

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Carine Martins Alves

**Impacto da conicidade dos instrumentos endodônticos na resistência à fratura
dos dentes: uma revisão integrativa**

Governador Valadares

2024

Carine Martins Alves

Impacto da conicidade dos instrumentos endodônticos na resistência à fratura dos dentes: uma revisão integrativa

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Carolina Oliveira de Lima

Governador Valadares

2024

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Alves, Carine Martins .

Impacto da conicidade dos instrumentos endodônticos na resistência à fratura dos dentes: uma revisão integrativa / Carine Martins Alves. -- 2024.

42 f. : il.

Orientador: Carolina Oliveira de Lima

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV, 2024.

1. Endodontia. 2. Conicidade. 3. Resistência à fratura dos dentes. 4. Acesso endodôntico minimamente invasivo. I. Lima, Carolina Oliveira de , orient. II. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Carine Martins Alves

Impacto da conicidade dos instrumentos endodônticos na resistência à fratura dos dentes: uma revisão integrativa

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Aprovada em 19 de setembro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Dr(a). Carolina Oliveira de Lima – Orientador(a)
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

Dr. Rafael Binato Junqueira
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

Dr. Ronaldo Luís Almeida de Carvalho
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares



Documento assinado eletronicamente por **Carolina Oliveira de Lima, Professor(a)**, em 19/09/2024, às 08:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Binato Junqueira, Professor(a)**, em 19/09/2024, às 08:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ronaldo Luis Almeida de Carvalho, Professor(a)**, em 19/09/2024, às 08:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1961226** e o código CRC **9902A4B5**.

Dedico este trabalho a Deus, por sua infinita bondade e proteção ao longo de todo o meu caminho, e à minha família, pelo amor incondicional, apoio constante e fé em meus sonhos. Sem vocês, nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por Sua infinita bondade, sabedoria, por me conceder a força necessária para superar todos os desafios desta jornada, pelas bênçãos a mim concedidas. Agradeço pela fé que me sustentou em momentos difíceis e pela inspiração e perseverança que me permitiram concluir este trabalho. Sem a Tua presença constante e proteção em minha vida, este sonho não seria possível.

Agradeço aos meus pais Aparecida e Geraldo, de todo o coração pelo amor incondicional, pelo apoio em cada etapa da minha vida e por sempre acreditarem em mim. Vocês me ensinaram o valor da dedicação, do esforço e da perseverança, e foram minha fonte de força e inspiração em todos os momentos. Este trabalho é, em grande parte, resultado do carinho e do incentivo que sempre me proporcionaram. Sou imensamente grata por tudo o que fizeram e continuam fazendo por mim.

Agradeço às minhas queridas irmãs Aline e Karol por serem minhas companheiras de vida. Vocês sempre estiveram ao meu lado, oferecendo carinho, apoio incondicional e motivação em cada etapa dessa jornada. Mesmo nos momentos mais desafiadores, vocês souberam me encorajar e me lembrar do meu potencial. Obrigada por cada palavra de incentivo, por cada gesto de amor, e por acreditarem em mim quando eu mais precisei. Este trabalho também é fruto do que aprendi com vocês: a força do companheirismo e o valor da união.

Ao meu noivo, William, minha mais profunda gratidão por todo o apoio, amor e compreensão durante esta jornada. Obrigada por ser meu parceiro em todos os momentos, por acreditar em mim e me motivar a seguir adiante. Sua paciência, incontáveis palavras de incentivo e presença constante foram essenciais para que eu pudesse alcançar esta conquista. Sou imensamente grata por termos dividido esta etapa e por saber que podemos contar um com o outro em cada desafio da vida. Este trabalho é também um reflexo do nosso amor e da nossa caminhada juntos.

Agradeço aos meus avós, Maristela e Manoel, Nelcina e João, por todas as orações, pelo amor, carinho, pelos conselhos valiosos, pelo apoio, incentivo e pela torcida para que eu pudesse realizar meus sonhos.

Agradeço a pessoas que se fizeram importantes desde o início dessa jornada: Ao meu tio Nem e Denio que me apoiaram, sem vocês tudo seria mais difícil.

À consola, minha mais sincera gratidão por ter me acolhido em sua casa no início desta jornada. Sua generosidade, hospitalidade e carinho foram essenciais para que eu me sentisse em casa, mesmo estando longe da minha. Saiba que sua acolhida fez toda a diferença para mim, e levarei sempre comigo a lembrança do seu gesto de bondade e amizade. Este trabalho também é fruto do apoio que recebi de você desde o começo.

Agradeço a todos os meus amigos, em especial Suelem e Amanda que estiveram sempre comigo, me ouvindo, encorajando e celebrando cada pequena conquista comigo. A presença de vocês foi fundamental para que eu pudesse alcançar este objetivo, e sou grata por cada momento compartilhado e por cada gesto de apoio.

Agradeço aos meus familiares, pelo apoio, carinho, palavras de incentivo e todo o suporte a mim concedido ao longo da vida.

Agradeço a todos os professores, em especial a minha orientadora Profa. Dra. Carolina Oliveira de Lima, por todo conhecimento, inspiração e orientação durante a trajetória acadêmica; por exercer a Odontologia com amor e ser um grande exemplo de profissional, sua dedicação e paixão pelo ensino foram fontes de motivação e enriqueceram imensamente minha trajetória. Sou grata por cada conselho, feedback e tempo concedido, que foram essenciais para a elaboração deste projeto.

RESUMO

Esta revisão integrativa teve como objetivo comparar as diferentes conicidades dos instrumentos endodônticos utilizados no preparo do canal, no que diz respeito à resistência à fratura dos dentes. Uma estratégia de busca foi realizada nas bases de dados PubMed, Cochrane Library, Web of Science e BVS (Lilacs e BBO), sem restrição de ano e idioma aplicadas, utilizando as palavras-chave “root canal preparation” e “flexural strength” e os termos livres que foram mais citados em publicações anteriores sobre o tema. Duas revisoras independentes selecionaram estudos que se enquadraram nos critérios de elegibilidade em duas etapas a primeira lendo apenas título e resumo e a segunda leitura dos textos completos baseado no critério de PICOS: 1 – População (P): dentes tratados endodonticamente; 2 – Intervenção (I): instrumentos endodônticos com maior conicidade; 3 – Comparação (C): instrumentos endodônticos com menor conicidade; 4 – Resultado (O): resistência à fratura e 5 – Desenho do estudo (S): estudos laboratoriais. 1025 artigos foram encontrados nas bases de dados e após a exclusão de duplicatas, exclusão após leitura de título e resumo, impossibilidade de acesso a artigos, estudo que ainda não era possível ler na íntegra e exclusão após a leitura do texto completo, restaram 27 artigos dos quais foi realizada a coleta de dados. Concluiu-se que apesar de alguns dos artigos analisados nesta revisão integrativa, apresentarem resultados onde os instrumentos com maior conicidade diminuem a resistência dos dentes à fratura, outros estudos não encontraram nenhuma diferença significativa. É difícil chegar a uma conclusão definitiva devido à heterogeneidade metodológica entre os estudos avaliados. Para avaliar de maneira mais precisa o impacto da conicidade dos instrumentos endodônticos na resistência dos dentes à fratura, novos estudos in vitro são necessários, que tenham simulações mais próximas da prática clínica e controles mais rigorosos das variáveis.

Palavras-chave: Endodontia. Conicidade. Resistência à fratura dos dentes. Acesso endodôntico minimamente invasivo.

ABSTRACT

This integrative review aimed to compare the different tapers of endodontic instruments used in canal preparation regarding tooth fracture resistance. A search strategy was conducted in the databases PubMed, Cochrane Library, Web of Science, and BVS (Lilacs and BBO), with no restrictions on year or language, using the keywords "root canal preparation" and "flexural strength" and the free terms that were most cited in previous publications on the subject. Two independent reviewers selected studies that met the eligibility criteria in two stages: the first by reading only the title and abstract, and the second by reading the full texts based on the PICOS criteria: 1 – Population (P): endodontically treated teeth; 2 – Intervention (I): endodontic instruments with a greater taper; 3 – Comparison (C): endodontic instruments with a smaller taper; 4 – Outcome (O): fracture resistance; and 5 – Study design (S): laboratory studies. A total of 1,025 articles were found in the databases, and after excluding duplicates, exclusions based on title and abstract review, inaccessibility of articles, studies that were not yet available in full text, and exclusions after reading the full texts, 27 articles remained for data collection. It was concluded that despite some of the articles analyzed in this integrative review, showed results where instruments with a greater taper reduce the fracture resistance of teeth, other studies found no significant difference. It is difficult to reach a definitive conclusion due to the methodological heterogeneity among the evaluated studies. To more accurately assess the impact of the taper of endodontic instruments on tooth fracture resistance, new in vitro studies are needed, with simulations closer to clinical practice and more rigorous control of variables.

Keywords: Endodontics. Taper. Tooth fracture resistance. Minimally invasive endodontic access

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	08
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
	2.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA.....	10
	2.2 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE.....	10
	2.3 PROCESSO DE SELEÇÃO.....	11
	2.4 PROCESSO DE COLETA DE DADOS.....	11
3	RESULTADOS.....	12
4	DISCUSSÃO.....	30
5	CONCLUSÃO.....	34
6	REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

Os dentes tratados endodonticamente são mais propícios à ocorrência de fratura em relação a dentes hígidos devido às condições mecânicas, como a perda de estrutura dentária durante os procedimentos de acesso e preparo do canal radicular, assim como alterações nas propriedades físicas da dentina (Takahashi; De Cara; Contin, 2001), provocando a exodontia em torno de 6,4 a 13,4% dos dentes tratados endodonticamente (Fuss; Faye; Kane, 1999; Touré *et al.*, 2011).

