



CATÓLICA
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA

VISEU

Influência do preparo apical na desinfecção intracanal: revisão sistemática

Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa para obtenção do grau
de Mestre em Medicina Dentária

Por:

José Miguel Fernandes Rodrigues

Viseu, 2024



CATÓLICA
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA

VISEU

Influência do preparo apical na desinfecção intracanal: revisão sistemática

Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa para obtenção do grau
de Mestre em Medicina Dentária

Por:

José Miguel Fernandes Rodrigues

Orientadora: Professora Doutora Rita Noites

Coorientador: Professor Doutor Miguel Cardoso

Viseu, 2024

Dedicatória

Aos meus Pais, Irmã e Avó

Agradecimentos

À Professora Doutora Rita Noites, orientadora desta dissertação, pelo acompanhamento, disponibilidade, ajuda e paciência ao longo deste trabalho.

Ao Professor Doutor Miguel Cardoso, coorientador desta dissertação, pelas suas sugestões e apoio prestado.

Aos meus amigos de faculdade, por toda a ajuda ao longo deste trabalho e por todos os outros momentos partilhados.

À minha família, por toda a ajuda, paciência e incentivo ao longo destes anos e deste trabalho.

Resumo

Introdução: Pode definir-se o tratamento endodôntico como uma associação entre os efeitos químicos da irrigação, a medicação adequada e, claro, a instrumentação mecânica no interior dos canais radiculares, sendo completado com uma correta obturação, com a finalidade de preservar ou restabelecer a saúde dos tecidos perirradiculares. Na prática clínica, o diâmetro final do preparo canalar irá depender do volume radicular, da presença de curvaturas e do tipo de instrumento utilizado no preparo, bem como dos irrigantes utilizados e da sua ativação.

Objetivo: Realizar uma revisão do tipo sistematizado para avaliar o efeito dos diferentes calibres apicais na desinfecção canalar.

Materiais e Métodos: A pesquisa foi realizada na base de dados PubMed® e Web of Science® utilizando termos específicos relacionados com o calibre do preparo apical. A seleção dos estudos foi realizada por dois investigadores independentes de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.

Resultados: Finalizada a pesquisa e respectiva análise, foram incluídos 13 artigos neste estudo. O diâmetro apical final deverá corresponder a uma lima que possua uma grande área de contato com o canal, com o cuidado de respeitar a anatomia canalar e sem causar risco de iatrogenia. De forma a permitir que as limas de NiTi trabalhem com maior segurança nos últimos milímetros apicais, deverá proceder-se ao pré-alargamento dos terços médio e cervical que irão favorecer o alcance da substância química auxiliar com o objetivo de eliminar os microrganismos, devendo sempre ativar-se a substância química, obtendo assim sucesso no tratamento endodôntico.

Conclusão: São necessários mais estudos para determinar o calibre apical ideal, no entanto, através desta revisão sistemática podemos concluir que não são necessários preparos muito largos para uma eficaz desinfecção. Através da ativação de irrigantes e com uma boa combinação dos mesmos, poderemos atingir uma boa desinfecção canalar, sem alterar muito a estrutura dentária.

Palavras-chave: Endodontia; Calibre apical; Calibre preparo apical; Desinfecção canalar

Abstract

Introduction: Endodontic treatment can be defined as an association between the chemical effects of irrigation, appropriate medication and, of course, mechanical instrumentation inside the root canals, being completed with a correct filling, with the purpose of preserving or reestablishing the root canal health of periradicular tissues. In clinical practice, the final diameter of the canal preparation will depend on the root volume, the presence of curvatures and the type of instrument used in the preparation, as well as the irrigants used and their activation.

Objective: The purpose of this work was to carry out a systematic review to evaluate the effect of different apical calibers on canal disinfection.

Materials and Methods: The search was carried out in the PubMed® and Web of Science® databases using specific terms related to the caliber of the apical preparation. The selection of studies was carried out by two independent researchers according to the inclusion and exclusion criteria.

Results: Once the research and respective analysis were completed, 13 articles were included in this study. The final apical diameter should correspond to a file that has a large area of contact with the canal, taking care to respect the canal anatomy and without causing a risk of iatrogenesis. In order to allow the NiTi files to work with greater safety in the last apical millimeters, the middle and cervical thirds must be pre-widened, which will favor the reach of the auxiliary chemical substance with the aim of eliminating microorganisms, the chemical substance must always be activated, thus achieving success in endodontic treatment.

Conclusion: More studies are needed to determinate the ideal apical caliber, however, through this systematic review we can conclude that very large preparations are not necessary for effective disinfection. Through the activation of irrigants and a good combination of them, we can achieve good canal disinfection, without changing the tooth structure too much.

Keywords: Endodontics; Apical caliber; Apical preparation caliber; Canal disinfection

Índice Geral

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Endodontia – Definição e Objetivos	1
1.2 Etapas do tratamento endodôntico	1
1.3 Objetivos do preparo químico-mecânico	2
1.4 Importância do preparo apical	4
1.5 Limite do preparo apical	5
1.6 Diâmetro do preparo apical	5
1.7 Desinfecção canal	6
1.8 Objetivos	8
2. MATERIAIS E MÉTODOS	9
2.1 Revisão Sistemática	9
2.2 Questão de investigação	9
2.3 Base de dados e estratégia de pesquisa	10
2.4 Critérios de seleção	10
2.5 Extração de dados	11
2.6 Análise da qualidade metodológica dos estudos	11
3. RESULTADOS	13
3.1 Resultados	13
3.2 Análise dos Resultados	21
4. DISCUSSÃO	32
5. CONCLUSÃO	38
6. BIBLIOGRAFIA	40

Índice de Tabelas

Tabela 1: Divisão segundo o acrónimo PICO	9
Tabela 2: Equação de pesquisa utilizada na PubMed e Web of Science	10
Tabela 3: Critérios de Inclusão e Exclusão para a seleção dos estudos	10
Tabela 4 Características dos estudos incluídos na revisão sistemática.....	15
Tabela 5 Outras características dos estudos incluídos na revisão sistemática.....	17
Tabela 6 Critério adotado para a determinação do risco de viés dos estudos incluídos e respetiva classificação (JBI Systematic Reviews)	28

Índice de Figuras

Figura 1 Fluxograma de triagem e seleção de artigos	13
Figura 2 Número de artigos e ano de publicação	21
Figura 3 Número de amostras por artigo	22
Figura 4 Tipo de estudo por artigo	23
Figura 5 Método de análise por artigo	24
Figura 6 Calibre apical dos estudos com microscópio eletrónico de varrimento.....	25
Figura 7 Calibre apical por artigo	26
Figura 8 Tipo de desinfetantes utilizados	27

Lista de abreviaturas

TENC- Tratamento endodôntico não cirúrgico

EDTA- Ácido etilenodiamino tetra-acético

Ni-Ti- Níquel-titânio

CPA- Calibre da preparação apical

PICO- Population, Intervention, Comparasion, Outcome

PRISMA- Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

NaOCl- Hipoclorito de sódio

PIPS- Fluxo fotoacústico induzido por fotões

PDT- Terapia fotodinâmica

PTN- ProTaper Next

UAI- Irrigação ativada ultrassonicamente

XPF- XP-endo Finisher

IC- Irrigação convencional

PDL- ProDesign Logic

UCW- Paredes canales sem seres tocadas

RD- Resíduos remanescentes

CNI- Irrigação com agulha convencional

MV- Mesiovestibular

DV- Distovestibular

P- Palatino

microCT- Microtomografia de raios X

1. INTRODUÇÃO

1.1 Endodontia – Definição e Objetivos

A endodontia é a área da medicina dentária responsável pelo estudo da polpa dentária, do sistema de canais radiculares e tecidos periapicais, bem como das doenças que os afetam (1).

Pode definir-se o tratamento endodôntico como uma associação entre os efeitos químicos da irrigação, a medicação adequada e, claro, a instrumentação mecânica no interior dos canais radiculares, sendo completado com uma correta obturação, com a finalidade de preservar ou restabelecer a saúde dos tecidos perirradiculares (2).

A eliminação dos detritos do canal é obtida pelo fluxo e refluxo da solução irrigadora, juntamente com a ação mecânica dos instrumentos, com os objetivos de eliminar microrganismos dos canais radiculares e impedir nova infecção (2).

Assim sendo, o objetivo do tratamento endodôntico consiste na limpeza, remoção dos restos orgânicos, adequada preparação tridimensional e obturação hermética do sistema de canais radiculares (3).

1.2 Etapas do tratamento endodôntico

O sucesso do tratamento endodôntico é conseguido através de 3 etapas interligadas e são elas “cleaning”, “shaping” e “filling”, todas com a mesma importância, começando pelo correto acesso aos canais, prosseguindo-se a instrumentação e, por fim, a obturação (2).

“Cleaning” ou limpeza, é a eliminação do substrato orgânico dos canais radiculares e “shaping” ou instrumentação refere-se a produzir uma forma correta dentro do canal que está relacionada com a curvatura da raiz, a posição e o comprimento. Por fim, “filling” corresponde ao preenchimento do canal com o material obturador (3).

A instrumentação (“shaping”), vai ajudar-nos nos outros passos de limpeza (“cleaning”) e obturação (“filling”), conduzindo a uma boa ação dos irrigantes, ao longo de todo o sistema de canais radiculares e proporcionando a criação de um espaço hermético para a obturação (3).

O principal objetivo é alcançar a máxima desinfecção, restaurar a normalidade dos tecidos dentários sem a presença de infecção ou inflamação, e preparar adequadamente os canais radiculares (3).

1.3 Objetivos do preparo químico-mecânico

Uma preparação mecânico-química do canal é a combinação entre os efeitos mecânicos da instrumentação e os efeitos químicos dos irrigantes, com o objetivo de alcançar limpeza, desinfecção e boa forma canalar. Uma boa preparação canalar necessita sempre de irrigantes com efeito antimicrobiano, pois, caso contrário, o tratamento pode falhar (4).

A instrumentação canalar por si própria não consegue alcançar uma condição estéril devido às complexidades dos canais. Para a eliminação da lesão e reparação de tecido é necessário um irrigante ou desinfetante, com o intuito de ajudar na eliminação do microbioma (5).

Durante o tratamento endodôntico, microrganismos e os seus subprodutos, irrigantes e remanescentes pulpaes migram para os tecidos perirradiculares. A extrusão apical pode ser considerada um efeito secundário indesejável da desinfecção canalar uma vez que pode induzir dor pós-operatória, inflamação e atraso na cicatrização periapical (6).

A *smear layer*, uma camada amórfica de detritos de dentina e bactérias, complicam um correto selamento apical, que pode levar a reinfeção radicular. O ácido etilendiamino tetra-acético (EDTA), sendo um agente quelante, é usado para remover esta *smear layer* (7).

