sódio a 1% foram avaliados quanto ao seu impacto sobre a ação antimicrobiana sobre o *Enterococcus faecalis*, utilizando o método de cultura. Os resultados obtidos demonstraram a eficácia da solução de hipoclorito de sódio pré-aquecida contra o *Enterococcus faecalis* (Sirtes *et al.*, 2005).

A eficácia do NaOCl como solvente e agente antimicrobiano varia de acordo com a concentração da solução, sendo que essa efetividade tende a diminuir à medida que a solução é diluída, com um impacto maior na capacidade solvente do que na antimicrobiana (Lopes; Siqueira Junior, 2015). Frough-Reyhani *et al.* (2016) conduziram um estudo para avaliar a ação antimicrobiana do hipoclorito de sódio (NaOCl) em concentrações de 1%, 2,5% e 5%, na eliminação do biofilme de *Enterococcus faecalis* em diferentes estágios de maturação: 4, 6 e 10 semanas. Os resultados revelaram que o NaOCl nas concentrações de 2,5% e 5% conseguiu erradicar completamente as unidades formadoras de colônias (UFC) nos períodos observados, porém não houve diferença estatisticamente significativa entre essas concentrações. Por outro lado, o NaOCl a 1% não foi capaz de eliminar completamente as UFC nos períodos avaliados. Assim, quando soluções de concentrações menores são utilizadas, é necessário renová-las com maior frequência dentro do canal radicular (Frough-Reyhani *et al.*, 2016).

A relação entre volume da solução e quantidade de matéria orgânica também interfere na efetividade do hipoclorito de sódio (Macedo *et al.*, 2010). No decorrer do tratamento endodôntico, uma mínima porção de solução de hipoclorito de sódio se depara com uma vasta quantidade de matéria orgânica, predominantemente constituída por tecido pulpar, fluidos teciduais e microrganismos patogênicos (Lopes; Siqueira Junior, 2015). Macedo *et al.* (2010) enfatizaram que a escolha da concentração não é tão crucial quanto o volume ou a quantidade da solução aplicada durante o preparo biomecânico, assim a renovação contínua da substância química possibilita uma adição constante de cloro ativo, aumentando assim a eficácia e, conseqüentemente, promovendo uma limpeza mais eficiente.

Frequentemente a presença de bactérias anaeróbicas em processos infecciosos resulta na projeção de odores desagradáveis, decorrentes da produção de ácidos graxos de cadeia curta, compostos sulfurados, amônia e poliaminas. O

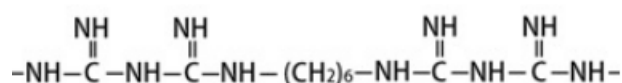
cloro, exercendo sua atividade desodorizante, neutraliza os produtos bacterianos por meio de sua ação oxidativa, enquanto também atua diretamente sobre os microrganismos presentes na infecção (Lopes; Siqueira Junior, 2015).

Em contrapartida, o emprego da clorexidina (CHX) tem sido cada vez mais frequente na prática endodôntica. A CHX não é capaz de dissolver tecidos, porém, demonstra uma eficaz atividade antibacteriana contra microrganismos orais e tem a capacidade de se ligar a superfícies, proporcionando efeitos antibacterianos prolongados (Roças *et al.*, 2016).

As concentrações mais comumente encontradas comercialmente nos enxaguatórios bucais de CHX são 0,12% e 0,2%. No contexto da Endodontia, a concentração de 2% é geralmente empregada, estando disponível tanto na forma líquida quanto em gel (Gomes *et al.*, 2013). De acordo com Ferraz *et al.* (2007), embora o efeito antimicrobiano entre as duas formas seja correspondente, a clorexidina em gel oferece uma significativa vantagem em termos de limpeza e lubrificação do canal quando contrastada com sua forma líquida. Essa vantagem é atribuída à reação reológica, na qual o natrosol, substância presente na forma em gel, tem a capacidade de manter os detritos de dentina e outros tecidos suspensos após o preparo químico-mecânico (PQM). Posteriormente, por ser solúvel em água, é facilmente removido do canal radicular (Ferraz *et al.*, 2007).

A estrutura química da clorexidina, conforme a **Figura 4**, é composta por dois anéis simétricos de 4-clorofenila, unidos por um hexametileno central e conectados a duas grupos de bisguanida (Gomes *et al.*, 2013)

Figura 4. Fórmula estrutural da clorexidina



Fonte: (Gomes *et al.*, 2013)

A bisbiguanida catiônica, com carga positiva, é uma base forte e praticamente insolúvel em água, o que leva à sua preparação na forma de sal para aumentar a

solubilidade. Na Odontologia, o sal digluconato de clorexidina em solução aquosa é o mais amplamente utilizado (Lopes; Siqueira Junior, 2015).

As soluções aquosas de CHX mantêm maior estabilidade em um intervalo de pH entre 5 e 8. A eficácia antimicrobiana da CHX é influenciada pelo pH, sendo mais eficaz dentro da faixa ideal entre 5,5 e 7,0, que corresponde ao pH encontrado nas superfícies e tecidos corporais. A CHX se dissocia rapidamente em pH fisiológico, liberando o componente carregado positivamente (Gomes *et al.*, 2013).