Na tentativa de reduzir a ocorrência de fraturas, surge o conceito de Endodontia minimamente invasiva com o advento de modalidades de acesso endodôntico minimamente invasivos (AEMI) como uma alternativa ao acesso endodôntico tradicional, que tentam preservar o máximo de estrutura dentinária durante o tratamento endodôntico como cingulo, crista oblíqua, teto da câmara pulpar e dentina pericervical a fim de manter a resistência à fratura dos dentes tratados endodonticamente (Clark; Khademi, 2010; Clark; Khademi; Herbranson, 2013). No entanto, a grande maioria dos estudos demonstraram que os AEMI não proporcionaram uma melhor resistência à fratura em relação aos dentes com acesso tradicional (Barbosa *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2020) e que o principal responsável pela resistência destes dentes após a realização do tratamento endodôntico é a realização bem-sucedida da restauração coronária (Aquilino; Caplan, 2002; Salehrabi; Rotstein, 2010).

Diante disso, diferentes formas de preservar o tecido dentário começaram a ser sugeridas, como o uso de instrumentos endodônticos com diferentes formatos e com conicidades reduzidas durante o preparo dos canais radiculares a fim de reduzir o estresse e a remoção de dentina em excesso (Askerbeyli, Serper, 2018; Kiliç, Karataslioglu, Kaval, 2021; Krikeli, Mikrogeorgis, Lyroudia, 2018; Munari, Bowles, Fok, 2019; Sabeti *et al.* 2018; Doganay Yildiz *et al.* 2021; Yuan *et al.*, 2016), na tentativa de manter a resistência do dente à fratura.

Baseado nesse aspecto, o impacto do uso de instrumentos endodônticos com diferentes conicidades na resistência à fratura dos dentes tem sido amplamente estudado, entretanto os resultados foram controversos. Alguns estudos concluíram que instrumentos endodônticos com conicidades maiores reduzem a resistência a fratura do dente ou provocam menor estresse na porção coronal do canal (Askerbeyli, Serper, 2018; Kiliç, Karataslioglu, Kaval, 2021; Krikeli, Mikrogeorgis, Lyroudia, 2018;

Munari, Bowles, Fok, 2019; Sabeti *et al.* 2018; Doganay Yildiz *et al.* 2021; Yuan *et al.*, 2016); enquanto outros verificaram que preparos com instrumentos endodônticos com menor conicidade não provocaram modificações na resistência do dente à fratura (Augusto *et al.* 2020; Wang *et al.* 2020; Zogheib *et al.* 2018).

Assim, considerando os resultados conflitantes dos estudos sobre conicidade do preparo dos canais e resistência à fratura e a escassez de revisões sobre o tema, o objetivo desse estudo será comparar as diferentes conicidades dos instrumentos endodônticos utilizados no preparo do canal, no que diz respeito à resistência à fratura dos dentes. Nesse contexto, essa revisão objetiva responder à pergunta: Instrumentos com maior conicidade provocam menor resistência dos dentes à fratura quando comparados a instrumentos com menor conicidade?

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA

A busca foi realizada de forma independente por dois examinadores (CMA e COL) nas seguintes bases de dados eletrônicas: PubMed, Cochrane Library, Web of Science e BVS (Lilacs e BBO). A busca foi realizada sem restrição do ano de publicação e incluiu estudos escritos em todos os idiomas. A estratégia de busca eletrônica foi desenvolvida utilizando as palavras-chave “root canal preparation” e “flexural strength” e os termos livres que foram mais citados em publicações anteriores sobre o tema. Para cada banco de dados, os seguintes termos foram utilizados: “fracture resistance”, “fracture strength”, “taper”, “endodontic instruments”. As combinações usadas nas estratégias de busca foram feitas de maneira específica para cada base de dados. As expressões Booleanas “AND” e “OR” foram aplicadas para combinar os termos e criar a estratégia de busca. Nenhum filtro foi utilizado durante as buscas nas bases de dados. Além disso, foi realizada uma busca adicional nas referências dos estudos selecionados e uma busca manual nas revistas *Journal of Endodontics* e *International Endodontic Journal*. Os artigos das diferentes bases foram importados para o programa Endnote para a catalogação e exclusão de duplicatas.

2.2 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Foram incluídos estudos que avaliaram a resistência a fratura de dentes tratados endodonticamente com instrumentos endodônticos de conicidades diferentes. O critério de elegibilidade foi baseado na estratégia PICOS (PRISMA-P 2016), conforme a seguir:

- 1 – População (P): dentes tratados endodonticamente;
- 2 – Intervenção (I): instrumentos endodônticos com mesmo tamanho de ponta e maior conicidade;
- 3 – Comparação (C): instrumentos endodônticos com mesmo tamanho de ponta e menor conicidade;
- 4 – Resultado (O): resistência a fratura;
- 5 – Desenho do estudo (S): estudos laboratoriais.

Artigos que não compararam o preparo do canal realizado com instrumentos de diferentes conicidades foram excluídos. Os trabalhos que compararam instrumentos com diferentes tamanhos de ponta também foram excluídos, assim como revisões, artigos de opinião e relatos de caso.

2.3 PROCESSO DE SELEÇÃO

Esse processo foi realizado em duas etapas. Na primeira etapa, dois revisores independentes (CMA e COL) selecionaram os artigos após a avaliação dos títulos e dos resumos. Os artigos cujos títulos e/ou resumos preencheram os critérios de elegibilidade foram incluídos e os que não preencheram, foram excluídos. Nos casos em que o resumo não apresentou quantidade suficiente de informações para uma decisão de inclusão ou exclusão, o artigo foi avaliado na segunda etapa.

A segunda etapa da seleção consistiu na leitura dos textos completos e na determinação de inclusão ou exclusão do respectivo estudo, com base nos critérios de elegibilidade da estratégia PICOS. Em casos de desacordo entre os revisores, um terceiro revisor poderia ser consultado (AFAB). Os estudos duplicados durante as buscas nas bases de dados foram considerados apenas uma vez.

2.4 PROCESSO DE COLETA DE DADOS

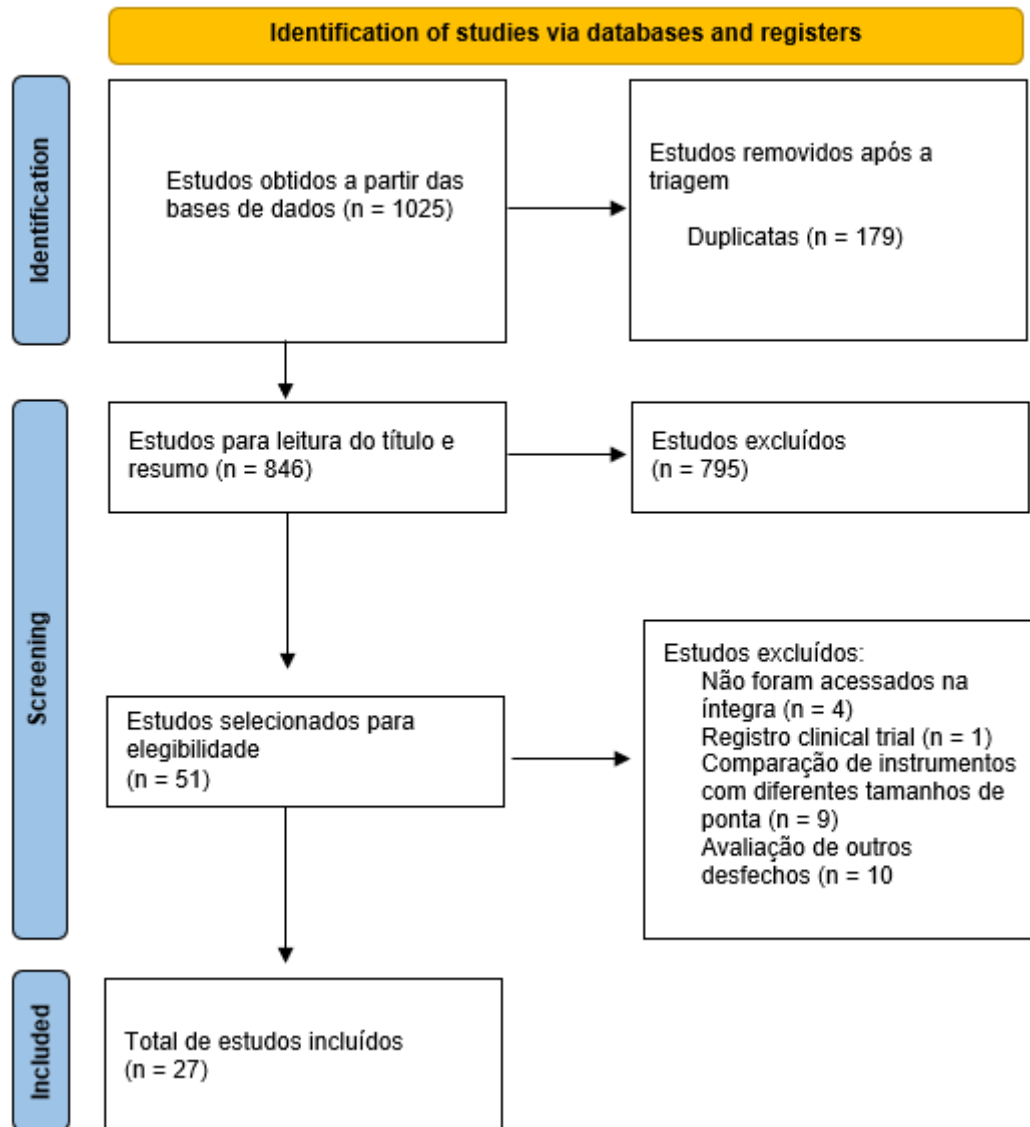
De maneira independente, dois revisores realizaram a coleta dos dados dos estudos incluídos (CMA e COL). Os revisores preencheram uma tabela com os dados coletados e, em seguida, as informações foram conferidas. Eventuais divergências quanto à coleta de dados foram resolvidas de forma consensual entre os dois revisores e, sempre em casos de desacordo, um terceiro revisor experiente foi consultado até que um consenso fosse alcançado. Foram coletadas as seguintes informações: autores, ano de publicação, país onde o estudo foi realizado, tamanho da amostra, divisão dos grupos descrevendo as conicidades dos instrumentos, metodologia utilizada para o teste de resistência à fratura, análise estatística e resultados do estudo (Quadro 1). Em caso de falta de dados, foram feitas até três tentativas por e-mail para contato com os respectivos autores.