A generalidade dos sistemas contemporâneos de instrumentação mecânica de canais radiculares sugere limas únicas ou uma sequência de limas para preparar canais numa dimensão mínima. Esta parte da instrumentação pode definir-se como o preparo “básico” do canal e está normalmente associado a limas calibre 25 e uma conicidade contínua de .06 ou uma conicidade variável (8).

A maioria dos sistemas também contém outros tamanhos de limas para completar a preparação com outra fase que pode ser descrita como “alargamento apical” (9).

Alguns estudos provaram que uma preparação canalar realizada com limas mecânicas níquel-titânio (Ni-Ti) de tamanho 25 .06 resultaram em paredes canalares limpas no terço médio e coronal de dentes molares (10).

Destes estudos (10), autores afirmam que isto ocorre porque as dimensões desta preparação básica são suficientes para permitir que os irrigantes ajam de forma efetiva nessas áreas. Esta preparação foi definida como “básica”, uma vez que no terço apical será necessário um maior alargamento para completar a instrumentação. De facto, no terço apical, uma preparação básica de tamanho 25.06 produziu menos limpeza canalar do que limas 40.04. Portanto, uma ampliação do preparo a nível apical será necessário para uma melhor limpeza e eficácia dos irrigantes (11).

Por outro lado, um alargamento apical utilizando instrumentos de conicidade contínua poderá remover mais dentina, deixando o dente mais enfraquecido e exposto a fratura vertical, que é das complicações mais recorrentes (11).

Guiando-nos pelo conceito de minimamente invasivo, têm sido sugeridas estratégias para realizar preparações com maior retenção de dentina, especialmente no terço coronal, utilizando instrumentos com menos conicidade, para obter maiores dimensões a nível apical, mas mantendo dentina no terço médio e coronal (12).

O êxito de um tratamento endodôntico depende da eliminação da infeção intraradicular (13).

Uma boa preparação canalar, boa irrigação e medicação são as melhores formas para eliminar microrganismos dos canais radiculares e dos túbulos dentinários (14).

Inúmeras técnicas de instrumentação têm sido propostas para o preparo mecânico do canal radicular. Quanto mais limpo e regular estiver o preparo canalar, menor a possibilidade de permanência de restos pulpares ou material necrótico e, conseqüentemente, melhor será a obturação (3).

1.4 Importância do preparo apical

Observar a presença de microrganismos na parte mais apical do canal contribuiu para o conceito de realizar preparações apicais mais largas. Este procedimento pode facilitar a irrigação canalar a nível apical, melhorando assim a desinfecção canalar. Contudo, apesar deste benefício, o problema será a possibilidade de extrusão de mais detritos, microrganismos e irrigantes (15).

A desinfecção do terço apical é determinada pelo calibre da preparação apical (CPA) e pela forma como se procede a irrigação. O CPA influencia a distância de inserção da agulha, o efeito desinfetante e o fluxo de irrigação (16- 17).

A instrumentação canalar excessiva pode também contribuir para complicações como perfurações ou transporte de detritos para espaços indesejados. Embora o desbridamento eficaz da porção apical seja fundamental no tratamento endodôntico, esforços demasiado excessivos para esse objetivo podem originar complicações (18).

A estrutura radicular remanescente será usada como suporte para uma futura restauração e certas forças de oclusão podem levar à fratura caso haja muita redução de dentina (3).

Com isto, a instrumentação completa da zona apical dos canais tem sido considerada como uma componente fundamental no processo de limpeza canalar (2).

1.5 Limite do preparo apical

Numa pulpite irreversível (normalmente com polpa vital), os microrganismos (se presentes), estão normalmente limitados à câmara pulpar. Nesta situação, a instrumentação canalar tem como principal objetivo modelar o canal e retirar tecido não infetado. Com isto, a medida necessária para determinar o limite da nossa preparação parece ser 0 a 3 mm do ápice radicular (2).

Os dentes com vitalidade pulpar são diferentes dos dentes com polpa necrosada, uma vez que além de ser necessário a remoção da polpa necrosada e detritos, um dos principais objetivos será eliminar ou reduzir os microrganismos. A maior taxa de sucesso no tratamento endodôntico de dentes com canais infetados e polpa necrosada verificou-se quando o comprimento de trabalho estava situado nos 2 mm finais do canal radicular. Complementando, o menor índice de sucesso surgiu quando o comprimento de trabalho ficou aquém dos 2 mm ou então quando o tratamento ocorria além do ápex radiográfico (19). Assim sendo, o ideal será que a nossa instrumentação canalar se efetue no comprimento total do canal para reduzir significativamente ou mesmo eliminar os microrganismos (2).

1.6 Diâmetro do preparo apical

Algumas pesquisas indicam que o diâmetro apical do preparo pode ter um impacto considerável no controlo da infeção. Alguns estudos demonstraram que, a cada troca para um instrumento de maior calibre, a redução da população microbiana foi significativamente maior em comparação com a lima usada anteriormente. Portanto, isto sugere que um preparo canalar mais amplo resulta numa maior eliminação de microrganismos do seu interior (20).

Na prática clínica, o diâmetro final do preparo canalar é influenciado pelo volume radicular, pelo tipo de instrumento utilizado e pela presença de curvaturas. Instrumentos manuais e rotatórios de NiTi conseguem alargar canais curvos para diâmetros que seriam difíceis de alcançar com instrumentos de aço inoxidável, com um risco menor de acidentes operatórios. Preparos devidamente amplos podem

conter irregularidades anatómicas e permitir uma remoção eficaz de irritantes do interior dos canais radiculares. Além do mais, preparos mais amplos melhoram a irrigação da região apical do sistema de canais radiculares (3).

Vários protocolos mencionam que o alargamento apical ideal para promover um desbridamento apical eficaz, será o alargamento dos canais para um tamanho 3 limas maior que o inicial. Contrariamente, vários autores recomendam um alargamento apical mínimo de modo a conservar o máximo de estrutura dentaria e evitar posteriores sequelas (21).

Alguns estudos sugerem que o tamanho mínimo que pode ser utilizado no preparo químico mecânico é de 0.25 mm em dentes com raízes curvas. Assim sendo, instrumentações equivalentes a esta, iriam deixar mais dentina contaminada e inapta. Os canais preparados com um calibre 0.30mm, com conicidade de 0.02mm, apresentam significativamente menor remoção de detritos apicais que os preparados com a lima de calibre 0.25mm de conicidade 0.06mm. Apesar disto, a técnica mais convencional para alargar os canais radiculares é de 3 tamanhos maiores que a primeira lima apical que foi utilizada na instrumentação e que se ajusta melhor na região de constrição apical (21-22).

O diâmetro apical final deverá utilizar uma lima que possua uma grande área de contato com o canal, com o cuidado de respeitar a anatomia canalar e sem causar risco de iatrogenia. De forma a permitir que as limas de NiTi trabalhem com maior segurança nos últimos milímetros apicais, deverá proceder-se ao pré-alargamento dos terços médio e cervical que irão favorecer o alcance da substância química auxiliar com o objetivo de eliminar os microrganismos, obtendo assim sucesso no tratamento endodôntico (22).

1.7 Desinfecção canalar

A irrigação do canal radicular é fundamental para a limpeza e desinfecção do sistema de canais radiculares, constituindo uma parte essencial dos procedimentos de preparação químico-mecânica. Este processo de irrigação deve ser realizado

antes, durante e após a instrumentação, ajudando a eliminar microrganismos, tecido necrótico e inflamatório, além de remover a *smear layer* (23).

Os principais objetivos da irrigação em endodontia são:

1. Efeito químico: dissolver tecidos orgânicos e inorgânicos, remover resíduos de dentina e a *smear layer*. Estes objetivos são alcançados com irrigantes quimicamente ativos, como hipoclorito de sódio (NaOCl) e EDTA (24).
2. Efeito mecânico: lubrificar o canal e remover mecanicamente microrganismos, restos de tecido pulpar, biofilme e detritos de dentina, graças às forças aplicadas pelo fluxo do irrigante. Estes efeitos são obtidos tanto de irrigantes quimicamente ativos (como NaOCl) como de irrigantes inertes (como água e solução salina) (24).
3. Efeito biológico: atuar eficazmente contra microrganismos facultativos e anaeróbios, eliminar biofilmes e inativar endotoxinas (25).

Até agora, nenhuma solução demonstrou ser tão eficaz quanto o NaOCl. Contudo, a sua citotoxicidade é uma limitação conhecida, podendo causar danos agudos se alcançar a área periapical, resultando em dor intensa, ulcerações, edema, sensação de queimadura ou necrose dos tecidos adjacentes (26).

A desinfecção dos canais radiculares com soluções antibacterianas é importantíssimo para o êxito do tratamento endodôntico, sendo completamente necessário a eliminação do tecido infetado com o objetivo de eliminar a infecção ou então reduzi-la de forma a obter uma situação clínica aceitável. As soluções irrigadoras, que auxiliam no tratamento endodôntico, são substâncias desinfetantes e que devem possuir algumas vantagens, tais como: baixa toxicidade, baixa tensão superficial, ótima solvência, baixo custo, ser lubrificante, ter capacidade de desinfecção, ter um amplo espectro antimicrobiano e conseguir inativar endotoxinas (27).

Muitas substâncias desinfetantes têm sido aconselhadas para uso, em combinação com a preparação do canal, sendo elas, gluconato de clorexidina, NaOCl, ácido cítrico e EDTA (28).

De todas estas substâncias, a mais apropriada é o NaOCl, visto que contém um maior número de propriedades, comparando com outros compostos. Tem a capacidade única de dissolver componentes orgânicos, *smear layer* e tecido necrótico (29).

Apesar do NaOCl ser o irrigante de eleição no tratamento endodôntico, uma das suas desvantagens é que não é capaz de dissolver as partículas inorgânicas de dentina, o que leva à formação da *smear layer* durante a instrumentação (24).

Outra preocupação são os efeitos adversos e colaterais causados por alguns dos irrigantes mais comuns, como EDTA e NaOCl, na composição mineral da dentina. Pesquisas indicam que essas soluções podem provocar danos estruturais e mecânicos na dentina radicular, tornando-a mais frágil e propensa a fraturas. Além disto, a natureza ácida de certos agentes quelantes, como o ácido acético e o ácido cítrico, utilizados para remover a *smear layer*, pode contribuir para a dissolução dos minerais dentários (30).

1.8 Objetivos

O objetivo deste estudo visa tentar perceber qual a influência do calibre apical para uma mais eficaz desinfecção/limpeza canal. Portanto, será melhor um preparo apical mais largo que irá facilitar a penetração da solução irrigadora e com isto melhorar a desinfecção e limpeza canal mas poderá enfraquecer mais a estrutura dentária, ou então um preparo mais conservador de modo a proteger a estrutura dentária, evitando, por exemplo, possíveis fraturas?