A clorexidina exibe uma característica singular: a dentina tratada com ela adquire substantividade antimicrobiana (Barbosa-Ribeiro *et al.*, 2019). Os íons positivamente carregados liberados pela CHX têm a capacidade de serem adsorvidos na dentina, prevenindo assim a colonização microbiana na superfície dentinária por um período além do tempo real de aplicação da substância. Conseqüentemente, a atividade antimicrobiana residual da clorexidina no sistema de canais pode persistir por até 12 semanas. (Mohammadi; Abbott, 2009).

Em relação ao espectro de atividade, a clorexidina é bactericida e eficaz contra uma ampla gama de microrganismos, incluindo bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, anaeróbios facultativos e estritos, leveduras e fungos, especialmente *Candida albicans* (Gomes *et al.*, 2013).

O efeito bactericida da clorexidina é notável em concentrações mais elevadas (Lopes; Siqueira Junior, 2015). Isso ocorre devido à ligação catiônica das moléculas a complexos extra microbianos e às paredes celulares microbianas, as quais são carregadas negativamente, resultando na alteração do equilíbrio osmótico das células (Gomes *et al.*, 2013). Além do mais, quando a concentração da substância atinge níveis consideravelmente elevados (100 a 500 mg/L), ha formação de precipitados resultantes da reação da clorexidina com compostos fosfatados, como a adenosina trifosfato (ATP) e ácidos nucleicos, formando complexos. Assim, o efeito bactericida é extremamente rápido (Lopes; Siqueira Junior, 2015). Todavia, em concentrações baixas, há o vazamento de substâncias de baixo peso molecular, como potássio e fósforo, levando a um efeito bacteriostático (Gomes *et al.*, 2013). Na forma líquida, a CHX elimina microrganismos em 30 segundos ou menos, enquanto na formulação em gel, o tempo de eliminação varia de 22 segundos a 2 horas, dependendo da concentração a 2% ou 0,2% (Gomes *et al.*, 2013).

A clorexidina pode induzir menos danos aos tecidos periapicais, quando comparada ao NaOCl, demonstrando assim uma boa biocompatibilidade com os tecidos vitais. (Zandi *et al.*, 2016; Roças *et al.*, 2016). Adicionalmente, a clorexidina pode ser a opção prioritária para o tratamento de pacientes que apresentam alergia ao hipoclorito de sódio e em casos de dentes com necrose pulpar e rizogênese incompleta, uma vez que o NaOCl é irritante para esses tecidos (Lopes; Siqueira Junior, 2015).

2.6 ANÁLISE DO CUSTO–EFETIVIDADE

A Análise de Custo-Efetividade (ACE) é uma avaliação microeconômica que compara cursos alternativos de ação, considerando tanto os custos quanto os resultados das intervenções realizadas (Gonçalves *et al.*, 2017). O custo efetividade é definido como eficácia de tratamento terapêutico uniforme frente aos custos envolvidos (Gonçalves *et al.*, 2017 *apud* Silva, 2003).

Esta análise é de fundamental importância também para os setores públicos, pois um dos principais desafios dos sistemas de saúde é determinar a alocação mais eficiente dos recursos disponíveis (Canuto, 2012). Para uma avaliação econômica completa, é essencial comparar diversas alternativas de tratamento e avaliar seus custos e resultados de forma conjunta. A relação entre a diferença de custos e benefícios resultantes dessas intervenções deve guiar as decisões e prioridades (Canuto, 2012 *apud* Drummond, 1997).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma revisão de literatura para avaliar a eficiência e o custo-benefício das soluções irrigadoras frequentemente utilizadas nos tratamentos endodônticos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a eficiência antimicrobiana das soluções endodônticas;
- Realizar um levantamento dos custos das soluções endodônticas regularmente empregadas na endodontia;
- Calcular o custo-benefício com base na efetividade das soluções disponíveis no mercado.

4 METODOLOGIA

Para a seleção dos artigos, o PubMed MEDLINE foi a base de dados para consulta. Os termos utilizados como palavras-chave foram: “root canal therapy”, “sodium hypochlorite”, “chlorhexidine”, “root canal irrigants” e “anti-infective agents” com os respectivos sinônimos de acordo com a estratégia de busca apresentada na Tabela 1. Após pesquisa inicial, adicionou-se um filtro para seleção dos artigos nos idiomas português, inglês e espanhol. A busca foi realizada em Janeiro de 2024. Foram incluídos artigos que compararam a ação antimicrobiana do Hipoclorito de Sódio e da Clorexidina, publicados a partir do ano de 2013 e que estavam disponíveis para leitura. Na base de dados foi encontrado um total de 175 referências que atendiam a esse critério.