3 RESULTADOS

Por meio das buscas nas bases de dados foram encontrados 1025 artigos e as 179 duplicatas foram excluídas, restando 846 artigos selecionados pela leitura do título e do resumo. Nesta etapa, 795 artigos foram excluídos porque não se encaixavam nos critérios de elegibilidade da estratégia PICOS. Dos 51 artigos selecionados para leitura do texto completo e extração de dados, 4 deles estavam na língua chinesa e não foi possível acessá-los na íntegra, mesmo após três tentativas de contato com os autores (Chen *et al.* 2006; Gao; Xu, 2012; Li *et al.* 2020; Qiu *et al.* 2020); outro deles se trata de um *clinical trial* e ainda não foi publicado na íntegra (Nct, 2022). Além disso, nove artigos foram excluídos por comparar instrumentos com diferentes tamanhos de ponta e dez artigos por avaliar diferentes desfechos sem ser a comparação entre instrumentos de diferentes conicidades (Figura 1). Sendo assim foi realizada a extração de dados do restante dos 27 artigos no que diz respeito ao autor/ano, objetivo do estudo, tipo de dente avaliado, número total de amostra, divisão dos grupos, técnica de obturação das amostras, tipo de restauração realizada, tipo de teste de fratura e conclusão de cada estudo (Quadro 1).

Os estudos incluídos foram publicados entre os anos de 2006 e 2022 em revistas internacionais. Foi observado dentre os 27 estudos que apesar de avaliar todos os tipos de dentes como pré-molares, incisivos, caninos, molares ou modelos de dentes 3D (Kim *et al.* 2010; Rundquist, Versluis, 2006; Wang *et al.* 2020); a maioria dos estudos avaliou pré-molares (Abdo, Eldarrat, 2013; Acharya *et al.* 2020; Aidasani, 2020; Askerbeyli, Serper, 2018; Çiçek, Aslan, Akkoçan, 2015; Furuncuoglu, Kalyoncuoglu, 2021; Lin *et al.* 2022; Munari, Bowles, Fok, 2019; Pawar *et al.* 2018; Rippe *et al.* 2014; Rundquist, Versluis, 2006; Singla *et al.* 2010; Tavanafar *et al.* 2015; Zogheib *et al.*, 2018). Em relação a arcada dentária, a maioria dos dentes avaliados foram inferiores (Aidasani, 2020; Augusto *et al.* 2020; Doganay Yildiz *et al.* 2021; Furuncuoglu, Kalyoncuoglu, 2021; Kiliç, Karataslioglu, Kaval, 2021; Lin *et al.* 2022; Munari, Bowles, Fok, 2019; Nirajan *et al.* 2022; Pawar *et al.* 2018; Singla *et al.* 2010; Smoljan *et al.* 2021; Tavanafar *et al.* 2015; Zand Biglari, Davids, Schäfer, 2006).

Figura 1: Diagrama PRISMA (2020) para identificação dos artigos incluídos no estudo



Fonte: próprio autor.

Além disso, diferentes conicidades foram utilizadas na instrumentação dos canais desde a conicidade de 0.02 a 0.09, sendo que as principais eram 0.02, .004, 0.06 e 0.08. (Abdo, Eldarrat, 2013; Acharya *et al.* 2020; Aidasani, 2020; Ashraf, 2013; Askerbeyli, Serper, 2018; Augusto *et al.* 2020; Çiçek, Aslan, Akkoçan, 2015; ; Doganay Yildiz *et al.* 2021; Furuncuoglu, 2021; Jahromi *et al.* 2011; Khdairah, Al-Gharrawi, 2020; Kiliç, Karataslioglu, Kaval, 2021; Kim *et al.* 2010; Krikeli, Mikrogeorgis, Lyroutia, 2018; Lin *et al.* 2022; Munari, Bowles, Fok, 2019; Nirajan *et al.* 2022; Pawar *et al.* 2018; RIPPE *et al.* 2014; Rundquist, Versluis, 2006; Sabeti *et al.* 2018; Singla *et al.* 2010;

Smoljan *et al.* 2021; Tavanafar *et al.* 2015; Wang *et al.* 2020; Zand Biglari, Davids, Schäfer, 2006; Zogheib *et al.*, 2018).

Foi possível observar que em apenas cinco dos artigos incluídos não houve a obturação dos dentes, sendo realizada apenas a instrumentação (Doganay Yildiz *et al.* 2021; Kim *et al.* 2010; Munari, Bowles, Fok, 2019; Sabeti *et al.* 2018; Singla *et al.* 2010). Outros foram obturados, porém não foram restaurados, sendo o material mais utilizado para obturação a guta-percha e cimento AH Plus principalmente em técnica de cone único (Abdo, Eldarrat, 2013; Acharya *et al.* 2020; Ashraf, 2013; Çiçek, Aslan, Akkoçan, 2015; ; Furuncuoglu, 2021; Jahromi *et al.* 2011; Khdairah, Al-Gharrawi, 2020; Kiliç, Karataslioglu, Kaval, 2021; Krikeli, Mikrogeorgis, Lyroudia, 2018; Lin *et al.* 2022; Pawar *et al.* 2018).

Em relação à restauração do dente, em 10 artigos foi feita restauração em resina composta (Aidasani, 2020; Askerbeyli, Serper, 2018; Augusto *et al.* 2020; Nirajan *et al.* 2022; Rippe *et al.* 2014; Rundquist, Versluis, 2006; Smoljan *et al.* 2021; Tavanafar *et al.* 2015; Wang *et al.* 2020; Zogheib *et al.*, 2018), em um artigo os dentes foram restaurados com obturador provisório (Cavit) (ZAND BIGLARI, DAVIDS, SCHÄFER, 2006) e no restante dos artigos (16) não foi feita a restauração dos dentes (Abdo, Eldarrat, 2013; Acharya *et al.* 2020; Ashraf, 2013; Çiçek, Aslan, Akkoçan, 2015; ; Doganay Yildiz *et al.* 2021; Furuncuoglu, 2021; Jahromi *et al.* 2011; Khdairah, Al-Gharrawi, 2020; Kiliç, Karataslioglu, Kaval, 2021; Kim *et al.* 2010; Krikeli, Mikrogeorgis, Lyroudia, 2018; Lin *et al.* 2022; Munari, Bowles, Fok, 2019; Pawar *et al.* 2018; Sabeti *et al.* 2018; Singla *et al.* 2010).

Dos 27 artigos incluídos, verificou-se que 21 artigos utilizaram o máquina de testes universal para avaliar a resistência a fratura (Abdo, Eldarrat, 2013; Acharya *et al.* 2020; Aidasani, 2020; Ashraf, 2013; Augusto *et al.* 2020; Çiçek, Aslan, Akkoçan, 2015; ; Doganay Yildiz *et al.* 2021; Furuncuoglu, 2021; Jahromi *et al.* 2011; Khdairah, Al-Gharrawi, 2020; Kiliç, Karataslioglu, Kaval, 2021; Krikeli, Mikrogeorgis, Lyroudia, 2018; Lin *et al.* 2022; Nirajan *et al.* 2022; Pawar *et al.* 2018; Rippe *et al.* 2014; Sabeti *et al.* 2018; Singla *et al.* 2010; Tavanafar *et al.* 2015; Zand Biglari, Davids, Schäfer, 2006; Zogheib *et al.*, 2018), enquanto seis artigos avaliaram a resistência através do método de elementos finitos (Askerbeyli, Serper, 2018; Kim *et al.* 2010; Munari, Bowles, Fok, 2019; Rundquist, Versluis, 2006; Smoljan *et al.* 2021; Wang *et al.* 2020).

Observou-se também em 12 deles que a menor conicidade dos instrumentos oferecia uma maior resistência a fratura dos dentes (Acharya *et al.* 2020; Askerbeyli,

Serper, 2018; Doganay Yildiz *et al.* 2021; Kiliç, Karataslioglu, Kaval, 2021; Kim *et al.* 2010; Krikeli, Mikrogeorgis, Lyroudia, 2018; Lin *et al.* 2022; Nirajan *et al.* 2022; Pawar *et al.* 2018; Sabeti *et al.* 2018; Smoljan *et al.* 2021; Zand Biglari, Davids, Schäfer, 2006), enquanto no restante (15) a conicidade menor não oferecia diferença na resistência à fratura, mas sim o tipo de movimento utilizado para instrumentação dos canais, bem como tipo de material restaurador, sistema de instrumentação ou utilização de tratamento térmico por exemplo (Abdo, Eldarrat, 2013; Aidasani, 2020; Ashraf, 2013; Augusto *et al.* 2020; Çiçek, Aslan, Akkoçan, 2015; ; Furuncuoglu, 2021; Jahromi *et al.* 2011; Khdairah, Al-Gharrawi, 2020; Munari, Bowles, Fok, 2019; Rippe *et al.* 2014; Rundquist, Versluis, 2006; Singla, 2010; Tavanafar *et al.* 2015; Wang *et al.* 2020; Zogheib *et al.*, 2018); outro dentre os 15 que apesar de não haver diferença na resistência à fratura os dentes preparados com conicidade .04 apresentaram fraturas mais favoráveis e restauráveis do que os dentes preparados com conicidade .06 (Zogheib *et al.*, 2018).

Quadro 1. Extração de informações dos estudos que avaliaram instrumentos com diferentes conicidades selecionados para a revisão.