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Revisão Sistemática

Uma revisão sistemática busca reunir todas as evidências empíricas que atendem a critérios de elegibilidade previamente definidos, com o propósito de responder a uma pergunta de pesquisa específica. Para isso, utiliza métodos explícitos e sistemáticos que visam minimizar o viés, proporcionando assim descobertas mais confiáveis e permitindo a tomada de decisões informadas e a formulação de conclusões.

2.2 Questão de investigação

Uma revisão sistemática consiste na formulação de uma questão de investigação de acordo com a metodologia PICO (*Population, Intervention, Comparison, Outcome*).

Desta forma, a pergunta de investigação desenvolvida através da divisão do acrônimo PICO foi: Em dentes com necessidade de tratamento endodôntico, qual o diâmetro ideal do preparo apical para uma eficaz ou melhor desinfecção/limpeza do sistema de canais radiculares? (Tabela 1).

Tabela 1: Divisão segundo o acrônimo PICO

Population	Intervention	Comparison	Outcome
Dentes com necessidade de tratamento endodôntico	Preparo apical	Diferentes diâmetros apicais	Desinfecção/limpeza canal

2.3 Base de dados e estratégia de pesquisa

O protocolo de investigação foi desenvolvido seguindo as diretrizes presentes nas *guidelines* e *checklists* PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

A pesquisa eletrônica iniciada a 1 de novembro 2023 até 9 de janeiro de 2024 ocorreu em duas bases de dados, sendo elas, PubMed[®] e Web of Science[®]. De forma a combinar os termos MeSH com as palavras pesquisáveis foram utilizados os termos booleanos “AND” e “OR” e definiu-se a equação de pesquisa: (“root canal disinfection” AND “apical size” OR “apical diameter” OR “apical preparation” OR “apical enlargement”) para ambas as bases de dados (Tabela 2).

Tabela 2: Equação de pesquisa utilizada na PubMed e Web of Science

Equação de Pesquisa
(“root canal disinfection”) AND (“apical size” OR “apical diameter” OR “apical preparation” OR “apical enlargement”)

2.4 Critérios de seleção

Definiram-se critérios de inclusão e exclusão para a seleção dos estudos (Tabela 3).

Tabela 3: Critérios de Inclusão e Exclusão para a seleção dos estudos

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Artigos escritos em Inglês ou Português	Artigos de Revisão
Estudos experimentais	Artigos de opinião
Estudos <i>in vitro</i>	Estudos em humanos
Estudos <i>ex vivo</i>	Estudos em animais
Estudos sobre influência no calibre do preparo apical	Estudos <i>cohort</i>
Estudos sobre desinfecção canal	

Primeiramente, eliminaram-se os artigos duplicados e através da leitura dos títulos e resumos, efetuada por 2 investigadores independentes (J.R e R.N), os artigos que apresentavam palavras-chave e estavam de encontro com os objetivos do trabalho foram selecionados para leitura integral.

Posto isto, foi realizada a leitura integral e a eliminação dos artigos que não se encontravam de acordo com a temática e/ou não cumpriam as condições dos critérios de inclusão ou exclusão.

2.5 Extração de dados

A informação importante dos artigos selecionados foi resumida e inserida individualmente em duas tabelas. A tabela 4 composta por: 1) autor e respetivo ano de publicação; 2) Número da amostra; 3) tipo de estudo; 4) irrigação e 5) método de irrigação. A tabela 5 composta por: 6) método de análise; 7) intervenção e 8) eficácia.

2.6 Análise da qualidade metodológica dos estudos

Neste estudo foram utilizados instrumentos de avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos, com base no “The Joanna Brigs Institute” (JBI) com o intuito de assegurar que a revisão sistemática seguiu altos padrões de rigor científico e sem erros que pudessem comprometer a análise de resultados e as suas conclusões.

Foram considerados critérios específicos para avaliar a qualidade metodológica dos estudos, a análise da recolha de dados, tamanho da amostra, discussão bem elaborada dos resultados e conclusões precisas.

3. RESULTADOS

3.1 Resultados

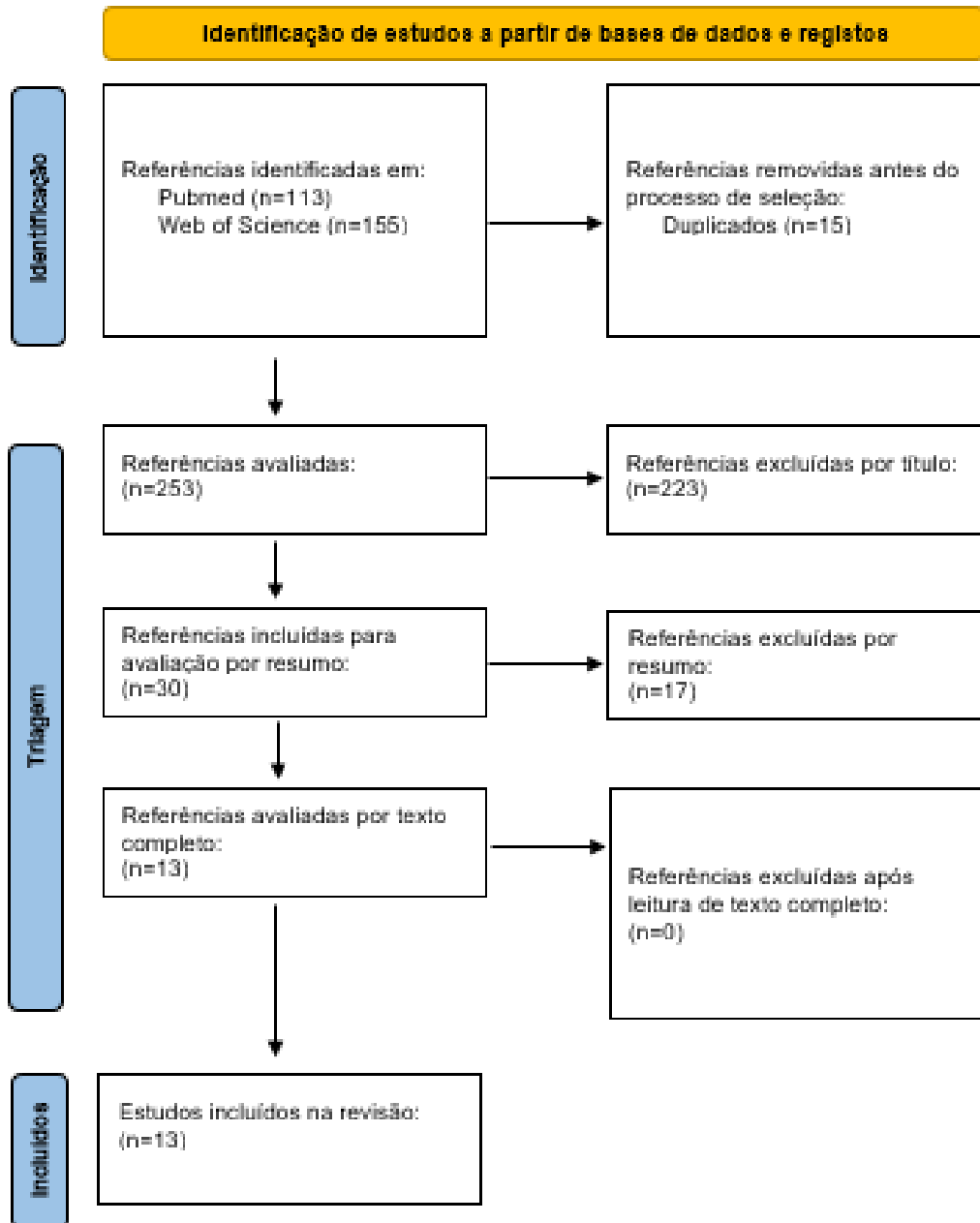


Figura 1 Fluxograma de triagem e seleção de artigos

Finalizada a pesquisa, 155 artigos foram identificados na Web of Science® e 113 na PubMed®/MEDLINE®. Os 268 artigos encontrados foram inseridos na plataforma Rayyan, tendo sido eliminados os 15 artigos duplicados. Após a eliminação dos duplicados permaneceram 253 artigos, dos quais 223 foram excluídos por título,

ficando então com 30 artigos. Realizada a leitura do resumo desses 30 artigos, foram eliminados 17 devido ao facto de não se enquadrarem na temática pretendida, ficando então com 13 artigos para leitura integral. Após leitura integral foram incluídos os 13 artigos.

Tabela 4 Características dos estudos incluídos na revisão sistemática

Autor e ano	N	Tipo de estudo	Irrigação	Método de irrigação
Stringheta et al. (2021)	77 canais distais de molares mandibulares	<i>Ex vivo</i>	33 mL de NaOCl a 2.5% e 6 mL de EDTA a 17%	Convencional, irrigação ativada ultrassonicamente, XP-endo Finisher
Coldero et al. (2002)	38 canais palatinos de molares maxilares	<i>Ex vivo</i>	1 mL de NaOCl a 4.4% e 1 mL de EDTA 15%.	Irrigação convencional
Paraskevopoulou et al. (2016)	25 incisivos mandibulares	<i>Ex vivo</i>	Solução salina, NaOCl e EDTA. A sequência final de irrigação foi de 30 ml de soro fisiológico para o grupo A e 10 ml de EDTA 17% seguido de 10 ml de NaOCl 2,5% e 10 ml de soro fisiológico para o grupo B.	Irrigação convencional
Cheng Wen et al. (2021)	480 canais radiculares artificiais	<i>In vitro</i>	NaOCl a 1%, 2% ou 5.25% ou água destilada.	Convencional e PIPS (Fluxo fotoacústico induzido por fotões)
Jyotsna et al. (2016)	30 dentes com canal único	<i>Ex vivo</i>	Solução salina	Irrigação convencional
Alimadadi et al. (2021)	126 molares mandibulares	Ex vivo	Subgrupo1- 1ml de NaOCl a 2,5%. Subgrupo2- NaOCl mais PDT. Subgrupo3- solução salina	Irrigação convencional
Cheng Wen et al. (2021)	23 primeiros molares superiores	Ex vivo	3mL de NaOCl 2%	Irrigação convencional(n=10) ou PIPS(n=10) (Fluxo fotoacústico induzido por fotões)
Plotino et al. (2018)	80 molares mandibulares	<i>Ex vivo</i>	2.5 mL de 6% de NaOCl durante 30 s. Irrigação final foi realizada utilizando um total de 5 mL de EDTA a 17%	1 mL de NaOCl foi ativado durante 20 s utilizando uma ponta sónica de irrigação EDDY