Tabela 1 – Estratégia de busca

PubMed MEDLINE
#1 (Root Canal Therapy[MeSH Terms]) OR Apical Periodontitis OR (Periapical Periodontitis/Therapy[MeSH Terms]) OR (Dental Pulp Cavity[MeSH]) OR (Pulpitis[MeSH]) OR (Endodontics)
#2 (Sodium Hypochlorite[MeSH Terms]) OR Naocl OR (Chlorhexidine[MeSH Terms]) OR (CHX) OR (Edetic Acid) OR (Mtd) OR (Hedp) OR (Etidronic Acid) OR (EDTA) OR (Ethylenediaminetetraacetic Acid) OR (Saline) OR (Citric Acid)
#3 (Irrigant) OR (Irrigation) OR (Rinse) OR (Disinfect) OR (Root Canal Irrigants[MeSH Terms]) OR (Root Canal Preparation[MeSH Terms]) OR (Endodontics Irrigation)
#4 (Anti-Infective Agents [MeSH]) OR (Agents, Anti-Infective) OR (Anti Infective Agents) OR (Antiinfective Agents) OR (Agents, Antiinfective) OR (Microbicides) OR (Antimicrobial Agents) OR (Agents, Antimicrobial) OR (Anti-Microbial Agents) OR (Agents, Anti-Microbial) OR (Anti Microbial Agents) OR (Antimicrobial)
#1 AND #2 AND #3 AND #4
Filters: Clinical Trials and Randomized Clinical Trial and Data 2013-2023

Os resultados desta busca foram exportados para a plataforma de revisões Rayyan QCRI (Qatar Computing Research Institute, Doha, Qatar) que verificou a duplicidade de artigos, excluindo 1 duplicata. Assim, o próximo passo de seleção deu-se pela leitura dos títulos e resumos de todos os artigos, excluindo os que não correspondiam aos critérios de seleção. Dois investigadores iniciaram então a seleção destes estudos com base no título e resumo. Em casos de discordância, um terceiro investigador optou pela inclusão ou não do estudo.

Foram removidos os artigos que não comparavam a ação antimicrobiana das soluções, que não realizaram ensaio clínico e não avaliavam a efetividade como solução irrigadora em endodontia. Os critérios de inclusão foram ensaios clínicos que compararam a ação antimicrobiana das soluções irrigadoras.

A extração de dados após a seleção dos artigos foi realizada no software Microsoft Excel (Microsoft, Washington, Estados Unidos), sendo extraídas as seguintes informações: quais soluções irrigadoras estavam sendo analisadas, concentração das substâncias, volume da solução utilizado no estudo, método para realização do ensaio clínico e porcentagem de redução da população bacteriana no canal radicular. Dessa forma, tornou-se viável determinar qual solução alcançou a mais alta taxa de sucesso em termos de eficácia antimicrobiana. Posteriormente, após analisar os valores de mercado de cada solução, a relação custo-efetividade das duas foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{RCE} = \frac{\text{Diferença em custos (Solução A - Solução B)}}{\text{Diferença em benefícios (Solução A - Solução B)}}$$

5 RESULTADOS

O diagrama de fluxo do presente estudo comparativo é apresentado na Figura 5. No total, 175 estudos foram identificados. Após a triagem na base de dados PubMed e a remoção de duplicatas, 174 estudos foram encontrados. Em seguida, 12 títulos foram selecionados para uma análise mais detalhada dos textos completos, a fim de verificar sua elegibilidade para este estudo. Como resultado, seis estudos foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão.

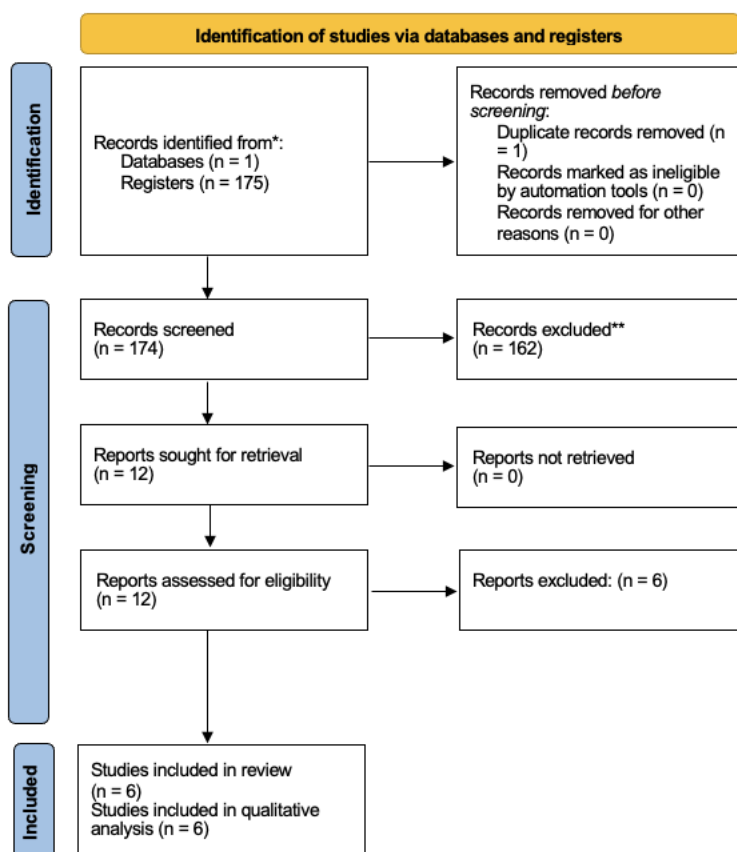


Figura 5 – Diagrama de fluxo do processo de seleção dos estudos.