Autor/ano	Objetivo	Tipo de dente	Tamanho da amostra/grupos	Obturação dos dentes	Restauração dos dentes	Teste de resistência à fratura	Conclusão
Acharya et al. 2020	Determinar o efeito das limas manuais, ProTaper Universal, ProTaper Next e instrumentos rotatórios V Taper na resistência à fratura dos dentes.	1º pré-molar superior	60 dentes (N=15) Grupo I: dentes preparados com os instrumentos manuais (preparo apical até o instrumento até 30.02), Grupo II: dentes preparados com os instrumentos ProTaper Universal (preparo apical até o instrumento 30.09); Grupo III: dentes preparados com os instrumentos ProTaper Next (preparo apical até o instrumento 30.07); Grupo IV: dentes preparados com os instrumentos V Taper (preparo apical até o instrumento 30.06)	Todos os grupos foram obturados com cimento endodôntico a base de resina epóxi e guta-percha. Grupo I: cone de guta-percha 30 + cones laterais - técnica de condensação lateral; Grupo II: guta percha F3 - técnica com cone único; Grupo III: guta percha X3 - técnica com cone único; Grupo IV: guta percha V30 - técnica com cone único.	Não foram restaurados, apenas inseridos em um bloco de resina acrílica para simular o ligamento periodontal/alvéolo.	Máquina de teste de carga universal	Instrumentos manuais e rotatórios com menor conicidade (V Taper) parecem preservar melhor a resistência dos dentes do que instrumentos rotatórios com conicidade aumentada (ProTaper Universal e ProTaper Next).

Aidasani, Mulay, Borkar, 2020	Avaliar e comparar a resistência à fratura de pré-molares inferiores após a instrumentação com os sistemas de limas endodônticas ProTaper Universal, ProTaper Next, OneShape e WaveOne.	Pré molares inferiores .	75 dentes ($n = 15$) Grupo A- Dentes intactos (Controle) ; Grupo B- dentes preparados com os instrumentos ProTaper Universal (preparo apical até o instrumento 25.08); Grupo C- dentes preparados com os instrumentos ProTaper Next (preparo apical até o instrumento 25.06); Grupo D- dentes preparados com os instrumentos OneShape (preparo apical até o instrumento 25.06); Grupo E- dentes preparados com os instrumentos WaveOne (preparo apical até o instrumento 25.08).	Guta-percha + cimento AH Plus. Técnica de condensação lateral e condensação vertical.	Foi colocado um núcleo composto nas raízes construído com sistema autocondicionante e respectiva colagem.	Máquina de teste universal.	Não houve diferença na resistência à fratura em relação a conicidade dos instrumentos (.06 x .08). No entanto, os canais radiculares instrumentados com movimento recíprocante (WaveOne e Oneshape) têm melhor resistência à fratura do que o movimento rotatório contínuo (Protaper Universal e Protaper Next)..
Ashraf et al. 2013	1) comparar a resistência à fratura de dentes que foram obturados com gutta-percha e cimento AH26 com aqueles obturados com Resilon e sistema de obturação Epiphany; e 2) avaliar e comparar o efeito das limas rotatórias Race (conicidade 04) e das limas manuais (conicidade 02)no preparo do canal radicular na fratura radicular.	Incisivos superiores.	105 dentes ($n = 15$) Grupo 1 e 2: dentes preparados com os instrumentos manuais (preparo apical até o instrumento 40.02); Grupos 3 e 4: dentes preparados com os instrumentos Race (preparo apical até o instrumento 40.04); Grupos 5 e 6: dentes preparados com o mesmo método dos grupos 1 e 3, respectivamente; No grupo controle (dentes intactos) os dentes não foram preparados ou restaurados.	Grupo 1 e 3: técnica de compactação lateral com gutta-percha e cimento AH26 Grupo 2 e 4: obturados com Resilon + Epiphany Grupos 5 e 6: os dentes não foram obturados e foram selados com Coltosol.	Não foi realizada restauração.	Máquina de teste universal.	O Resilon tem o potencial de aumentar a resistência à fratura radicular em dentes tratados endodonticamente. Não houve diferença entre os instrumentos Race (conicidade .04) e os instrumentos manuais (conicidade .02) no que diz respeito à resistência do dente à fratura.

Çiçek, Aslan, Akkoçan, 2015;	Comparar a resistência à fratura de dentes instrumentados com ProTaper Universal (PTU), ProTaper Next (PTN), WaveOne (WO), Twisted File (TF)), Mtwo (MT) e Revo S (RS) e obturados com cones de guta-percha compatíveis e os respectivos instrumentos pela técnica de cone único.	1ºs pré-molares	72 Grupo 1: dentes preparados com os instrumentos ProTaper Universal (preparo apical até o instrumento 40.06); Grupo 2: dentes preparados com os instrumentos ProTaper Next (preparo apical até o instrumento 40.06) Grupo 3: dentes preparados com os instrumentos WaveOne (preparo apical até o instrumento 40.08) Grupo 4: dentes preparados com os instrumentos Twisted File (preparo apical até o instrumento 40.04) Grupo 5: dentes preparados com os instrumentos Mtwo (preparo apical até o instrumento 40.06) Grupo 6: dentes preparados com os instrumentos Revo-S (preparo apical até o instrumento 40.06)	Cimento endodôntico AH-26 + guta-percha. Técnica de cone único.	Não foi realizada restauração.	Máquina de ensaio universal.	As raízes instrumentadas com o sistema Mtwo (conicidade .06) promoveram menor resistência à fratura dos dentes, enquanto aquelas instrumentadas com o sistema PTN foram as mais resistentes à fratura (conicidade .06). Sendo assim, a conicidade não influenciou na resistência à fratura, mas sim as diferentes geometrias dos instrumentos.
Furuncuoglu, Kalyoncuoglu, 2021	Examinar os efeitos de vários instrumentos, expostos à diferentes tratamentos térmicos na resistência à fratura de raízes com histórico de tratamento endodôntico.	Pré-molares inferiores	100 (n = 20) Grupo controle: sem preparo ou obturação; Grupo 1: dentes preparados com os instrumentos Protaper Universal – PTU – NiTi universal (preparo apical até o instrumento 40.06) Grupo 2: dentes preparados com os instrumentos Twisted File (TF) – tratamento térmico R (preparo apical até o instrumento 40.04); Grupo 3: dentes preparados com os instrumentos Protaper Next (PTN) – tratamento térmico M-wire (preparo apical até o instrumento 40.06) Grupo 4: dentes preparados com os instrumentos Hyflex – tratamento térmico de controle de memória	Guta-percha + cimento AH Plus. Técnica de cone único.	Não foi realizada restauração.	Máquina de teste universal.	O grupo Hyflex demonstrou os maiores valores de resistência à fratura dos dentes. Os preparos de raízes com PTU, TF e PTN reduziram a resistência à fratura vertical das raízes quando comparados ao grupo controle. Sendo assim, observou-se que os tratamentos térmicos podem influenciar à resistência à fratura dos dentes, independente da conicidade utilizada.

			(preparo apical até o instrumento 40.04)				
Khdairah, Al-Gharrawi, 2020	Comparar o preparo do canal instrumentado usando os sistemas de limas 2Shape, Protaper Gold e Protaper Next na fratura resistência de raízes obturadas.	Primeiros molares superiores.	60 (n = 15) Grupo 1: controle – sem preparo do canal. Grupo 2: dentes preparados com os instrumentos 2Shape (preparo apical até o instrumento 40.04) Grupo 3: dentes preparados com os instrumentos Protaper Next (preparo apical até o instrumento 40.06) Grupo 4: dentes preparados com os instrumentos Protaper Gold (preparo apical até o instrumento 40.06)	Grupo controle: sem obturação Grupos 2 a 4 guta-percha + GuttaFlow Técnica de cone único.	Não foi realizada restauração	Máquina de teste universal.	Os instrumentos utilizados demonstraram resultados similares na resistência à fratura de raízes obturadas.

Kim et al. 2010	Comparar as distribuições de tensão que podem ser geradas na dentina radicular apical durante a instrumentação rotatória em um canal curvo com limas de NiTi apresentando diferentes geometrias e conicidades. A análise tridimensional (3D) de elementos finitos (FE) foi usada para avaliar as tensões.	Modelo tridimensional de um dente unirradicular com raiz curva.	Modelo 1: modelo preparado com os instrumentos Profile (preparo apical até o instrumento 30.06) Modelo 2: modelo preparado com os instrumentos Protaper Universal (preparo apical até o instrumento 30.09)	Não foi realizada a obturação.	Não foi realizada restauração	Análise de elementos finitos.	O preparo do canal com Protaper Universal (conicidade .09) promoveu maior tensão na dentina radicular quando comparado com a Profile (conicidade .06).
Lin et al. 2022	Comparar a resistência à fratura radicular vertical de dentes com tratamento endodôntico instrumentados com quatro diferentes sistemas de níquel-titânio	Pré molares inferiores .	80 (n=16) Grupo 1: Controle (dentes intactos); Grupo 2: dentes preparados com os instrumentos T-Pro (preparo apical até o instrumento 25.04) Grupo 3: dentes preparados com os instrumentos Hyflex CM (preparo apical até o instrumento 25.04) Grupo 4: dentes preparados com os instrumentos TG6 (preparo apical até o instrumento 25.06) Grupo 5: dentes preparados com os instrumentos ZenFlex (preparo apical até o instrumento 25.06)	Guta-percha tamanho 25 + cimento AH Plus. Técnica de cone único.	Não foi realizada.	Máquina de teste universal.	Os dentes preparados com instrumentos com conicidade .04 (T-Pro e HyFlex) mostraram maior resistência à fratura radicular vertical do que os preparados com conicidade .06 (TG6 e ZenFlex).
Pawar et al. 2018	Comparar a resistência à fratura de dentes preparados por diferentes instrumentos mecanizados.	Pré-molares inferiores .	60 (n = 15) Grupo 1 (Controle): sem preparo do canal e sem obturação. Grupo 2: dentes preparados com os instrumentos EndoStar E5 (preparo apical até o instrumento 25.04) Grupo 3: dentes preparados com os instrumentos Protaper Next (preparo apical até o instrumento 25.06) Grupo 4: dentes preparados com os instrumentos WaveOne (preparo apical até o instrumento 25.08)	Guta-percha + cimento AH Plus. Técnica de condensação lateral.	Não foi realizada a restauração.	Máquina de teste universal.	Os dentes preparados com os instrumentos EndoStar E5 (conicidade .04) exibem melhor resistência à fratura do que aqueles preparados com os instrumentos WaveOne (conicidade .08). Não houve diferença na resistência a fratura quando comparados com os instrumentos Protaper Next (conicidade .06).