Tabela 4: Características dos estudos incluídos na revisão sistemática (continuação)

Lee et al. (2019)	96 pré-molares mandibulares	<i>Ex vivo</i>	Durante a instrumentação, os canais radiculares foram irrigados com 5 mL de NaOCl a 3% durante 3 minutos. Após a finalização da instrumentação, os canais foram irrigados com 3 mL de NaOCl 3% por 1 min, seguido de 3 mL de EDTA 17% por 2 min.	Irrigação ativada ultrassonicamente e irrigação convencional
Fornari et al. (2010)	44 canais mesiovestibulares de molares maxilares	<i>Ex vivo</i>	2 mL de água destilada	Irrigação convencional
Arvaniti et al. (2011)	45 canais de incisivos mandibulares	<i>Ex vivo</i>	Irrigação com NaOCl 2,5% após cada lima. A sequência final de irrigação foi de 10 mL de EDTA 17%, seguido de 10 mL de NaOCl 2,5% e 10 mL de solução salina.	Irrigação convencional
Lorencetti et al. (2014)	32 canais mesiovestibulares de molares	<i>Ex vivo</i>	NaOCl a 1% usando o sistema Endovac. A irrigação final realizada com EDTA 17% por 5 min.	irrigação por pressão apical negativa
Lumley et al. (2000)	60 molares mandibulares	<i>Ex vivo</i>	NaOCl (4,5%) e EDTA (17%) foram utilizados como irrigantes para todos os grupos.	Irrigação convencional

Tabela 5 Outras características dos estudos incluídos na revisão sistemática

Autor e ano	Método de análise	Intervenção	Eficácia
Stringheta et al. (2021)	microscópio digital (100x)	77 canais distais foram divididos em 7 grupos (n = 11): Controlo: sem instrumentação ou irrigação; Grupo 30CI: ProTaper Next (até o tamanho 30; PTN) + irrigação convencional (IC); Grupo 30UAI: PTN(até o tamanho 30) + irrigação ativada ultrassonicamente (UAI); Grupo 30XPF: PTN (até o tamanho 30 + XP-endo Finisher (XPF); Grupo 40CI: PTN + (ProDesign Logic (até tamanho 40; PDL) + IC; Grupo 40UAI: PTN (até tamanho 40) + PDL + UAI; e Grupo 40XPF: PTN (até tamanho 40) + PDL + XPF.	Um preparo apical de calibre 40 resultou em menores percentagens de paredes canalares sem serres tocadas (UCW) e resíduos remanescentes (RD) do que o preparo apical de tamanho 30. Uso de UAI ou XPF resultou em menores percentagens de RD do que com IC.
Coldero et al. (2002)	Microscópio eletrónico de varrimento	No grupo experimental A (n = 16) foi realizado alargamento apical adicional para tamanho ISO 35. No grupo B (n = 16) foi realizada técnica step-back sem alargamento apical. Isto foi combinado nos grupos A e B com irrigação com NaOCl e EDTA. No grupo controlo (grupo C, n = 6) foi realizada apenas irrigação, sem preparo mecânico.	Não houve diferença significativa na redução bacteriana intracanal quando o preparo rotatório Ni-Ti GT com irrigação com NaOCl e EDTA foi utilizado com ou sem técnica de preparo para ampliação apical. Portanto, pode não ser necessário remover a dentina na parte apical do canal radicular quando uma conicidade coronal adequada é alcançada para permitir a irrigação satisfatória do sistema de canais radiculares com agentes antimicrobianos.
Paraskevopoulou et al. (2016)	Microscópio eletrónico de varrimento	Dois grupos experimentais e um grupo controlo (A= solução salina, B= NaOCl + EDTA e C= controlo, não preparado). Os grupos A e B foram preparados até um tamanho apical de #30/0.04, uma cultura foi obtida e então preparada até #30/0.08 e cultivada novamente.	A instrumentação químico-mecânica foi mais eficiente na redução de microorganismos quando a conicidade dos canais radiculares aumentou de 4% para 8% e o NaOCl com o EDTA levou a uma maior redução bacteriana intracanal do que a solução salina, independentemente da conicidade alcançada.

Tabela 5: Outras características dos estudos incluídos na revisão sistemática (continuação)

<p>Cheng Wen et al. (2021)</p>	<p>Microscópio de fluorescência</p>	<p>Canais radiculares artificiais (n = 480) divididos aleatoriamente em três grupos (n = 160/grupo). Canais preparados para se ajustarem aos tamanhos de lima #10/.02, #25/.02 ou #25/.06. O grupo de tamanho #10/.02 foi incubado durante sete dias. O grupo de tamanho #25/0.02 ou #25/0.06 foi incubado durante 2 dias. Os três grupos foram subdivididos em quatro subgrupos (n=40) com base na solução de irrigação utilizada: subgrupo A, água destilada; subgrupo B, NaOCl 1%; subgrupo C, NaOCl 2%; subgrupo D, NaOCl 5,25%. Metade das amostras de cada subgrupo foram lavadas com CNI, e metade foi lavada com PIPS (n=20).</p>	<p>Comparado à irrigação com agulha convencional (CNI), o PIPS tem maior capacidade de remover microrganismos em canais radiculares com pequeno diâmetro de preparo e pequena conicidade. PIPS com 2% e 5,25% de NaOCl exibiram efeitos antibacterianos e bacteriostáticos superiores.</p>
<p>Jyotsna et al. (2016)</p>	<p>Microscópio eletrônico de varrimento</p>	<p>30 dentes, com apenas 1 canal foram divididos em três grupos dependendo do último tamanho de lima utilizado para instrumentação no ápice, ou seja, tamanho 30, 40 e 50, respectivamente.</p>	<p>O estudo mostrou que a irradiação intracanal com laser de diodo teve efeito sobre os microrganismos presentes além do ápice e foi influenciada pelo tamanho do preparo apical, ou seja, um tamanho apical menor levou a uma maior redução na contagem bacteriana.</p>
<p>Alimadadi et al. (2021)</p>	<p>Microscópio eletrônico de varrimento</p>	<p>126 molares inferiores foram divididos em 4 grupos. O canal mesio-vestibular foi preparado a um tamanho 25/4% no grupo 1, 25/6% no grupo 2, 30/4% no grupo 3 e 30/6% no grupo 4 usando o sistema rotatório iRaCe.</p>	<p>A média de redução percentual da contagem de colônias nos grupos experimentais comparados com o controle positivo foi de 98,48% usando NaOCl e 99,46% usando NaOCl mais terapia fotodinâmica LED (PDT) no grupo 25/4%. Esses valores foram 98,25% e 99,59% no grupo 25/6% e 99,44% e 99,98% no grupo 30/6%, respectivamente.</p> <p>O tamanho e conicidade apical e o uso de PDT como adjuvante não tiveram efeito significativo na redução da contagem bacteriana. No entanto, o aumento do tamanho apical e a condução da PDT como complemento à irrigação com NaOCl diminuiu significativamente o número de microrganismos residuais no sistema de canais radiculares.</p>

Tabela 5: Outras características dos estudos incluídos na revisão sistemática (continuação)

<p>Cheng Wen et al. (2021)</p>	<p>microscopia confocal de varredura a laser e microscópio eletrônico de varrimento</p>	<p>23 primeiros molares superiores com três canais radiculares independentes foram incluídos neste estudo. Os canais radiculares mesiovestibular (MV), distovestibular (DV) e palatino (P) foram preparados nos tamanhos #10/0,02, #25/0,02 e #25/0,06, respectivamente.</p>	<p>Aumentar a largura de #10 para #25 melhora o efeito bactericida do PIPS no canal radicular. O aumento da conicidade do canal radicular de 0.02 para 0.06 no tamanho #25 não afetou os efeitos bactericidas do PIPS. O PIPS resultou em mais bactérias mortas em amostras com conicidades e larguras de canais menores do que o CNI. Em termos de bactérias mortas, no grupo #10/0.02 e #25/0.02 + irrigação convencional foi de 20% e no grupo #25/0.06 foi de 40%. Nos grupos onde foi utilizado PIPS, #10/0.02 houve 60% de bactérias mortas e nos grupos #25/0.02 e #25/0.06 foi de 80%.</p>
<p>Plotino et al. (2018)</p>	<p>microscópio eletrônico de varrimento</p>	<p>Os dentes foram divididos em 4 grupos experimentais diferentes. Grupo 1: preparação realizada até ao tamanho 20, conicidade .04; Grupo 2: preparação realizada até ao tamanho 20, conicidade .06; Grupo 3: preparação realizada até ao tamanho 25, conicidade .04; Grupo 4: preparação realizada até ao tamanho 25, conicidade .06</p>	<p>Todas as técnicas foram associadas a menos detritos e <i>smear layer</i> nas paredes do canal nos terços médio e coronal, sem diferenças entre elas. Embora os detritos e a <i>smear layer</i> estivessem sempre presentes no terço apical, um tamanho apical de 25 resultou em paredes de canais significativamente mais limpas em comparação com um tamanho 20, demonstrando assim a possibilidade de reduzir a conicidade do preparo para salvar a dentina coronal sem afetar a sua limpeza.</p>
<p>Lee et al. (2019)</p>	<p>microCT</p>	<p>2 grupos experimentais (n=20): grupo 1, limas Niti rotatórias até calibre 20, conicidade .04; grupo 2, limas Niti rotatórias até calibre 40, conicidade .04. As amostras foram subdivididas em dois subgrupos (n = 10): subgrupo A, seringa e agulha; subgrupo B, irrigação ativada por ultrassom. Canais não tratados (oito ovais e oito redondos) serviram como controlo.</p>	<p>Os canais radiculares preparados com um calibre maior (40) ficaram mais limpos do que aqueles preparados com calibre menor (20), quando a irrigação foi realizada com seringa e agulha. Quando o irrigante foi ativado ultrassonicamente, preparos menores resultaram em canais tão limpos quanto preparos maiores.</p>

Tabela 5: Outras características dos estudos incluídos na revisão sistemática (continuação)