Os resultados dos ensaios clínicos demonstraram eficácias similares das soluções irrigadoras em relação a atividade antimicrobiana. Foram avaliadas as soluções de Hipoclorito de sódio com as seguintes concentrações: 1%, 1,3%, 2,5%

e 6%. Ademais, a Clorexidina 2% foi avaliada tanto em sua forma líquida quanto em gel.

Entre as diversas concentrações de Hipoclorito de sódio avaliadas, a de 1% demonstrou a maior média de taxa de efetividade antimicrobiana, sendo 99,8%. Quanto a Clorexidina 2%, a formulação em gel apresentou 98,8% de eficácia.

Tabela 2 – Artigos selecionados

(continua)

Autor/ano	Título	Solução Irrigadora	Amostra (n)	Metodologia	Microrganismos	Resultados
BARBOSA-RIBEIRO, Marlos <i>et al.</i> / 2019	Effectiveness of calcium hydroxide-based intracanal medication on infectious/inflammatory contents in teeth with post-treatment apical periodontitis	2% Clorexidina gel 6% Hipoclorito de sódio	20	Ensaio clínico randomizado	Não informado	A preparação químico-mecânica feita com clorexidina a 2% resultou em uma redução completa de 100%, enquanto o hipoclorito de sódio proporcionou uma redução de 98,5%. (Estatisticamente insignificante)
MARINHO, Ariane C.s. <i>et al.</i> / 2015	Proinflammatory Activity of Primarily Infected Endodontic Content against Macrophages after Different Phases of the Root Canal Therapy	2% Clorexidina gel 2,5% Hipoclorito de sódio Solução salina (grupo controle)	30	Ensaio clínico randomizado	<i>Prevotella intermedia</i> , <i>Prevotella nigrescens</i> , <i>Porphyromonas gingivalis</i> , <i>Porphyromonas endodontalis</i> , <i>Prevotella tannerae</i> , <i>Treponema denticola</i> , <i>Treponema socranskii</i> .	A análise dos grupos experimentais revelou que o NaOCl a 2,5% (99,7%) obteve melhores resultados em comparação com o gel de clorexidina a 2% (96,9%) em termos de redução de endotoxinas após a preparação químico-mecânica.

(continua)

Autor/ano	Título	Solução Irrigadora	n	Metodologia	Microrganismos	Resultados
MOHAMMADI, Zahed; GIARDINO, Luciano; PALAZZI, Flavio / 2013	Evaluation of the antifungal activity of four solutions used as a final rinse in vitro	2% Clorexidina 1,3% Hipoclorito de Sódio MTAD Tetraclean	90	Ensaio clínico randomizado, estudo comparativo	<i>Candida albicans</i>	Os resultados indicaram que tanto o NaOCl (99,6%) quanto a clorexidina (100%) foram igualmente eficazes e demonstraram ser significativamente melhores do que o MTAD e o Tetraclean.
ROÇAS, Isabela N. et al. / 2016	Disinfecting Effects of Rotary Instrumentation with Either 2.5% Sodium Hypochlorite or 2% Chlorhexidine as the Main Irrigant: A Randomized Clinical Study	2% Clorexidina 2,5% Hipoclorito de sódio	50	Ensaio clínico pragmático	<i>Streptococcus species</i>	Após o preparo químico-mecânico com instrumentos rotatórios e irrigação, a taxa de redução de <i>Streptococcus species</i> foi de 95,5% para o grupo NaOCl e 95,4% para o grupo CHX. (Estatisticamente insignificante)

(conclusão)						
Autor/ano	Título	Solução Irrigadora	n	Metodologia	Microrganismos	Resultados
XAVIER, Ana Claudia C. <i>et al.</i> / 2013	One-Visit Versus Two-Visit Root Canal Treatment: Effectiveness in the Removal of Endotoxins and Cultivable Bacteria	2% Clorexidina gel 1% Hipoclorito de sódio	48	Ensaio clínico randomizado	Não informado	Após o procedimento de preparação químico-mecânica, os valores percentuais medianos significativos de redução bacteriana foram de 99,97% no grupo de 1% Hipoclorito de sódio e 99,75% no grupo 2% Clorexidina gel. (Sem diferença estatística)
ZANDI, Homan <i>et al.</i> / 2016	Antibacterial Effectiveness of 2 Root Canal Irrigants in Root-filled Teeth with Infection: A Randomized Clinical Trial	2% Clorexidina 1% Hipoclorito de sódio	67	Ensaio clínico randomizado	<i>Streptococcus species</i> <i>E. faecalis</i>	No grupo tratado com 1% de hipoclorito de sódio, foi observada uma redução bacteriana de 99,6%, enquanto no grupo tratado com 2% de clorexidina, a redução foi de 99,8%. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os dois irrigantes.