Rippe et al. 2014	Avaliar o impacto do tipo de preparo do canal radicular, pino intrarradicular e ciclagem mecânica na resistência à fratura das raízes.	Caninos e pré-molares.	80 (n = 10) Grupo 1: dentes preparados com os instrumentos manuais (preparo apical até o instrumento 35.02), pino de fibra, sem ciclagem mecânica; Grupo 2: dentes preparados com os instrumentos manuais (preparo apical até o instrumento 35.02), pino de fibra, com ciclagem mecânica; Grupo 3: dentes preparados com os instrumentos manuais (preparo apical até o instrumento 35.02), pino fundido e núcleo, sem ciclagem mecânica; Grupo 4: dentes preparados com os instrumentos manuais (preparo apical até o instrumento 35.02), pino fundido e núcleo, com ciclagem mecânica; Grupo 5: dentes preparados com os instrumentos rotatórios (preparo apical até o instrumento 35.06), pino de fibra, sem ciclagem mecânica; Grupo 6: dentes preparados com os instrumentos rotatórios (preparo apical até o instrumento 35.06), pino de fibra, com ciclagem mecânica; Grupo 7: dentes preparados com os instrumentos rotatórios (preparo apical até o instrumento 35.06), pino fundido e núcleo, sem ciclagem mecânica; Grupo 8: dentes preparados com os instrumentos rotatórios (preparo apical até o instrumento 35.06), pino fundido e núcleo, com ciclagem mecânica.	Guta-percha + cimento Sealer 26. Técnica da condensação lateral.	Pino de fibra e pino fundido + núcleo, cimentados com cimento resinoso autoadesivo e núcleo construído em resina composta.	Máquina de testes universais.	O tipo de instrumento endodôntico influenciou apenas na resistência à fratura radicular na restauração com pino de fibra e ciclagem mecânica.
-------------------------------------	---	-------------------------------	--	---	---	--------------------------------------	--

Smoljan et al. 2021	Investigar o efeito da conicidade do canal na resistência à fratura do dente e distribuição de estresse após tratamento endodôntico usando análise de elementos finitos (FEA).	Molares inferiores .	2 modelos de dentes: Grupo 1: modelos preparados com os instrumentos Protaper Gold (preparo apical até o instrumento 25.08 nos canais mesiais e 30.09 no canal distal); Grupo 2: modelos preparados com os instrumentos V Taper 2H (preparo apical até o instrumento 25.06 nos canais mesiais e 30.06 no canal distal)	Guta-percha + cimento endodôntico BC Sealer. Técnica de condensação vertical.	Resina composta.	Análise de elementos finitos	O preparo do canal radicular com o sistema V Taper 2H (conicidade .06) preserva mais dentina pericervical do que o preparo com a Protaper Gold (conicidade .08/.09), o que pode aumentar a resistência à fratura.
Tavanafar et al. 2015	Comparar os efeitos de três diferentes técnicas de instrumentação na resistência à fratura radicular vertical de dentes tratados endodonticamente.	Pré-molares inferiores .	120 (n = 30) Grupo 1: controle – sem preparo e sem obturação Grupo 2: dentes preparados com os instrumentos manuais (preparo apical até o instrumento 40.02). Grupo 3: dentes preparados com os instrumentos BioRace (preparo apical até o instrumento 40.04), Grupo 4: dentes preparados com os instrumentos WaveOne, (preparo apical até o instrumento 40.08)	Guta-percha + AH26. Técnica de onda contínua.	Restauração com camada dupla de esmalte.	Máquina de testes universal.	Não houve diferença na resistência a fratura independente do tipo de instrumento utilizado.
Zand Biglari, Davids, Schäfer, 2006	Comparar a força necessária para fraturar raízes verticalmente que foram ampliadas com diferentes instrumentos.	Caninos inferiores .	84 (n = 24) Grupo1: dentes preparados com os instrumentos GT Rotary (preparo apical até o instrumento 40.04) Grupo2: dentes preparados com os instrumentos FlexMaster (preparo apical até o instrumento 40.02) Grupo3: dentes preparados com os instrumentos manuais (preparo apical até o instrumento 40.02) Grupo 4: controle, sem preparo e sem obturação.	Guta-percha + cimento AH Plus. Técnica de compactação lateral.	Restauração com obturador provisório (Cavit)	Máquina de testes universal.	. Os instrumentos com maior conicidade (GT Rotary – conicidade .04) promoveram mais enfraquecimento da raiz quando comparado aos outros instrumentos (conicidade .02)

Jahromi et al. 2011	Comparar o efeito de instrumentos manuais e rotatórios na resistência à fratura das raízes dentárias.	Molares superiores.	32 (n = 15) Controle - 2 dentes- sem preparo, sem obturação Grupo 1: dentes preparados com os instrumentos manuais (preparo apical até o instrumento 25.02)Grupo 2: dentes preparados com os instrumentos Hero642 (preparo apical até o instrumento 25.04)	Guta-percha + cimento AH26. Técnica de condensação lateral.	Não foi realizada a restauração.	Máquina de testes universal.	Não observou-se diferença na resistência a fratura entre os instrumentos utilizados (conicidade .02 e .04)
----------------------------	---	---------------------	--	---	----------------------------------	------------------------------	--

Abdo, Eldarrat, 2013	Investigar a resistência à fratura de canais radiculares preparados com instrumentos de diferentes conicidades (.04 e .06) e obturados com Resilon ou guta percha.	Pré molares	60 (n=10) Grupo 1: controle (n=10) controle positivo – com preparo e sem obturação controle negativo – sem preparo e sem obturação Grupo 2 e 4: dentes preparados com os instrumentos NitiProfile (preparo apical até o instrumento 35.04) Grupo 3 e 5: dentes preparados com os instrumentos NitiProfile (preparo apical até o instrumento 35.06)	Grupo 2 e 3: cone de guta percha + cimento endodôntico ADSEAL. Técnica de condensação lateral. Grupo 4 e 5: Resilon + primer autocondicionante Epiphany + selador Epiphany. Técnica de condensação lateral.	Não foi realizada restauração, apenas fixação das raízes em resina acrílica.	Máquina de teste universal.	As diferentes conicidades dos instrumentos (.04 e .06) não interferiram na resistência à fratura dos dentes. No entanto, a obturação com Resilon demonstrou aumento da resistência à fratura do dente quando comparado a obturação com guta percha.
-----------------------------	--	-------------	---	--	--	-----------------------------	---

Askerbeyli, Serper, 2018	Avaliar o efeito de três sistemas de instrumentação com diferentes conicidades sobre a distribuição de tensão e para analisar possíveis padrões de fratura, bem como o volume de fratura de regiões susceptíveis em pré-molares superiores com duas raízes.	Pré molares.	3 modelos de pré-molares superiores birradiculares Modelo 1: dentes preparados com os instrumentos HeroShaper (preparo apical até o instrumento 30.04) Modelo 2: dentes preparados com os instrumentos Revo-S AS30 (preparo apical até o instrumento 30.06) Modelo 3: dentes preparados com os instrumentos Protaper Universal (preparo apical até o instrumento 30.09)	Guta-percha desde o ápice até 1 mm aquém da junção amelocementária.	Cimento de Ionômero de Vidro e Resina Composta.	Análise de elementos finitos.	O uso de instrumentos com maior conicidade (.09) pode aumentar a suscetibilidade dos pré-molares superiores birradiculares à fratura devido ao aumento dos níveis de estresse e fratura ampliada nas regiões susceptíveis.
Augusto et al. 2020	Avaliar a influência das cavidades de acesso endodôntico ultraconservador (UEC) e o uso de instrumentos com diferentes conicidades (.03 ou .05) na resistência à fratura em comparação com cavidades de acesso endodôntico tradicionais (TEC).	Molares inferiores.	32 (n = 8) Grupo 1: acesso ultraconservador + dentes preparados com os instrumentos Logic (preparo apical até o instrumento 25.03) Grupo 2: acesso ultraconservador + dentes preparados com os instrumentos Logic (preparo apical até o instrumento 25.05) Grupo 3: acesso tradicional + dentes preparados com os instrumentos Logic (preparo apical até o instrumento 25.03) Grupo 4: acesso tradicional + dentes preparados com os instrumentos Logic (preparo apical até o instrumento 25.05)	Cimento AH Plus + guta-percha. Técnica de cone único.	Resina composta nanoparticulada.	Máquina de testes universal	A cavidade de acesso endodôntico ultraconservadora não ofereceu nenhuma vantagem em relação à resistência à fratura do dente. A conicidade dos instrumentos (.03 e .05) também não teve influência na resistência à fratura dos dentes.

Dogana y Yildiz et al. 2021	Investigar o efeito da conicidade e do tamanho do preparo apical na resistência à fratura das raízes.	Incisivos inferiores	84 (n= 12) Grupo controle: sem preparo. Grupo 1: dentes preparados com os instrumentos K3XF (preparo apical até o instrumento 25.04) Grupo 2: : dentes preparados com os instrumentos K3XF (preparo apical até o instrumento 25.06) Grupo 3: : dentes preparados com os instrumentos K3XF (preparo apical até o instrumento 25.08) Grupo 4: : dentes preparados com os instrumentos K3XF (preparo apical até o instrumento 30.04) Grupo 5: : dentes preparados com os instrumentos K3XF (preparo apical até o instrumento 30.06) Grupo 6: dentes preparados com os instrumentos K3XF (preparo apical até o instrumento 30.08)	Não foi realizada a obturação dos dentes.	Dentes foram inseridos em resina para simular o ligamento periodontal. Não foi realizada a restauração dos dentes.	Máquina de teste universal.	Os instrumentos com maior conicidade (.08) promoveram menor resistência à fratura dos dentes do que os com conicidade .04. No entanto, não houve diferença com a conicidade intermediária (.06)
Kiliç, Karatas lioglu, Kaval, 2021	Investigar a influência do tamanho do preparo do canal radicular e da conicidade dos canais mesiais médios, na resistência à fratura de molares inferiores.	Molares inferiores	55 (n 5 11). Grupo controle: sem preparo Grupo 1: dentes preparados com os instrumentos VDW rotate (preparo apical até o instrumento 25.04) Grupo 2: dentes preparados com os instrumentos VDW rotate (preparo apical até o instrumento 25.06)Grupo 3: dentes preparados com os instrumentos VDW rotate (preparo apical até o instrumento 30.04) Grupo 4: dentes preparados com os instrumentos VDW rotate (preparo apical até o instrumento 30.06)	Cimento endodôntico AH plus + guta-percha. Técnica de cone único.	Não foi realizada restauração	Máquina de teste universal.	O instrumento com menor tamanho de ponta (25) e menor conicidade (.04) demonstrou melhores resultados de resistência à fratura quando comparado aos outros instrumentos.