<p>Fornari et al. (2010)</p>	<p>Microscópio digital (40x)</p>	<p>Os canais foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos experimentais (n = 10) de acordo com o alargamento apical e estratificados de forma que as médias do comprimento e curvatura do canal radicular fossem o mais próximas possível. Grupo I: 30, 0.02; Grupo II: 35, 0.02; Grupo III: 40, 0.02; Grupo IV: 45, 0.02. O grupo controlo negativo incluiu dois canais radiculares não instrumentados e não irrigados. No grupo controlo positivo, dois canais não tiveram preparo mecânico.</p>	<p>Nenhum tamanho de alargamento apical permitiu que as paredes dos canais radiculares fossem completamente preparadas. Percentagem de áreas não instrumentadas: Grupo I: 55,64%, Grupo II: 49,03%; Grupo III: 38,08%; Grupo IV: 32,65%.</p>
<p>Arvaniti et al. (2011)</p>	<p>microscópio eletrónico de varrimento</p>	<p>As raízes foram divididas aleatoriamente em 3 grupos experimentais (n =15). A instrumentação do canal radicular foi realizada com limas rotatórias GT Séries 20 e 30 (Dentsply/Maillefer). Diferentes protocolos foram utilizados de forma que a conicidade final do canal radicular fosse de 0.04, 0.06 e 0.08 para os grupos A, B e C, respetivamente.</p>	<p>Nas condições deste estudo, o preparo do canal radicular com conicidades 0.04, 0.06 ou 0.08 não afetou a limpeza do canal. A remoção de detritos foi quase completa para todas as conicidades, enquanto a <i>smear layer</i> não foi removida, especialmente da parte apical dos canais.</p>
<p>Lorencetti et al. (2014)</p>	<p>microscópio eletrónico de varrimento (35x e 1000x)</p>	<p>4 grupos (n=8) de acordo com o diâmetro final do instrumento: GI: 30.02, GII: 35.02, GIII: 40.02 e GIV: 45.02</p>	<p>Embora nenhum dos diâmetros estudados tenha removido completamente os detritos e a <i>smear layer</i>, pode-se concluir que a instrumentação com diâmetros finais maiores foi mais eficaz na limpeza dos canais radiculares com curvatura moderada.</p>
<p>Lumley et al. (2000)</p>	<p>microscópio ótico (x50) e um micrómetro ocular calibrado (intervalo 0-3).</p>	<p>Em metade dos canais (n = 15) a instrumentação foi realizada com o calibre 35, com conicidade 0.02. Na outra metade, com um calibre até 60. Foram utilizadas limas Flexofiles até ao calibre 35, seguidas das limas Nitiflex nos calibres 40, 50, 60. O preparo do canal foi finalizado em todos os grupos com a lima GT (calibre 20) apropriada em toda a extensão do canal.</p>	<p>A instrumentação da região apical do preparo do canal, com a técnica step-back até um tamanho 60, reduziu os detritos remanescentes após a instrumentação com limas de maior conicidade.</p>

3.2 Análise dos Resultados

O artigo mais recente selecionado foi publicado em 2021 e o mais antigo em 2000 (Fig. 2). O ano em que foram selecionados mais artigos foi em 2021, com 4 artigos selecionados (Fig.2).

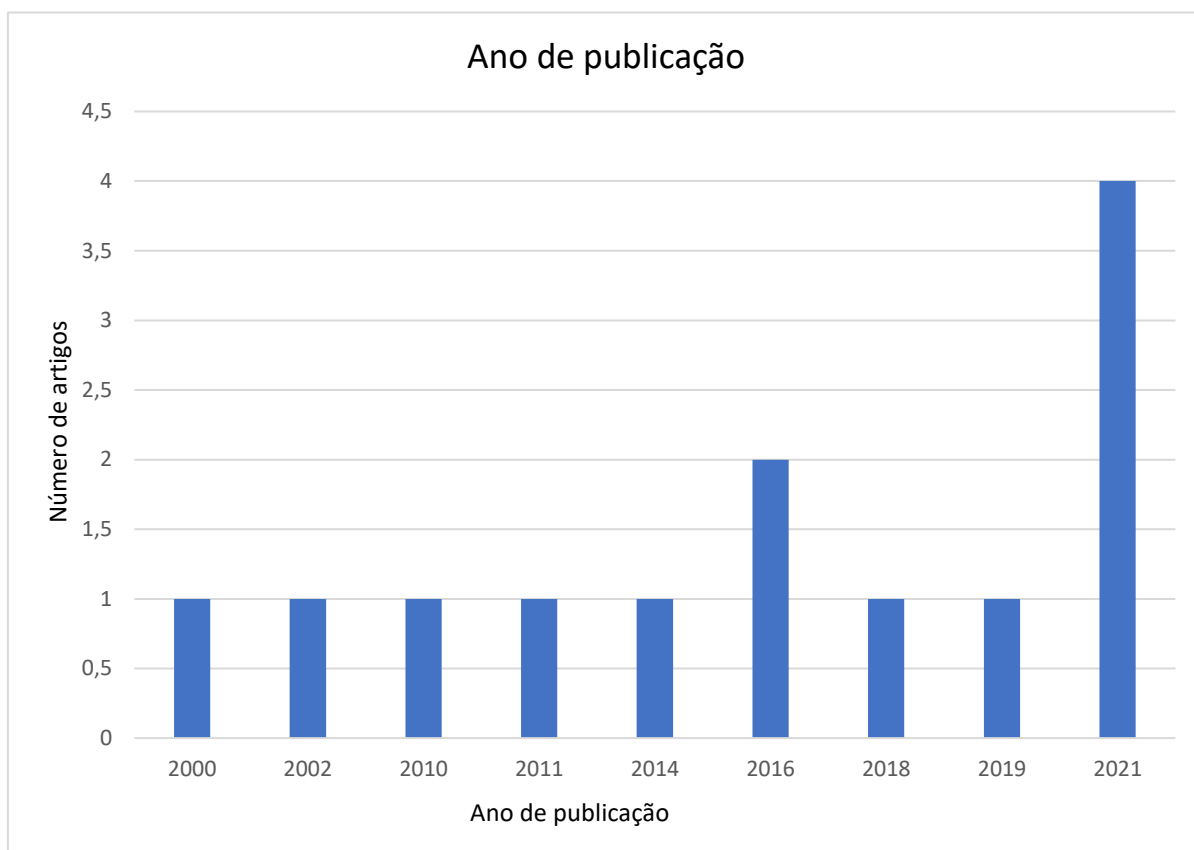


Figura 2 Número de artigos e ano de publicação

O número de amostras variou significativamente entre 23 e 480 (Fig. 3). Dos 13 artigos apenas 2 utilizaram mais de 100 amostras, os restantes 11 artigos, utilizaram menos de 100 amostras. No total dos 13 artigos, foram utilizadas 1156 amostras na totalidade (Fig. 3).



Figura 3 Número de amostras por artigo

O tipo de estudo variou significativamente, sendo 11 artigos *ex vivo* e 2 artigos *in vitro* (fig.4)



Figura 4 Tipo de estudo por artigo

O método de análise mais utilizado foi o microscópio eletrônico de varrimento (Fig. 5). Os restantes métodos de análise apenas foram utilizados em 1 ou 2 artigos enquanto o microscópio eletrônico de varrimento foi utilizado em 8 estudos (32-36) e (38,41,42) tal como ilustra a figura 5.

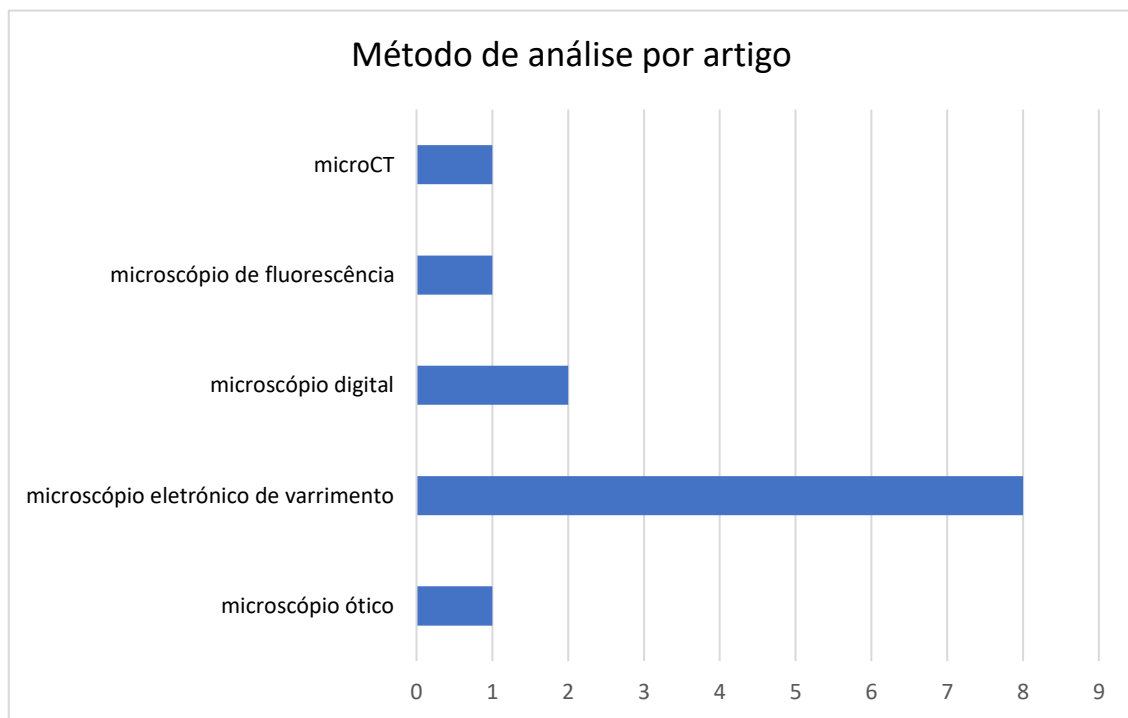


Figura 5 Método de análise por artigo

O calibre apical mais utilizado nos 8 estudos que utilizaram o microscópio eletrônico de varrimento (método de análise mais utilizado), foi o calibre #30, que foi utilizado em 5 estudos (33,35,36,41,42), tal como ilustra a figura 6.