(A autora, 2024)

Tabela 3 – Preços de mercado

Solução irrigadora	Marca	Volume	Preço	Preço p/ 1ml
Clorexidina 2%	Maquira	100ml	R\$ 17,90	R\$ 0,18
Clorexidina 2%	Biodinâmica	100ml	R\$ 23,90	R\$ 0,24
Clorexidina 2%	Villevie	100ml	R\$ 15,54	R\$ 0,16
Clorexidina 2%	Fórmula & Ação	1L	R\$ 95,90	R\$ 0,10
Clorexidina 2% em gel	Maquira	6 g	R\$ 18,90	R\$ 3,15
Clorexidina 2% em gel	Villevie	2,5g	R\$ 8,90	R\$ 3,56
Hipoclorito de sódio 1%	Asfer	1L	R\$ 7,90	R\$ 0,01
Hipoclorito de sódio 1%	Prolink	1L	R\$ 3,44	R\$ 0,00
Hipoclorito de sódio 1%	Rioquímica	1L	R\$ 11,00	R\$ 0,01
Hipoclorito de sódio 2,5%	Asfer	1L	R\$ 9,39	R\$ 0,01
Hipoclorito de sódio 2,5%	Rioquímica	1L	R\$ 11,90	R\$ 0,01
Hipoclorito de sódio 2,5%	Iodontosul	1L	R\$ 17,90	R\$ 0,02

(Dental Speed - Acesso em: 14 abr. de 2024)

Tabela 4 – Preços de mercado 02

Solução irrigadora	Marca	Volume	Preço	Preço p/ 1ml
Hipoclorito de sódio 1,3%	Manipulação Flor de Anis	1L	R\$ 29,50	R\$ 0,03
Hipoclorito de sódio 6%	Manipulação Flor de Anis	1L	R\$ 52,00	R\$ 0,05

(Farmácia Flor de Anis - Orçamento realizado: 02 mai. de 2024)

Tabela 5 – Custo e efetividade das soluções irrigadoras

Solução irrigadora	Taxa de efetividade antimicrobiana	Volume utilizado	Custo médio unitário / ml	Custo médio do procedimento
Hipoclorito de sódio 1%	99,8% *	5ml	R\$ 0,007	R\$ 0,035
		10ml		R\$ 0,070
Hipoclorito de sódio 1,3%	99,60%	3ml	R\$ 0,0295	R\$ 0,089
Hipoclorito de sódio 2,5%	97,6% *	5ml	R\$ 0,0096	R\$ 0,048
		15ml		R\$ 0,144
Hipoclorito de sódio 6%	98,50%	5 ml	R\$ 0,0500	R\$ 0,250
Clorexidina 2%	98,5% *	3ml	R\$ 0,0959	R\$ 0,288
		10ml		R\$ 0,959
		15ml		R\$ 1,438
Clorexidina 2% em gel	98,8% *	1ml	R\$ 3,355	R\$ 3,355

*média aritmética

(A autora, 2024)

6 DISCUSSÃO

Alcançar a esterilização total do sistema de canais radiculares é praticamente impossível com os recursos de instrumentação, substâncias e técnicas atualmente disponíveis (Roças *et al.*, 2016). Assim, dada a importância das bactérias e seus subprodutos no desencadeamento inicial de uma cascata inflamatória nos tecidos periapicais, é crucial eliminar esses elementos ao máximo durante o procedimento de tratamento endodôntico (Barbosa-Ribeiro *et al.*, 2019).

Os procedimentos químico-mecânicos desempenham um papel crucial nesse sentido, especialmente na redução da carga bacteriana no canal radicular principal, onde se concentra a maior quantidade de bactérias (Barbosa-Ribeiro *et al.*, 2019). Embora os efeitos mecânicos provocados pelos instrumentos e pelo fluxo de irrigantes removam uma grande quantidade de bactérias, a utilização de uma solução irrigante antimicrobiana é necessária para otimizar a desinfecção (Roças *et al.*, 2016).

Visto que a infecção bacteriana é a causa subjacente da periodontite apical e que a persistência bacteriana após o tratamento é o principal fator de doença recorrente, é crucial que o tratamento endodôntico se concentre em protocolos de desinfecção nos quais um irrigante antibacteriano desempenhe um papel central (Ferraz *et al.*, 2007). A influência dos níveis de bactérias residuais no resultado do tratamento depende de vários fatores, incluindo as espécies bacterianas presentes, sua distribuição no sistema de canais radiculares, acesso a nutrientes e capacidade de adaptação e sobrevivência em um ambiente alterado (Roças *et al.*, 2016). Portanto, de maneira geral, a eficácia do protocolo de irrigação no preparo do canal radicular parece ser um fator determinante para a redução de bactérias e endotoxinas, bem como para a liberação de citocinas, o que contribui para o início subsequente do processo de cicatrização (Marinho *et al.*, 2015).