Krikeli, Mikrogeorgis, Lyroutdia, 2018	Examinar a influência da conicidade do instrumento na resistência à fratura de raízes tratadas endodonticamente,	Caninos superiores.	61 dentes Grupo 1 (n=14) : dentes preparados com os instrumentos manuais (preparo apical até o instrumento 40.02) Grupo 2: (n=14) : dentes preparados com os instrumentos rotatórios MTwo (preparo apical até o instrumento 40.04)i Grupo 3: (n=14) : dentes preparados com os instrumentos MTwo (preparo apical até o instrumento 40.06) Grupo 4: (n = 16): controle – sem preparo	guta-percha + cimento AH Plus com cone de acordo com o tamanho do preparo. Técnica de cone único.	Não foi realizada restauração.	Máquina de teste universal.	A resistência à fratura das raízes instrumentadas com limas rotatórias até 40/0,06 foi menor do que raízes intactas em condições experimentais in vitro.
Munari, Bowles, Fok, 2019	Examinou <i>in vitro</i> o efeito do tamanho da instrumentação na suscetibilidade à fratura de seções radiculares.	Pré-molares inferiores.	36 dentes (n=12) Grupo 1: dentes preparados com os instrumentos K3 (preparo apical até o instrumento 35.02) Grupo 2: dentes preparados com os instrumentos K3 (preparo apical até o instrumento 35.04) Grupo 3: dentes preparados com os instrumentos K3 (preparo apical até o instrumento 35.06)	Não foi realizada obturação.	Não foi realizada restauração.	Análise de elementos finitos.	A conicidade dos instrumentos não impactou na força de fratura das seções transversais de dentina avaliadas.
Nirajan et al. 2022	Avaliar a influência de dois diferentes designs de cavidade de acesso e o preparo do canal com diferentes conicidades na resistência à fratura de molares inferiores.	Molares inferiores.	Grupo 1 (n=18): controle: sem preparo Grupo 2: acesso tradicional (n=18)Subgrupo 2.1: dentes preparados com instrumentos (preparo apical até o instrumento 25.04) Subgrupo 2.2: dentes preparados com instrumentos (preparo apical até o instrumento 25.06) Grupo 3: acesso direcionado (n=18) Subgrupo 3.1: dentes preparados com instrumentos (preparo apical até o instrumento 25.04)	Guta-percha + cimento AH Plus. Técnica da compactação lateral a frio.	Selamento e confecção dos núcleos em resina coomposta.	Máquina de teste universal.	O grupo de dentes hígidos demonstrou mais resistência a fratura. A combinação entre acesso conservador e preparo com conicidade reduzida (.04) demonstrou a melhor resistência a fratura do dente. No entanto, não houve diferença quando as conicidades do preparo (.04 e .06) foram comparadas isoladamente.

			Subgrupo 3.2: dentes preparados com instrumentos (preparo apical até o instrumento 25.06)				
Rundquist, Versluis, 2006	Avaliar o efeito de diferentes conicidades do canal nas distribuições de tensão radicular, em um esforço para determinar se o uso de instrumentos de conicidade grande predisporá uma raiz à fratura vertical.	Pré-molar.	Modelos de dente (n = 3) Grupo 1: simulação de preparo do dente com conicidade 0.4 Grupo 2: simulação de preparo do dente com conicidade 0.6 Grupo 3: simulação de preparo do dente com conicidade 0.12	Guta-percha cimento endodôntico. Técnica compactação vertical.	+ de Resina composta.	Análise de elementos finitos.	Durante a obturação, a tensão radicular diminui à medida que a conicidade do canal aumenta, sendo as maiores tensões geradas no ápice e ao longo da parede do canal.
Sabeti, 2018	Avaliar preparos radiculares com diferentes conicidades na resistência à fratura dos dentes tratados endodonticamente (TET)	Molares superiores.	30 (n = 10) Grupo 1: dentes preparados com os instrumentos Twisted Files (preparo apical até o instrumento 25.04) Grupo 2: dentes preparados com os instrumentos Twisted Files (preparo apical até o instrumento 25.06) Grupo 3: dentes preparados com os instrumentos Twisted Files (preparo apical até o instrumento 25.08)	Não foi realizada a obturação.	Não foi realizada restauração.	Máquina de testes universal.	O aumento da conicidade no preparo do canal (conicidade .08) pode afetar negativamente a resistência à fratura dentária quando comparado a conicidades reduzidas (.04).

Singla et al. 2010	avaliar o efeito de várias técnicas de instrumentação de canal radicular com diferentes conicidades do instrumento na eficácia da limpeza e na resistência à fratura radicular vertical (VRF) resultante das raízes.	Pré-molares inferiores.	40 (n = 10) Grupo 1: dentes preparados com os instrumentos manuais (preparo apical até o instrumento 40.02) Grupo 2: dentes preparados com os instrumentos Profile (preparo apical até o instrumento 40.04) Grupo 3: dentes preparados com os instrumentos Profile (preparo apical até o instrumento 40.06) Grupo 4: dentes preparados com os instrumentos Protaper (preparo apical até o instrumento 40.06) Grupo 5: (grupo controle): sem preparo do canal	Não foi realizada a obturação.	Não foi realizada a restauração.	Máquina de testes universal Instron.	As diferentes conicidades e sistemas não influenciaram na resistência dos dentes à fratura.
Want, 2020	Investigar a influência das cavidades de acesso e diferentes conicidades dos preparos de canal na resistência à fratura do primeiro molar tratado endodonticamente.	Molar superior.	8 modelos de dentes (n = 4) Grupo 1: acesso tradicional. Grupo 2: acesso conservador. Subgrupo 1: simulação do preparo dos dentes com instrumentos de conicidade .02 Subgrupo 2: simulação do preparo dos dentes com instrumentos de conicidade .04 Subgrupo 3: simulação do preparo dos dentes com instrumentos de conicidade .06 Subgrupo 4: simulação do preparo dos dentes com instrumentos de conicidade .08	Guta-percha.	Resina composta.	Análise de elementos finitos e Weibull	O acesso conservador reduziu as chances de fratura do dente quando comparado ao acesso tradicional. No entanto, a conicidade do preparo do canal não influenciou na resistência à fratura de molares.
Zogheib et al. 2018	Avaliar a influência da conicidade do preparo final na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente.	Pré molares superiores.	60 (n = 30) Grupo 1: dentes preparados com os instrumentos IRaCe (preparo apical até o instrumento 30.04) Grupo 2: dentes preparados com os instrumentos IRaCe (preparo apical até o instrumento 30.06)	Guta-percha + cimento AH Plus. Técnica de cone único.	Resina composta.	Máquina de testes universal.	A menor conicidade do preparo do canal radicular (.04) não aumentou a resistência à fratura dos pré molares superiores tratados endodonticamente em comparação com a maior conicidade (.06). No entanto, os dentes preparados com conicidade .04 apresentaram fraturas mais favoráveis e

							restauráveis do que os dentes preparados com conicidade .06.
--	--	--	--	--	--	--	--

4 DISCUSSÃO

Com o advento da Endodontia Minimamente Invasiva, surgem diversos modos de preservar o tecido dentário como o uso de acessos conservadores e de instrumentos endodônticos durante o preparo do canal com diferentes formatos e com conicidades reduzidas a fim de reduzir o estresse e a remoção de dentina em excesso (Askerbeyli, Serper, 2018; Kiliç, Karataslioglu, Kaval, 2021; Krikeli, Mikrogeorgis, Lyroudia, 2018; Munari, Bowles, Fok, 2019; Sabeti *et al.* 2018; Doganay Yildiz *et al.* 2021; Yuan *et al.*, 2016). Sendo assim, o objetivo desse estudo foi analisar, através de uma revisão integrativa, se instrumentos endodônticos de maior conicidade promovem menor resistência dos dentes à fratura quando comparados ao de menor conicidade.

Dentre os artigos selecionados, doze mostraram que quanto maior a conicidade do instrumento utilizado para o preparo do canal radicular a resistência diminui ou ocorre maior tensão (Acharya *et al.* 2020; Askerbeyli, Serper, 2018; Doganay Yildiz *et al.* 2021; Kiliç, Karataslioglu, Kaval, 2021; Kim *et al.* 2010; Krikeli, Mikrogeorgis, Lyroudia, 2018; Lin *et al.* 2022; Nirajan *et al.* 2022; Pawar *et al.* 2018; Sabeti *et al.* 2018; Smoljan *et al.* 2021; Zand Biglari, Davids, Schäfer, 2006). Nesses estudos, foi possível observar que os instrumentos avaliados apresentaram maior variação de conicidade (.02 e .09; .06 e .09; .04 e .08; .02 e .06), em torno de 0,03 a 0,07mm de diferença entre os instrumentos, o que provavelmente foi capaz de promover maior remoção dentinária e conseqüentemente, menor resistência à fratura.

Por outro lado, 15 estudos demonstraram não haver diferença na resistência dos dentes à fratura em relação à conicidade utilizada. Na maioria dos estudos em que a conicidade não ofereceu diferença na resistência à fratura, foram comparadas conicidades .02 e .04; .03 e .05; .04 e .06; .06 e 08; .02, .04 e .08, por exemplo, ou seja, apenas 0,02 mm de diferença na conicidade dos instrumentos utilizados, o que pode ser um fator determinante para a falta de diferença estatística, pois instrumentos com conicidades tão próximas podem não gerar variações significativas na resistência (Abdo, Eldarrat, 2013; Aidasani, Mulay, Borkar, 2020; Ashraf, 2013; Augusto *et al.* 2020; Çiçek, Aslan, Akkoçan, 2015; ; Furuncuoglu, Kalyoncuoglu, 2021; Jahromi *et al.* 2011; Khdaireh, Al-Gharrawi, 2020; Munari, Bowles, Fok, 2019; Rippe *et al.* 2014; Rundquist, Versluis, 2006; Singla *et al.* 2010; Tavanafar *et al.* 2015; Wang *et al.* 2020; Zogheib *et al.*, 2018).