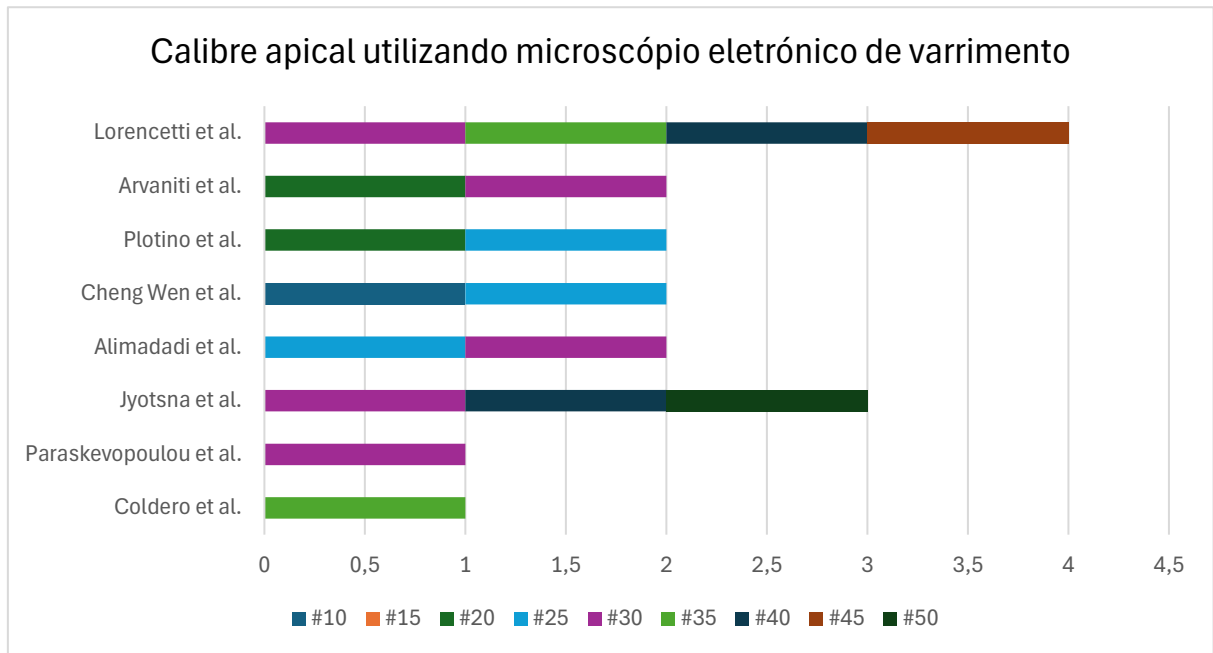


Figura 6 Calibre apical dos estudos com microscópio eletrônico de varrimento

Os calibres apicais variaram significativamente entre cada artigo. Em 2 artigos (34,37) o calibre apical foi de #10 e #25. Noutros 2 artigos (40,42), também houve o mesmo calibre apical de #30, #35, #40 e #45. Os restantes artigos (31-33) e (35,36,38,39,41,43) apresentam calibres apicais diferentes, tal como ilustra a Figura 7.

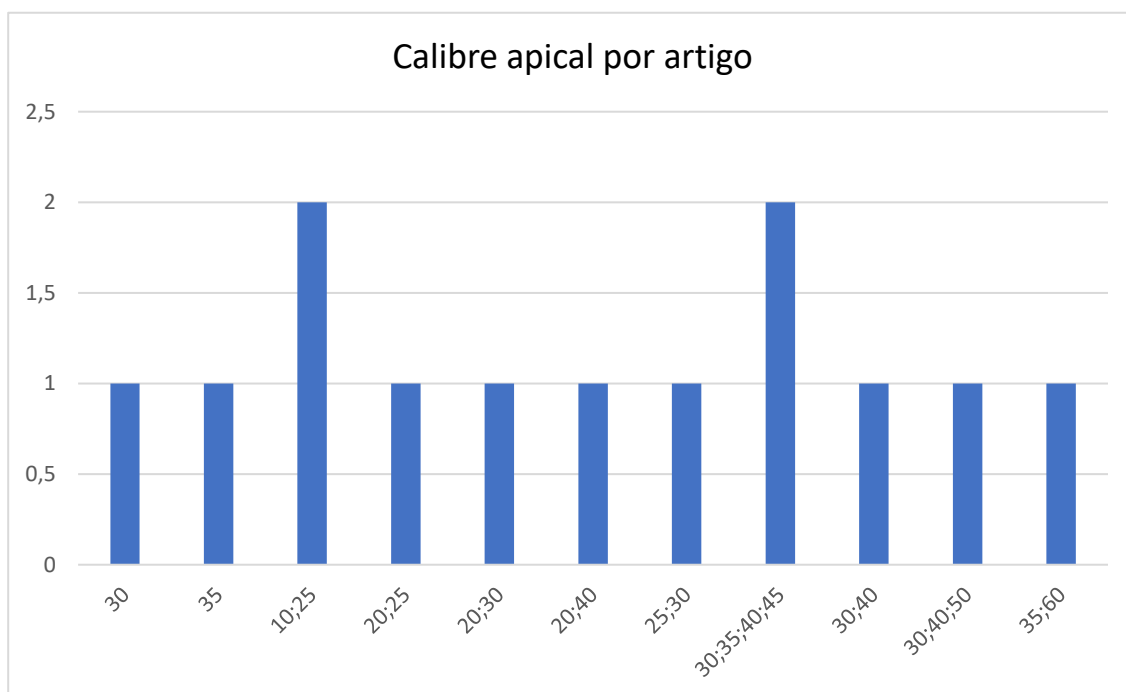


Figura 7 Calibre apical por artigo

Os desinfetantes utilizados variaram em cada estudo (Fig. 8). Dos 13 artigos, 1 (37) utilizou apenas NaOCl, outro (41) NaOCl, água destilada e EDTA, 2 estudos (35,40) utilizaram apenas água destilada, outros 2 estudos (34,36) usaram NaOCl e água destilada e os restantes 7 (31-33) e (38,39,42,43) utilizaram NaOCl e EDTA (Fig. 8).

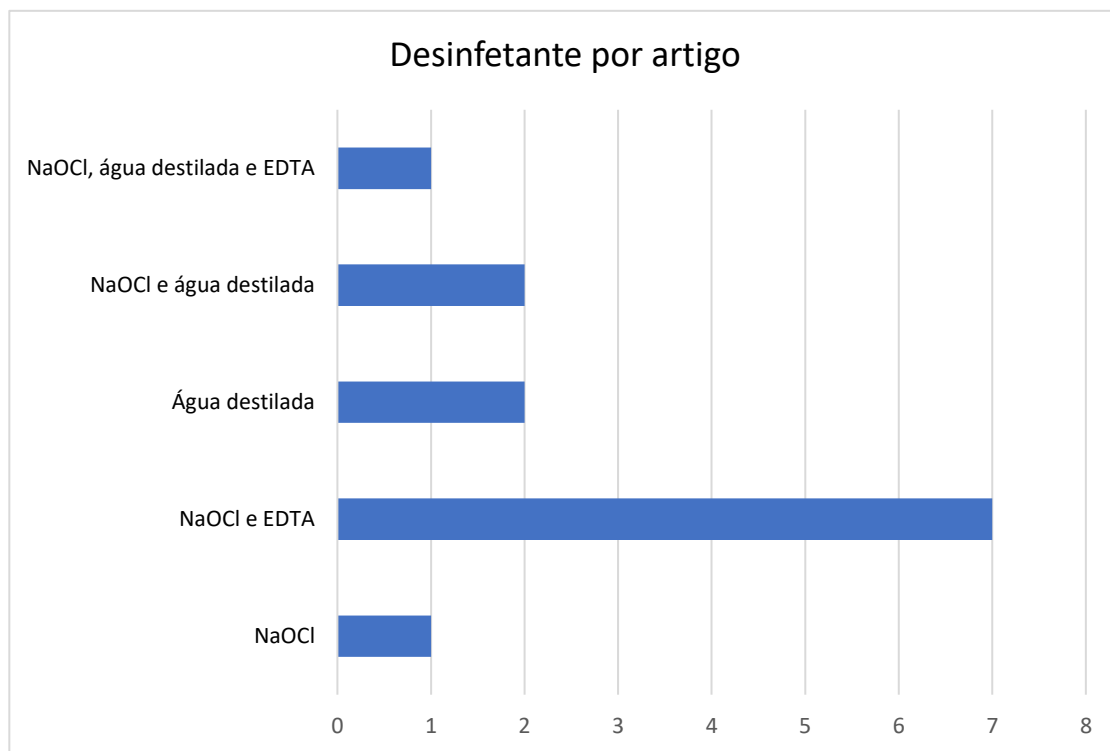


Figura 8 Tipo de desinfetantes utilizados

Tabela 6 Critério adotado para a determinação do risco de viés dos estudos incluídos e respetiva classificação (JBI Systematic Reviews)

Critérios Autor	1.Os grupos eram comparáveis, exceto a presença/ausência de doença no grupo controlo?	2.Os grupos de estudo e os grupos controlo foram combinados adequadamente?	3.Foram usados os mesmos critérios para identificação dos grupos de estudo e grupos controlo?	4. A exposição foi medida num padrão válido e confiável?	5. A exposição foi medida da mesma maneira para grupos de estudo e grupos controlo?
Stringheta <i>et al.</i> (2021)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Coldero <i>et al.</i> (2002)	NÃO PERCETÍVEL	SIM	SIM	SIM	SIM
Paraskevopoulou <i>et al.</i> (2016)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Cheng Wen <i>et al.</i> (2021)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Jyotsna <i>et al.</i> (2016)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Alimadadi <i>et al.</i> (2021)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Cheng Wen <i>et al.</i> (2021)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Plotino <i>et al.</i> (2018)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Lee <i>et al.</i> (2019)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Fornari <i>et al.</i> (2010)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Arvaniti <i>et al.</i> (2011)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Lorencetti <i>et al.</i> (2014)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Lumley <i>et al.</i> (2000)	NÃO PERCETÍVEL	SIM	SIM	SIM	SIM

Tabela 6: Critério adotado para a determinação do risco de viés dos estudos incluídos e respetiva classificação (JBI Systematic Reviews) (continuação)

<div style="text-align: center;">Critérios</div> <div style="text-align: left;">Autor</div>	6. Foram identificados fatores de confusão?	7. Foram estabelecidas estratégias para lidar com os fatores de confusão?	8. Os resultados foram avaliados de acordo com um padrão válido e confiável?	9. O período de exposição foi longo o suficiente para ser significativo?	10. Foi utilizada análise estatística apropriada?
Stringheta <i>et al.</i> (2021)	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Coldero <i>et al.</i> (2002)	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Paraskevopoulou <i>et al.</i> (2016)	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Cheng Wen <i>et al.</i> (2021)	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Jyotsna <i>et al.</i> (2016)	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Alimadadi <i>et al.</i> (2021)	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Cheng Wen <i>et al.</i> (2021)	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Plotino <i>et al.</i> (2018)	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Lee <i>et al.</i> (2019)	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Fornari <i>et al.</i> (2010)	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Arvaniti <i>et al.</i> (2011)	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Lorencetti <i>et al.</i> (2014)	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
Lumley <i>et al.</i> (2000)	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM

Através deste questionário para análise dos artigos selecionados, podemos observar que todos os artigos respondem, majoritariamente, positivo a todas as questões, sendo a única resposta negativa, relativa aos fatores de confusão e respectivas estratégias para lidar com esses fatores. Pode-se concluir assim que os artigos selecionados são fidedignos e com alto teor científico, tanto nos seus resultados como nas suas conclusões.