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é a solução de irrigação endodôntica mais frequentemente empregada, reconhecida por suas propriedades dissolventes de tecidos e capacidade antimicrobiana (Mohammadi; Giardino; Palazzi, 2013). No entanto, o NaOCl apresenta algumas limitações, como toxicidade tecidual e o risco de complicações graves quando extruído para além do ápice radicular (Roças *et al.*, 2016). Isso tem motivado a busca por alternativas de irrigação, como a clorexidina

(CHX). Embora a CHX não tenha propriedades de dissolução tecidual, ela exibe uma boa atividade antibacteriana e possui a capacidade de substantividade, o que pode resultar em efeitos antibacterianos prolongados (Roças *et al.*, 2016). Além disso, demonstra eficácia contra uma variedade de microrganismos, incluindo bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, além de fungos (Mohammadi; Giardino; Palazzi, 2013). A clorexidina pode ser a escolha preferencial em casos em que o paciente relata alergia ao hipoclorito de sódio (Lopes; Siqueira Junior, 2015).

No ensaio clínico randomizado realizado por Barbosa-Ribeiro *et al.* (2019), vinte canais radiculares infectados de dentes unirradiculares foram divididos em dois grupos de tratamento: grupo 1 recebeu clorexidina gel 2% (CHX), enquanto o grupo 2 recebeu 6% de hipoclorito de sódio (NaOCl) para o preparo químico-mecânico. Houve a redução de 100% no grupo da clorexidina e 98,5% no grupo NaOCl. Concluiu-se que ambas as soluções reduziram os níveis de bactérias cultiváveis no canal radicular, apresentando efeito similar. Em concordância com o ensaio clínico prospectivo realizado por Kist *et al.* (2017), foi observada uma redução bacteriana de 99,1% com a clorexidina e 99,8% com o hipoclorito de sódio após o preparo químico-mecânico. Logo, as duas soluções demonstraram um efeito semelhante.

Marinho *et al.* (2015), em um ensaio clínico randomizado, compararam as taxas de endotoxinas presentes em canais radiculares em dentes que apresentavam periodontite apical. As bactérias avaliadas nesse estudo foram *Prevotella intermedia*, *Prevotella nigrescens*, *Porphyromonas gingivalis*, *Porphyromonas endodontalis*, *Prevotella tanneriae*, *Treponema denticola* e *Treponema socranskii*. Após o procedimento de preparação químico-mecânica, a análise dos grupos experimentais indicou que o hipoclorito de sódio a 2,5% (com uma redução de 99,7%) apresentou uma eficácia antimicrobiana superior em comparação com o gel de clorexidina a 2% (com uma redução de 96,9%) na redução de endotoxinas. Em contrapartida, o ensaio clínico realizado por Roças *et al.* (2016), foi investigada a eficácia antibacteriana do hipoclorito de sódio a 2,5% e da clorexidina a 2% quando utilizados como irrigantes durante o processo de preparo químico-mecânico de canais radiculares infectados associados a lesões de periodontite apical primária. Após o preparo químico-mecânico com instrumentos rotatórios e irrigação, observou-se uma redução média de 95,5% nos níveis de *Streptococcus species* para o grupo tratado com NaOCl e de 95,4% para o grupo tratado com CHX. Assim, não foram identificadas diferenças significativas

entre os protocolos utilizando-se NaOCl 2,5% e CHX 2%. Os procedimentos de tratamento utilizando qualquer uma das soluções resultaram em uma redução substancial nas contagens bacterianas. Esse resultado está alinhado com diversas outras culturas quantitativas e análises moleculares dos efeitos antibacterianos da instrumentação e irrigação, o que reforça o papel crucial da preparação químico-mecânica no controle da infecção endodôntica.

Em um estudo clínico randomizado conduzido por Mohammadi, Giardino e Palazzi (2013), foi realizada uma análise comparativa da eficácia antifúngica contra *Candida albicans* entre o hipoclorito de sódio a 1,3%, clorexidina a 2%, MTAD e Tetraclean. Os resultados revelaram que tanto o NaOCl (99,6%) quanto a clorexidina (100%) apresentaram igual eficácia, sendo significativamente superior ao MTAD e ao Tetraclean.

Xavier et al. (2013) realizaram um estudo clínico randomizado para comparar a eficácia antimicrobiana do hipoclorito de sódio a 1% e do gel de clorexidina a 2% após o preparo químico-mecânico do canal radicular. Ambos os grupos demonstraram uma redução significativa de bactérias, com valores percentuais medianos de redução bacteriana de 99,97% para o hipoclorito de sódio e 99,75% para a clorexidina, sem diferenças estatisticamente significativas entre eles. Esses resultados são consistentes com o estudo de Zandi *et al.* (2016), que também utilizou um ensaio clínico randomizado para comparar a eficácia antibacteriana do hipoclorito de sódio a 1% e da clorexidina a 2% como irrigantes em canais radiculares de dentes com periodontite apical. A análise microbiológica revelou uma redução substancial nas contagens bacterianas após o preparo químico-mecânico, com uma redução de 99,6% no grupo de hipoclorito de sódio e 99,8% no grupo de clorexidina, sem diferenças significativas entre os dois protocolos de irrigação na promoção de canais livres de bactérias.