Outros fatores, além da conicidade do instrumento, podem influenciar na resistência à fratura do dente, como o tipo de movimento utilizado (reciprocante ou rotatório contínuo) (Aidasani, Mulay, Borkar, 2020); a diferente geometria dos instrumentos (Çiçek, Aslan, Akkoçan, 2015;); se o dente foi submetido a tratamento térmico ou não (Furuncuoglu, Kalyoncuoglu, 2021); realização de restauração com pino de fibra de vidro e ciclagem mecânica (Rippe *et al.* 2014); tipo de material obturador (guta-percha ou Resilon) (Abdo, Eldarrat, 2013); acesso tradicional ou conservador (Nirajan *et al.* 2022; Wang *et al.* 2020) e em outro que apesar da conicidade não afetar a resistência, ocorrem fraturas mais favoráveis e mais restauráveis nos dentes submetidos ao preparo com instrumento de menor conicidade (Zogheib *et al.*, 2018).

O acesso conservador pode conferir uma maior resistência devido à estrutura dental, principalmente a dentina pericervical, mais preservada e conservada comparado ao acesso tradicional (Nirajan *et al.* 2022; Wang *et al.* 2020). Apesar da abordagem minimamente invasiva ser considerada como dificultadora para desinfecção, a menor tensão na parte cervical dos dentes tratados com esse tipo de abordagem pode fazer com que não ocorra nenhum tipo de fratura ou fraturas onde o reparo é possível. (Zogheib *et al.*, 2018). No quesito instrumentos, em um mesmo estudo, apesar de utilizarem instrumentos com o mesmo tamanho de ponta, verificou-se diferentes marcas comerciais e/ou mecanismos diferentes (manuais ou rotatórios), apesar de os mecanismos e instrumentos serem utilizados para os mesmos fins, cada um possui particularidades e comportamentos diferentes.

O tipo de dente utilizado em cada estudo também foi diversificado, houve estudos com todos os tipos de dentes (incisivos, caninos, pré-molares e molares). Vale ressaltar que os molares são dentes mais resistentes devido a maior estrutura no assoalho da câmara pulpar em comparação aos incisivos e pré-molares (considerado mais suscetível à fratura) (Zogheib *et al.*, 2018). Apesar da maioria dos estudos selecionados terem utilizado pré-molares, essa diversidade pode interferir nos resultados, uma vez que cada dente tem características individuais como a própria anatomia, quantidade de canais, presença de cúspide ou cingulo, tamanho e curvatura da raiz, por exemplo, que interferem na resistência à fratura (Usta *et al.* 2023).

Após o preparo dos canais, em alguns estudos observou-se que foi realizada apenas instrumentação e não foi realizada a obturação dos canais e restauração para realizar o teste de resistência (Doganay Yildiz *et al.* 2021; Kim *et al.* 2010; Munari, Bowles, Fok, 2019; Sabeti *et al.* 2018; Singla *et al.* 2010), outros foram obturados porém não foram restaurados, sendo o material mais utilizado para obturação a gutapercha e cimento AH Plus principalmente em técnica de cone único (Abdo, Eldarrat, 2013; Acharya *et al.* 2020; Ashraf, 2013; Çiçek, Aslan, Akkoçan, 2015; ; Furuncuoglu, Kalyoncuoglu, 2021; Jahromi *et al.* 2011; Khdairah, Al-Gharrawi, 2020; Kiliç, Karataslioglu, Kaval, 2021; Krikeli, Mikrogeorgis, Lyroudia, 2018; Lin *et al.* 2022; Pawar *et al.* 2018). Nos dentes em que não foi realizada a obturação os resultados dos testes de resistência foram semelhantes, no entanto, os dentes que foram obturados, mas não foram restaurados apresentaram resultados diferentes nos testes de resistência. Após o tratamento endodôntico como já citado anteriormente o dente perde parte significativa de sua estrutura, especialmente a polpa dental, que é removida durante o procedimento. Isso compromete a resistência mecânica do dente, tornando-o mais vulnerável a fraturas e trincas por exemplo. Tanto a obturação quanto a restauração são etapas fundamentais após o preparo dos canais, pois permitem restabelecer forma e função do dente além de garantir maior resistência. (Ferreira, 2011; Lynch, 2004). Um artigo selecionado para esta revisão descreveu que é possível recuperar 72% da resistência à fratura do dente quando é realizada a restauração depois da realização do acesso (Nirajan *et al.* 2022). Sendo assim, realizar os testes nos dentes sem obturar ou qualquer tipo de restauração não condiz com a prática clínica padrão. (Zogheib *et al.* 2018)

Os testes de resistência a fratura aplicados em cada estudo também foi realizado de duas formas diferentes em alguns por meio da máquina de testes universal e outros análise de elementos finitos, sendo este outro fator relacionado aos diferentes resultados obtidos, além da diferença entre os testes a precisão pode ser afetada mesmo que haja um simulador do ligamento periodontal, pois as condições do dente é diferente quando ainda está em boca, porém permitem avaliar e entender melhor o comportamento dos dentes mesmo que fora da boca. (Abdo, Eldarrat, 2013; Acharya *et al.* 2020; Aidasani, Mulay, Borkar, 2020; Ashraf, 2013; Askerbeyli, Serper, 2018; Augusto *et al.* 2020; Çiçek, Aslan, Akkoçan, 2015; ; Doganay Yildiz *et al.* 2021; Furuncuoglu, Kalyoncuoglu, 2021; Jahromi *et al.* 2011; Khdairah, Al-Gharrawi, 2020;

Kiliç , Karataslioglu , Kaval, 2021; Kim *et al.* 2010; Krikeli, Mikrogeorgis, Lyroudia, 2018; Lin *et al.* 2022; Munari, Bowles, Fok, 2019; Nirajan *et al.* 2022; Pawar *et al.* 2018; Rippe *et al.* 2014; Rundquist, Versluis, 2006; Sabeti *et al.* 2018; Singla *et al.* 2010; Smoljan *et al.* 2021; Tavanafar *et al.* 2015; Wang *et al.* 2020; Zand Biglari, Davids, Schäfer, 2006; Zogheib *et al.* 2018). A análise de elementos finitos é um método matemático realizado por meio de equações, sendo uma importante etapa a deliberação das propriedades físicas e mecânicas que constituem o modelo, o modelo obtido através de programas específicos deve ter um resultado fiel ao esperado, pois as características de cada pequeno elemento do modelo influenciam a reação as aplicações de força (Lotti *et al.* 2006). Já a máquina de testes universal realiza ensaios mecânicos de tração, compressão, cisalhamento, flexão e entre outros; visando ser um método mais ágil e eficiente (Alves, 2019).

Os estudos avaliados apresentaram uma grande heterogeneidade em termos de metodologia, conicidade, tratamento térmico dos instrumentos e resultados, o que torna difícil chegar a uma conclusão definitiva a partir dos dados disponíveis. Sendo assim, sugere-se a realização de novos estudos *in vitro* que tentem simular a prática clínica e utilizem instrumentos com características semelhantes, para realmente avaliar o impacto da conicidade dos instrumentos na resistência dos dentes à fratura, sem os vieses relacionados ao tipo de instrumento, tratamento térmico, entre outros.

5 CONCLUSÃO

Devido a grande heterogeneidade metodológica entre os estudos avaliados, não se pode afirmar que o uso de instrumentos com diferentes conicidades influencie na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente.

REFERÊNCIAS

- ABDO, Salma B.; ELDARRAT, Aziza H. Fracture resistance of overtly flaring root canals filled with resin-based obturation material. **Dental Research Journal**. Isfahan, v. 10, n. 1, p. 59, 2013.
- ACHARYA, Nisha *et al.* Effect of hand and rotary instruments on the fracture resistance of teeth: an in vitro study. **Dentistry Journal**. Basel, v. 8, n. 2, p. 38, 2020.
- AIDASANI, Gaurav L.; MULAY, Sanjyot; BORKAR, Anamika. Avaliação comparativa da resistência à fratura flexural de pré-molares mandibulares após instrumentação com quatro diferentes sistemas de limas endodônticas: Um: Estudo in vitro. **Indian Journal of Dental Research** , v. 31, n. 5, p. 701-705, 2020.
- ALVES, Matheus Terra. **Automatização do certificado de calibração da Máquina de ensaio universal**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- AQUILINO SA, CAPLAN DJ. Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**. St. Luis, v. 87, n. 3, p. 256-263, 2002.
- ASHRAF, Hengameh *et al.* Fracture resistance of root canals obturated with gutta-percha versus Resilon with two different techniques. **Iranian Endodontic Journal**. Irã, v. 8, n. 3, p. 136, 2013.
- ASKERBEYLI S, SERPER A. Influence of nickel titanium rotary systems with varying tapers on the biomechanical behaviour of maxillary first premolars under occlusal forces: a finite element analysis study. **International Endodontic Journal** . Oxford, v. 51, n. 5, p.529-540, 2018.
- AUGUSTO, CM *et al.* Um estudo laboratorial do impacto de cavidades de acesso ultraconservadoras e afunilamentos mínimos do canal radicular na capacidade de moldar canais em molares mandibulares extraídos e sua resistência à fratura. **International Endodontic Journal** , v. 53, n. 11, p. 1516-1529, 2020.
- BARBOSA AFA, SILVA EJNL, COELHO BP, FERREIRA CMA, LIMA CO, SASSONE LM. The influence of endodontic access cavity design on the efficacy of canal instrumentation, microbial reduction, root canal filling and fracture resistance in mandibular molars. **International Endodontic Journal**. Oxford, v. 53, n. 12, p.1666-1679, 2020.
- BARBOSA AFA, *et al.* Effect of passive ultrasonic irrigation on hard tissue debris removal: a systematic review and meta-analysis. **Braz. Oral Res**. São Paulo, v. 35, n.0123, p.1-11, 2021.
- CHEN, Jun *et al.* The correlation between the enlargement of root canal diameter and the fracture strength and the stress distribution of root. **Zhonghua kou Qiang yi xue za zhi= Zhonghua Kouqiang Yixue Zazhi= Chinese Journal of Stomatology**. v. 41, n. 11, p. 661-663, 2006.