4. DISCUSSÃO

A desinfecção dos canais radiculares é essencial para o sucesso do tratamento endodôntico e o calibre do preparo apical é um dos fatores que pode influenciar a eficácia da desinfecção (3). Nesse sentido, com este trabalho pretende-se analisar e comparar os resultados de diversos estudos científicos para avaliar como diferentes calibres de preparo apical, métodos de irrigação e adjuvantes podem ou não influenciar na limpeza e na redução bacteriana nos canais radiculares.

Stringheta *et al.*(31), demonstraram que um preparo apical de calibre 40 resulta em menores percentagens de UCW e RD comparado ao calibre 30 e destacou ainda a importância de calibres maiores e técnicas avançadas de irrigação para uma limpeza efetiva dos canais. A maior eficácia de UAI e XPF em comparação com CI sugere que a ativação do irrigante é crucial para a remoção de detritos.

Já Coldero *et al.*(32), afirmam que não houve diferença significativa na redução bacteriana intracanal quando o preparo rotatório Ni-Ti GT com irrigação de NaOCl e EDTA foi utilizado com ou sem técnica de ampliação apical. A conicidade coronal adequada permitiu uma irrigação satisfatória, isto contrasta com Stringheta *et al.*(31), sugerindo que uma conicidade coronal adequada pode ser suficiente para a desinfecção, questionando a necessidade de ampliação apical quando técnicas de irrigação eficazes são utilizadas.

Paraskevopoulou *et al.*(33), referem que instrumentação com maior conicidade (de 4% para 8%) e o uso de NaOCl com EDTA foram mais eficientes na redução de microrganismos em comparação com a solução salina. Similar a Stringheta *et al.*(31) este estudo apoia a ideia de que maior conicidade e calibres maiores melhoram a eficácia da desinfecção. Adicionalmente, reforça a importância dos irrigantes químicos (NaOCl e EDTA).

Cheng Wen *et al.*(34), demonstram que PIPS mostrou maior capacidade de remoção bacteriana em canais com pequenos diâmetros de preparo e

conicidade comparado à irrigação convencional. PIPS com 2% e 5,25% de NaOCl exibiram efeitos antibacterianos superiores. Este estudo mostra que técnicas avançadas de irrigação, como PIPS, podem compensar a desvantagem de canais com pequenos diâmetros e conicidade, corroborando os estudos de Coldero *et al.*(32).

Jyotsna *et al.*(35), evidenciam que a irradiação intracanal com laser de diodo foi mais efetiva em canais com menores calibres apicais, resultando em maior redução bacteriana além do ápice o que contrasta com a ideia de que calibres maiores são sempre superiores, sugerindo que tecnologias como laser de diodo podem ser mais importantes do que o calibre do preparo apical.

Alimadadi *et al.*(36), referem que o aumento do tamanho apical e o uso de PDT como complemento à irrigação com NaOCl diminuíram significativamente o número de microrganismos residuais no sistema de canais radiculares, embora o tamanho apical e conicidade por si só não tenham tido efeito significativo. Este estudo suporta a utilização de calibres maiores e adjuvantes de irrigação para uma desinfecção mais completa, semelhante aos resultados dos artigos de Stringheta *et al.*(31) e Paraskevopoulou *et al.*(33).

Cheng Wen *et al.*(37), mostram que aumentar o calibre de #10 para #25 melhora o efeito bactericida do PIPS no canal radicular e que a conicidade do canal não afetou significativamente os efeitos bactericidas do PIPS. Corroborando outro artigo de Cheng Wen *et al.*(34), enfatizando que técnicas avançadas como PIPS são eficazes independentemente da conicidade, mas que um maior calibre ainda melhora os resultados.

Plotino *et al.*(38), dizem-nos que um preparo apical de calibre #25 resultou em paredes de canais significativamente mais limpas comparado a um calibre #20, sem diferenças significativas entre diferentes técnicas de irrigação nos terços médio e coronal. Mostra que um aumento moderado no calibre apical melhora a limpeza canalar, alinhando-se com os resultados de calibres maiores dos artigos de Stringheta *et al.*(31) e Alimadadi *et al.*(36).

Lee *et al.*(39), referem que canais preparados com calibre maior (#40) ficaram mais limpos do que aqueles preparados com calibre menor (#20) quando a irrigação foi realizada com seringa e agulha. A ativação ultrassônica permitiu que preparos menores fossem tão limpos quanto os maiores. Este artigo reflete a importância da ativação do irrigante para melhorar a eficácia da desinfecção em preparos com calibres menores, apoiando a visão de C P Stringheta *et al.*(31) de que técnicas avançadas de irrigação são cruciais.

Fornari *et al.*(40), dizem-nos que nenhum calibre de alargamento apical permitiu que as paredes dos canais fossem completamente preparadas, mas que calibres maiores resultaram em menores áreas não instrumentadas. Ou seja, sugerem que, embora calibres maiores melhorem a preparação das paredes, ainda não são totalmente eficazes, destacando a necessidade de técnicas complementares de desinfecção.

Arvaniti *et al.*(41), demonstram que a conicidade do canal não afetou a limpeza, com remoção de detritos quase completa para todas as conicidades, mas a *smear layer* não foi removida, especialmente na parte apical. Contrasta com a ideia de que maior conicidade melhora a desinfecção, indicando que a remoção de *smear layer* requer mais do que apenas ajuste de conicidade.

Loirencetti *et al.*(42), mostram que instrumentação com diâmetros finais maiores foram mais eficazes na limpeza dos canais radiculares com curvatura moderada, embora nenhum diâmetro tenha removido completamente os detritos e a *smear layer*. Este estudo apoia a importância da necessidade de calibres maiores para uma limpeza eficaz, similar aos artigos de Stringheta *et al.*(31), Paraskevopoulou *et al.*(33) e Lee *et al.*(39)

Por fim, Lumley *et al.*(43), com o estudo mais antigo, refere que a instrumentação da região apical com técnica *step-back* até um calibre 60 reduziu os detritos remanescentes após a instrumentação com limas de maior conicidade, reforçando a necessidade de calibres maiores para a limpeza eficaz da região apical.

No que diz respeito ao calibre do preparo e à eficácia na desinfecção canal, estudos como Stringheta *et al.*(31), Lee *et al.*(39) e Lumley *et al.*(43), indicam que calibres maiores (40 ou mais) resultam numa desinfecção mais eficaz, com menor presença de resíduos e detritos remanescentes, principalmente quando a irrigação é convencional. No entanto, calibres extremamente grandes podem não ser necessários quando técnicas avançadas de irrigação são utilizadas, conforme indicado nos estudos de Cheng Wen *et al.*(37). Já estudos como Coldero *et al.*(32), Cheng Wen *et al.*(37) e Jyotsna *et al.*(35), sugerem que, com técnicas avançadas de irrigação (PIPS, laser de diodo) ou com uma conicidade coronal adequada, a diferença na desinfecção entre calibres menores e maiores pode ser minimizada.

Relativamente às técnicas de irrigação, estudos de Cheng Wen *et al.*(37) e Lee *et al.*(39), demonstram que técnicas como PIPS e UAI são altamente eficazes, permitindo uma desinfecção completa mesmo em calibres menores, desafiando a necessidade de ampliação apical significativa. Mas, por sua vez, artigos como Stringheta *et al.*(31), Plotino *et al.*(38), e Lee *et al.*(39) mostram que, mesmo com técnicas convencionais, a limpeza pode ser otimizada com calibres apicais maiores, embora a ativação ultrassônica do irrigante possa compensar em calibres menores.

Em termos de conicidade do preparo, os estudos de Paraskevopoulou *et al.*(33), e de Arvaniti *et al.*(41) indicam que uma maior conicidade pode melhorar a desinfecção, mas a remoção completa da *smear layer* e dos detritos requer técnicas adicionais. Assim, conforme os artigos de Coldero *et al.*(32), Cheng Wen *et al.*(37) e Plotino *et al.*(38) uma conicidade coronal adequada pode ser suficiente para uma desinfecção eficaz, especialmente quando técnicas avançadas de irrigação são utilizadas.

Em relação a adjuvantes na irrigação, os artigos de Jyotsna *et al.*(35) e Alimadadi *et al.*(36) demonstram que adjuvantes como PDT e laser de diodo podem aumentar significativamente a eficácia da desinfecção, independentemente do calibre apical.

Stringheta *et al.*(31) demonstraram que um preparo apical de calibre 40 resultou em menores percentagens de paredes canales não tocadas e resíduos remanescentes comparado ao calibre 30 e Lee *et al.*(39) também indicaram que calibres maiores (#40) resultaram em canais mais limpos do que calibres menores (#20) quando utilizada a irrigação convencional, mas o uso de ativação ultrassônica nivelou a eficácia entre diferentes calibres e, estudos adicionais como Aydin *et al.*(44), corroboram que calibres apicais maiores melhoram a eficácia de desinfecção ao permitir melhor penetração de irrigantes e maior remoção de detritos, levando assim ao êxito do tratamento endodôntico.

Coldero *et al.*(32), sugerem que a ampliação apical não teve impacto significativo na redução bacteriana quando a conicidade coronal era adequada para irrigação. Jyotsna *et al.*(35) mostraram que calibres apicais menores resultaram em maior redução bacteriana além do ápice e Alimadadi *et al.*(36) encontraram que, embora o tamanho apical e conicidade não tenham tido efeito significativo por si só, a combinação de PDT com NaOCl reduziu significativamente os microrganismos residuais e, evidências suportam que a eficácia antimicrobiana pode não depender exclusivamente do tamanho apical, mas sim da combinação de técnicas de irrigação e ativação de irrigantes como nos diz o estudo de Chrepa *et al.*(45).

Paraskevopoulou *et al.*(33) mostraram que a combinação de NaOCl e EDTA, junto com maior conicidade, melhorou a redução bacteriana e Fornari *et al.*(40) e Arvaniti *et al.*(41) destacaram que diferentes conicidades não afetaram significativamente a limpeza, sugerindo que a escolha de irrigantes e técnicas de ativação pode ser mais determinante e estudos adicionais como o de Liu *et al.*(46) também enfatizam que a combinação adequada de irrigantes e técnicas de ativação é crucial para a desinfecção eficiente, independentemente da conicidade do preparo.

Cheng Wen *et al.*(37), demonstraram que o PIPS foi mais eficaz que a irrigação convencional em canais de pequeno diâmetro e, novamente Cheng Wen *et al.*(34), noutro estudo, reforçou a eficácia superior do PIPS em termos de eliminação bacteriana, independentemente do tamanho e conicidade do canal e

tal como refere outro estudo de Chrepa *et al.*(45), o uso de técnicas adjuvantes como a PDT e a ativação ultrassónica tem mostrado potencial significativo para melhorar a desinfeção em preparos apicais menores, otimizando a limpeza sem necessidade de remoção excessiva de dentina, levando a uma otimização do tratamento.