Para avaliar a eficácia de um tratamento em relação ao custo, é crucial considerar tanto o custo quanto a eficácia, portanto uma matriz de custo-eficácia pode ser uma ferramenta valiosa para visualizar essa relação (Rascati, 2010). Se um tratamento é mais caro e mais eficaz (ou mesmo preço), é considerado eficaz em termos de custo. Por outro lado, se for menos eficaz e mais caro (ou mesmo preço), não é considerado eficaz em termos de custo. No entanto, quando um tratamento é mais eficaz e mais caro, ou mais barato, mas menos eficaz, é necessário considerar

outros fatores. Nesses casos, calcular a Relação de Custo-Eficácia é essencial para determinar qual opção será mais vantajosa em termos de custo (Rascati, 2010).

Quadro 01 – Matriz de custo-efetividade

Custo-efetividade	Custo mais baixo	Custo mais alto
Efetividade mais baixa	Hipoclorito de sódio 2,5%	Clorexidina 2%
Efetividade mais alta	Hipoclorito de sódio 1%	Clorexidina 2% gel

(A autora, 2024)

Ao comparar as taxas de efetividade antimicrobianas, é possível verificar que o Hipoclorito de sódio 1% e a Clorexidina 2% em gel apresentaram a maior efetividade antimicrobiana, com 99,8% e 98,8%, respectivamente.

A Relação Custo-Efetividade (RCE) representa a diferença entre os custos, expressos em unidades monetárias, dividida pelo resultado alcançado. Essa relação pode ser calculada utilizando a seguinte fórmula (Gonçalves et al., 2017):

$$RCE = \frac{\text{Diferença em custos (Solução A – Solução B)}}{\text{Diferença em benefícios (Solução A - Solução B)}}$$

$$RCE = \frac{R\$ 0,007 - R\$ 3,355}{99,8 - 98,8} = R\$ - 3,348$$

Portanto, a cada 1% adicional que a solução de Hipoclorito de sódio 1% oferece em relação a Clorexidina 2% em gel na taxa de efetividade antimicrobiana, há a economia de aproximadamente R\$ 3,35.

7 CONCLUSÕES

Conforme evidenciado na literatura atual, nenhuma solução irrigadora demonstrou ser totalmente eficaz na eliminação da atividade antimicrobiana. Além disso, destaca-se a importância da combinação dessas soluções com os procedimentos mecânicos, como a expansão e modelagem do canal radicular, para o sucesso do tratamento endodôntico. Os resultados dos ensaios clínicos indicam eficácias semelhantes em termos de atividade antimicrobiana. Portanto, a maior discrepância observada foi em relação aos custos das soluções avaliadas.

Ao comparar as taxas de eficácia antimicrobiana entre o Hipoclorito de Sódio 1% e a Clorexidina 2% em gel, observa-se que, para cada 1% adicional na eficácia antimicrobiana, a solução de Hipoclorito de Sódio 1% é cerca de R\$ 3,35 mais econômica.

O Cirurgião-Dentista tem a responsabilidade de compreender os benefícios, os riscos e as contraindicações de cada solução irrigadora. Com esse conhecimento, pode tomar uma decisão embasada na escolha da opção mais apropriada para cada situação clínica, considerando o procedimento a ser realizado e as características individuais de saúde do paciente.

REFERÊNCIAS

BARBOSA-RIBEIRO, Marlos *et al.* Effectiveness of calcium hydroxide-based intracanal medication on infectious/inflammatory contents in teeth with post-treatment apical periodontitis. **Clinical Oral Investigations**. [S. L.], p. 2759-2766. 01 jun. 2019.

CANUTO, V. Avaliação econômica de tecnologias em saúde e limite de custo-efetividade. **Gov Br** 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/conitec/ptbr/midias/artigos_publicacoes/ave-limitece_vaniacristinacanutosantos.pdf>

CARPIO-PEROCHENA, A. D. *et al.* Antibacterial and dissolution ability of sodium hypochlorite in different pHs on multi-species biofilms. **Clinical Oral Investigations**, Berlin, v. 5, no. 8, p. 29-33. fev. 2015.

CARVALHO, Clairde S. *et al.* Decontamination of Gutta-percha Cones employed in Endodontics. **Acta Odontologica Latinoamericana**. [S. L.], p. 45-49. 01 abr. 2020.

DENTAL SPEED. Dental Speed Produtos Odontológicos. Disponível em: <www.dentalspeed.com/> . Acesso em: 14 abr. 2024.

ESTRELA, Carlos *et al.* Mechanism of action of sodium hypochlorite. **Brazilian Dental Journal**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 113-117, 2002.

FERRAZ, Caio C. R. *et al.* Comparative study of the antimicrobial efficacy of chlorhexidine gel, chlorhexidine solution and sodium hypochlorite as endodontic irrigants. **Brazilian Dental Journal**, [S.L.], v. 18, n. 4, p. 294-298, 2007.

FLOR DE ANIS. Flor de Anis Farmácia. Disponível em: <www.flordeanis.com.br/>. Acesso em: 02 mai. 2024.

FROUGH-REYHANI, Mohammad *et al.* Antimicrobial efficacy of different concentration of sodium hypochlorite on the biofilm of *Enterococcus faecalis* at different stages of development. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**. [S. L.], p. 480-484. dez. 2016.

GOMES, Brenda P. F. A. *et al.* Chlorhexidine in Endodontics. **Brazilian Dental Journal**. [S. L.], p. 89-99. mar. 2013.

GONÇALVES, M. *et al.* Análise do custo-efetividade de procedimentos médicos a partir do método de custeio ABC combinado com método estatístico. **XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. 2017. Disponível em: <https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_240_391_34881.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2024.

KIST, Stefan *et al.* Comparison of ozone gas and sodium hypochlorite/chlorhexidine two-visit disinfection protocols in treating apical periodontitis: a randomized controlled clinical trial. **Clinical Oral Investigations**. [S. L.], p. 95-1005. 01 maio 2017.

LEONARDO, Mário Roberto; LEONARDO, Renato de Toledo. **Tratamento de Canais Radiculares**: avanços tecnológicos e biológicos de uma endodontia minimamente invasiva em nível apical e periapical. São Paulo: Artes Médicas, 2017.

LOPES, Helio Pereira; SIQUEIRA JUNIOR, José Freitas. **Endodontia**: biologia e técnica. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

MACEDO, R. G. *et al.* Reaction rate of NaOCl in contact with bovine dentine: effect of activation, exposure time, concentration and ph. **International Endodontic Journal**, [S.L.], v. 43, n. 12, p. 1108-1115, 31 ago. 2010.

MARINHO, Ariane C.s. *et al.* Proinflammatory Activity of Primarily Infected Endodontic Content against Macrophages after Different Phases of the Root Canal Therapy. **Journal of Endodontics**. [S. L.], p. 817-823. 01 jun. 2015.

MOHAMMADI, Z.; ABBOTT, P. V. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. **International Endodontic Journal**, [S.L.], v. 42, n. 4, p. 288-302, 11 mar. 2009.

MOHAMMADI, Zahed; GIARDINO, Luciano; PALAZZI, Flavio. Evaluation of the antifungal activity of four solutions used as a final rinse in vitro. **Australian Endodontic Journal**. [S. L.], p. 31-34. 01 abr. 2013.

RASCATI, K. Introdução à farmacoeconomia. Porto Alegre. **Artmed**. 2010; p. 67-86.

ROÇAS, Isabela N. *et al.* Disinfecting Effects of Rotary Instrumentation with Either 2.5% Sodium Hypochlorite or 2% Chlorhexidine as the Main Irrigant: A Randomized Clinical Study. **Journal of Endodontics**. [S. L.], p. 943-947. 01 jun. 2016.

SIRTES, George *et al.* The Effects of Temperature on Sodium Hypochlorite Short-Term Stability, Pulp Dissolution Capacity, and Antimicrobial Efficacy. **Journal of Endodontics**, [S.L.], v. 31, n. 9, p. 669-671, set. 2005.

ULIN, C. *et al.* Immediate clinical and microbiological evaluation of the effectiveness of 0.5% versus 3% sodium hypochlorite in root canal treatment: A quasi-randomized controlled trial. **International Endodontic Journal**. [S. L.], p. 591-603. 01 maio 2020.

XAVIER, Ana Claudia C. *et al.* One-Visit Versus Two-Visit Root Canal Treatment: Effectiveness in the Removal of Endotoxins and Cultivable Bacteria. **Journal of Endodontics**. [S. L.], p. 959-964. 01 ago. 2013.

ZANDI, Homan *et al.* Antibacterial Effectiveness of 2 Root Canal Irrigants in Root-filled Teeth with Infection: A Randomized Clinical Trial. **Journal of Endodontics**. [S. L.], p. 1-7. 01 set. 2016

ZANDI, Homan *et al.* Outcome of Endodontic Retreatment Using 2 Root Canal Irrigants and Influence of Infection on Healing as Determined by a Molecular Method: A Randomized Clinical Trial. **Journal of Endodontics**. [S. L.], p. 1089-1098. 01 set. 2019.

ANEXO 1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ODONTOLOGIA

ATA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 22 dias do mês de Maio de 2024, às 14 horas, em sessão pública no (a) sala H202, bloco H, CCS desta Universidade, na presença da Banca Examinadora presidida pela Professora Juliana Silva Ribeiro de Andrade e pelos examinadores:

- 1 –Thais Mageste Duque,
- 2 – Christiane Cabral Leite,

A aluno Leticia Ramos da Silva apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação intitulado: Estudo comparativo das soluções irrigadoras utilizadas em Endodontia, como requisito curricular indispensável à aprovação na Disciplina de Defesa do TCC e a integralização do Curso de Graduação em Odontologia. A Banca Examinadora, após reunião em sessão reservada, deliberou e decidiu pela aprovação do referido Trabalho de Conclusão do Curso, divulgando o resultado formalmente ao aluno e aos demais presentes, e eu, na qualidade de presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais componentes da Banca Examinadora e pelo aluno orientando.

Juliana Silva Ribeiro de Andrade
Presidente da Banca Examinadora

Thais Mageste Duque
Examinador 1

Christiane Cabral Leite
Examinador 2

Leticia Ramos da Silva
Aluno