ÇİÇEK, Ersan; ASLAN, M. Ali; AKKOÇAN, Oğuzhan. Comparison of the resistance of teeth instrumented with different nickel-titanium systems to vertical root fracture: an in vitro study. **Journal of endodontics**. v. 41, n. 10, p. 1682-1685, 2015.

CLARK D, KHADEMI J. Modern molar endodontic access and directed dentin conservation. **Dent clin north am**. Philadelphia, v. 54, n. 2, p.249-273, 2010.

CLARK D, KHADEMI J, HERBRANSON E. Fracture resistant endodontic and restorative preparations. **Dent Today**. Montclair NJ, v.32, n. 4, p.14-16, 2013.

DOĞANAY YILDIZ, Ezgi *et al*. The effect of taper and apical preparation size on fracture resistance of roots. **Australian Endodontic Journal**. Austrália, v. 47, n. 1, p. 67-72, 2021.

FERREIRA, Cláudio Maniglia *et al*. Análise da capacidade de preenchimento de canais radiculares com guta-percha promovida por três diferentes técnicas de obturação de canais radiculares. **RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia**, v. 8, n. 1, p. 19-26, 2011.

FURUNCUOGLU, Fatma; KALYONCUOGLU, Elif. Effect of Different Heat-treated Nickel-Titanium Files on Vertical Root Fracture Resistance/Farkli Isil Islem ile Uretilmis Nikel-Titanyum Egelerin Vertikal Kok Kirik Direncine Etkisi. Meandros **Medical and Dental Journal**. v. 22, n. 2, p. 157-164, 2021.

FUSS Z, LUSTIG J, TAMSE A. Prevalence of vertical root fractures in extracted endodontically treated teeth. **International Endodontic Journal**. Oxford, v.32, n. 4, p.283-286, 1999.

GAO, X. J.; XU, W. N. Analysis of vertical root fracture with two different techniques of root canal preparation. **Shanghai kou Qiang yi xue= Shanghai Journal of Stomatology**, v. 21, n. 3, p. 321-324, 2012.

JAHROMI, Maryam Zare *et al*. Fracture strength of mesiobuccal roots following canal preparation with hand and rotary instrumentation: an in vitro study. **Iranian Endodontic Journal**, v. 6, n. 3, p. 125, 2011.

KHDAIRAH, Hadeel Rushdi; AL-GHARRAWI, Hikmet A. The effect of canal preparation using 2shape, protaper gold and protaper next file systems on the fracture resistance of obturated roots. **Journal of International Dental and Medical Research**, v. 13, n. 1, p. 42-45, 2020.

KILIÇ Y, KARATASLIOGLU E, KAVAL M E. The effect of root canal preparation size and taper of middle mesial canals on fracture resistance of the mandibular molar teeth: an in vitro study. **J Endod**. Baltimore, v. 47, n. 9, p.1467-1471, 2021.

KIM, Hyeon-Cheol *et al*. Potential relationship between design of nickel-titanium rotary instruments and vertical root fracture. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 7, p. 1195-1199, 2010.

KRIKELI E, MIKROGEORGIS G, LYROUDIA K. In vitro comparative study of the influence of instrument taper on the fracture resistance of endodontically treated teeth: an integrative approach–based analysis. **J Endod. Baltimore**. v. 44, n. 9, p.1407-1411, 2018.

LEONARDO, Mario Roberto; DE TOLEDO LEONARDO, Renato. **Tratamento de canais radiculares**. Artes médicas, 2ª edição, cap. 1; 2017.

LI, ZE-YU. *et al.* Evaluation on the fracture resistance of dental tissues after guided plate-mediated precision minimally invasive root canal treatment. **Shanghai Journal of Stomatology**. v. 29, n. 5, p. 487, 2020.

LIN, Galvin Sim Siang *et al.* Vertical root fracture resistance and dentinal crack formation of root canal-treated teeth instrumented with different nickel–titanium rotary systems: An in-vitro study. **Odontology**. v. 110, p. 106-112, 2022.

LOTTI, R. S. *et al.* Aplicabilidade científica do método dos elementos finitos. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 11, n. 2, p. 35–43, mar. 2006.

LYNCH, Christopher D. *et al.* The influence of coronal restoration type on the survival of endodontically treated teeth. **The European journal of prosthodontics and restorative dentistry**, v. 12, n. 4, p. 171-176, 2004.

MUNARI, Lais S.; BOWLES, Walter R.; FOK, Alex SL. Relationship between canal enlargement and fracture load of root dentin sections. **Dental Materials**, v. 35, n. 5, p. 818-824, 2019.

NIRANJAN, NANDINI T.; RAJKUMAR, JWAALAA. Impact of Access Cavity Design and Root Canal Taper on Fracture Resistance of Permanent Mandibular Molars: An In-vitro Study. **Journal of Clinical & Diagnostic Research**, v. 16, n. 4, 2022.

PAWAR, Ajinkya M. *et al.* Resistance to fracture of teeth instrumented using novel EndoStar E5 rotary versus ProTaper NEXT and WaveOne file systems. **Journal of conservative dentistry: JCD**, v. 21, n. 1, p. 52, 2018.

QIU, XIAO-JIAN. *et al.* Effect of different root canal file tapers on fracture strength of root canal wall. **Shanghai Journal of Stomatology**, v. 29, n. 5, p. 471, 2020.

RIPPE, Marilia Pivetta *et al.* Effect of root canal preparation, type of endodontic post and mechanical cycling on root fracture strength. **Journal of Applied Oral Science**, v. 22, p. 165-173, 2014.

ROSA WL, PIVA E, SILVA AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. **J Dent**. San Antonio, v. 47, n.7, p.765-76, 2015.

ROVER, G. *et al.* Influence of minimally invasive endodontic access cavities on root canal shaping and filling ability, pulp chamber cleaning and fracture resistance of extracted human mandibular incisors. **International Endodontic Journal**, v. 53, n. 11, p. 1530-1539, 2020.

RUNDQUIST, B. D.; VERSLUIS, A. How does canal taper affect root stresses?. **International endodontic journal**, v. 39, n. 3, p. 226-237, 2006.

M, KAZEM M, DIANAT O, BABROLOLUMI N, BEGLOU A, RABIMIPOUR K, DEBNAVI F. Impact of access cavity design and root canal taper on fracture resistance of endodontically treated teeth: an ex vivo investigation. **J Endod**. Baltimore, v. 44, n. 9, p.1402-1406, 2018.

SABETI, Mohammad *et al.* Impact of access cavity design and root canal taper on fracture resistance of endodontically treated teeth: an ex vivo investigation. **Journal of endodontics**, v. 44, n. 9, p. 1402-1406, 2018.

SALEHRABI R, ROTSTEIN I. Epidemiologic evaluation of the outcomes of orthograde endodontic retreatment. **J Endod**. Baltimore, v. 36, n. 5, p.790-792, 2010.

Sarkis-Onofre R, *et al.* The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. **Oper Dent**. Seattle, v. 39, n. 1, p. 31-44, 2014.

SILVA EJ, *et al.* Impact of contracted endodontic cavities on fracture resistance of endodontically treated teeth: a systematic review of in vitro studies. **Clin Oral Investig**. Berlin, v. 22, n. 1, p. 109-18, 2018.

SINGLA, Mamta *et al.* Comparative evaluation of rotary ProTaper, Profile, and conventional stepback technique on reduction in Enterococcus faecalis colony-forming units and vertical root fracture resistance of root canals. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 109, n. 3, p. e105-e110, 2010.

SMOLJAN, Michael *et al.* Influence of progressive versus minimal canal preparations on the fracture resistance of mandibular molars: a 3-dimensional finite element analysis. **Journal of Endodontics**, v. 47, n. 6, p. 932-938, 2021.

TAKAHASHI CU, DE CARA AA, CONTIN I. Resistência à fratura de restaurações diretas com cobertura de cúspide em pré-molares superiores endodonticamente tratados. **Pesquisa Odontológica Brasileira** . São Paulo, v. 15, n. 3, p.247-251, 2001.

TAVANAFAR, Saeid *et al.* Effect of different instrumentation techniques on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth. **Journal of Dentistry**, v. 16, n. 1 Suppl, p. 50, 2015.

TOURÉ B, FAYE B, KANE AW, LO CM, NIANG B, BOUCHER Y. Analysis of reasons for extraction of endodontically treated teeth: a prospective study. **J Endod**. Baltimore, v.37, n. 11, p.1512-1515, 2011.

USTA, Sila Nur *et al.* Does minimally invasive canal preparation provide higher fracture resistance of endodontically treated teeth? A systematic review of in vitro studies. **Restorative Dentistry & Endodontics**, v. 48, n. 4, 2023.

WANG, Qian *et al.* Effect of access cavities and canal enlargement on biomechanics of endodontically treated teeth: a finite element analysis. **Journal of Endodontics**, v. 46, n. 10, p. 1501-1507, 2020.

YUAN K, NIU C, XIE Q, JIANG W, GAO L, HUANG Z, MA R. Comparative evaluation of the impact of minimally invasive preparation vs. conventional straight-line preparation on tooth biomechanics: a finite element analysis. **Eur J Oral Sci**. Copenhagen, v.124, n.6, p.591-596, 2016.

ZAND BIGLARI, Tannaz; DAVIDS, Hendrik; SCHÄFER, Edgar. Influence of instrument taper on the resistance to fracture of endodontically treated roots. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 101, n. 1, p. 126-131, 2006.

ZOGHEIB *et al.*, Carla *et al.* Impacto do afilamento mínimo do canal radicular na resistência à fratura de pré-molares tratados endodonticamente. **Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry**, v. 8, n. 2, p. 179-183, 2018.