5. CONCLUSÃO

A revisão da literatura existente e a comparação dos estudos fornecidos indicam que, embora calibres apicais maiores geralmente resultem numa melhor limpeza e remoção de detritos, a eficácia da desinfecção do canal radicular não depende exclusivamente do tamanho apical. Técnicas de ativação de irrigantes, como PIPS e PDT, bem como a combinação adequada de irrigantes, desempenham um papel crucial na eficácia global do tratamento endodôntico. Estas abordagens permitem equilibrar a desinfecção eficaz com a preservação da estrutura dentária, oferecendo melhores resultados clínicos.

São necessários mais estudos para descobrir o calibre apical ideal, no entanto, através desta revisão sistemática podemos concluir que não são necessários preparos muito largos (#60) para uma eficaz desinfecção. O calibre apical mais utilizado é de #30, no entanto não é possível confirmar que esse seja o calibre apical ideal, devido ao facto dos artigos utilizarem metodologias diferentes, porém, podemos concluir que através da ativação de irrigantes e com uma boa combinação dos mesmos, poderemos atingir uma boa desinfecção canalar, sem alterar a anatomia dentária.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Rôças IN, Siqueira JF. Characterization of microbiota of root canal-treated teeth with posttreatment disease. *J Clin Microbiol.* 2012 May;50(5):1721–4.
2. Pérez Ron AE. Efeitos do preparo apical de canais radiculares usando instrumentos de diferentes diâmetros: avaliação por microtomografia computadorizada. [Tese de mestrado], Universidade Estácio de Sá Rio de Janeiro, 2016.
3. Hargreaves KM, Berman LH, Cohen S. Caminhos da polpa. 10ed.Rio de Janeiro: Elsevier,2017.
4. Dalton BC, Orstavik D, Phillips C, Pettiette M, Trope M. Bacterial reduction with nickel titanium rotary instrumentation. *J Endod.* 1998 Nov;24(11):763-7.
5. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod.* 2000 Jun;26(6):331-4.
6. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-ups in endodontics: I. Etiological factors. *J Endod.* 1985 Nov;11(11):472-8.
7. Caron G, Nham K, Bronnec F, Machtou P. Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *J Endod.* 2010 Aug;36(8):1361-6
8. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004 Aug;30(8):559-67.
9. Baugh D, Wallace J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: a review of the literature. *J Endod.* 2005 May;31(5):333-40.
10. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, Kim J, Shabahang S. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod.* 2003 Mar;29(3):170-5.
11. Plotino G, Özyürek T, Grande NM, Gündoğar M. Influence of size and taper of basic root canal preparation on root canal cleanliness: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J.* 2019 Mar;52(3):343–351.
12. Gluskin AH, Peters CI, Peters OA. Minimally invasive endodontics: challenging prevailing paradigms. *Br Dent J.* 2014 Mar;216(6):347-53
13. Tungsawat P, Arunrukthavorn P, Phuntusuntorn P, Opatragoon S, Sirirangsee P, Inklub S. Comparison of the effect of three irrigation techniques

and root canal preparation size on sodium hypochlorite penetration into root canal dentinal tubules. *Int J Dent*. 2021 Mar 31;1-6

14. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res*. 1981 Aug;89(4):321-8.

15. Fornari VJ, Silva-Sousa YT, Vanni JR, Pécora JD, Versiani MA, Sousa-Neto MD. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. *Int Endod J*. 2010 Nov;43(11):988–94.

16. Tziafas D, Alraeesi D, Al Hormoodi R, Ataya M, Fezai H, Aga N. Preparation prerequisites for effective irrigation of apical root canal: A critical review. *J Clin Exp Dent*. 2017 Oct 1;9(10):e1256-e1263.

17. Lee OYS, Khan K, Li KY, Shetty H, Abiad RS, Cheung GSP, et al. Influence of apical preparation size and irrigation technique on root canal debridement: a histological analysis of round and oval root canals. *Int Endod J*. 2019 Sep;52(9):1366–1376.

18. Lin LM, Rosenberg PA, Lin J. Do procedural errors cause endodontic treatment failure? *J Am Dent Assoc*. 2005 Feb;136(2):187-93

19. Kerekes K, Tronstad L. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *J Endod*. 1979 Mar;5(3):83-90.

20. Siqueira JF Jr, Lima KC, Magalhães FA, Lopes HP, de Uzeda M. Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. *J Endod*. 1999 May;25(5):332-5.

21. Tan BT, Messer HH. The effect of instrument type and preflaring on apical file size determination. *Int Endod J*. 2002 Sep;35(9):752-8

22. Gonçalves M, Baião R, Simões De Oliveira R, Carlos J, Da Silveira F, Felipe L, et al. Diâmetro apical de instrumentação e sua influência no sucesso endodôntico: revisão de literatura. *Braz J Surg Clin Res*. 2023 Jun;43(2):104–8.

23. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation—literature review and case reports. *Int Endod J*. 2000 May;33(3):186-93.

24. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod*. 2006 May;32(5):389-98.

25. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Muwaquet-Rodríguez S, Alberro-Monteagudo A. Update of the therapeutic planning of

irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review. *J Clin Exp Dent*. 2019 Feb 1;11(2): e185-e193.

26. Guivarc'h M, Ordioni U, Ahmed HM, Cohen S, Catherine JH, Bukiet F. Sodium Hypochlorite Accident: A Systematic Review. *J Endod*. 2017 Jan;43(1):16-24.

27. Boutsoukis C, Psimma Z, van der Sluis LW. Factors affecting irrigant extrusion during root canal irrigation: a systematic review. *Int Endod J*. 2013 Jul;46(7):599-618.

28. Gomes BPF, Vianna ME, Zaia AA, Almeida JFA, Souza-Filho FJ, Ferraz CCR. Chlorhexidine in endodontics. *Braz Dent J*. 2013;24(2):89–102.

29. Rita C, Nikhil V. Emerging trends in Endodontic Irrigants: Who will write the last line? *Endodontology*. 2014;26(2).

30. Baras BH, Melo MAS, Thumbigere-Math V, Tay FR, Fouad AF, Oates TW, et al. Novel bioactive and therapeutic root canal sealers with antibacterial and remineralization properties. *Materials (Basel)*. 2020;13(5).

31. Stringheta CP, Pelegri RA, Montalli VAM, Gutmann JL, Bueno CEDS. Influence of apical preparation size and final irrigation protocol on the debridement of oval root canals. *Braz Dent J*. 2021 Nov-Dec;32(6):16-27.

32. Coldero LG, McHugh S, MacKenzie D, Saunders WP. Reduction in intracanal bacteria during root canal preparation with and without apical enlargement. *Int Endod J*. 2002 May;35(5):437-46.

33. Paraskevopoulou MT, Khabbaz MG. Influence of Taper of Root Canal Shape on the Intracanal Bacterial Reduction. *Open Dent J*. 2016 Oct 31;10:568-574.

34. Wen C, Yan L, Kong Y, Zhao J, Li Y, Jiang Q. The antibacterial efficacy of photon-initiated photoacoustic streaming in root canals with different diameters or tapers. *BMC Oral Health*. 2021 Oct 21;21(1):542.

35. Jyotsna SV, Raju RV, Patil JP, Singh TV, Bhutani N, Kamishetty S, Ghatole K. Effect of Diode Laser on Bacteria Beyond the Apex in Relation to the Size of the Apical Preparation - An In-Vitro Study. *J Clin Diagn Res*. 2016 May;10(5):ZC63-5.

36. Alimadadi H, Asnaashari M, Naseri M, Yadegari Z. Effect of Apical Size and Taper on the Efficacy of Root Canal Disinfection With LED Photodynamic Therapy as an Adjunct to Irrigation With Sodium Hypochlorite. *J Lasers Med Sci*. 2021 Oct 9;12:e58.

37. Wen C, Yan L, Kong Y, Zhao J, Li Y, Jiang Q. The antibacterial efficacy of photon-initiated photoacoustic streaming in root canals with different diameters or tapers. *BMC Oral Health*. 2021 Oct 21;21(1):542.
38. Plotino G, Özyürek T, Grande NM, Gündoğar M. Influence of size and taper of basic root canal preparation on root canal cleanliness: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J*. 2019 Mar;52(3):343-351.
39. Lee OYS, Khan K, Li KY, Shetty H, Abiad RS, Cheung GSP, Neelakantan P. Influence of apical preparation size and irrigation technique on root canal debridement: a histological analysis of round and oval root canals. *Int Endod J*. 2019 Sep;52(9):1366-1376.
40. Fornari VJ, Silva-Sousa YT, Vanni JR, Pécora JD, Versiani MA, Sousa-Neto MD. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. *Int Endod J*. 2010 Nov;43(11):988-94.
41. Arvaniti IS, Khabbaz MG. Influence of root canal taper on its cleanliness: a scanning electron microscopic study. *J Endod*. 2011 Jun;37(6):871-4.
42. Lorencetti KT, Silva-Sousa YT, Nascimento GE, Messias DC, Colucci V, Abi Rached-Junior F, Silva SR. Influence of apical enlargement in cleaning of curved canals using negative pressure system. *Braz Dent J*. 2014 Sep-Oct;25(5):430-4.
43. Lumley PJ. Cleaning efficacy of two apical preparation regimens following shaping with hand files of greater taper. *Int Endod J*. 2000 May;33(3):262-5.
44. Aydin C, Tunca YM, Senses Z, Baysallar M, Kayaoglu G, Ørstavik D. Bacterial reduction by extensive versus conservative root canal instrumentation in vitro. *Acta Odontol Scand*. 2007 Jun;65(3):167-70.
45. Chrepa V, Kotsakis GA, Pagonis TC, Hargreaves KM. The effect of photodynamic therapy in root canal disinfection: a systematic review. *J Endod*. 2014;40(7):891-8.
46. Liu T, Huang Z, Ju Y, Tang X. Bactericidal efficacy of three parameters of Nd:YAP laser irradiation against *Enterococcus faecalis* compared with NaOCl irrigation. *Lasers Med Sci*. 2019 Mar;34(2):359-366.

Membros do Júri das Provas Públicas

Presidente: Professora Doutora Raquel Silva, Faculdade de Medicina Dentária da Universidade Católica Portuguesa

Arguente: Professora Doutora Cláudia Rodrigues, Professora Auxiliar da Faculdade de Medicina Dentária do Porto

Orientador: Professora Doutora Rita Noites, Faculdade de Medicina Dentária da Universidade Católica Portuguesa

Data das provas públicas: 22/07/2024

Validação e confirmação pelos serviços
escolares:
