



UNIVERSIDADE  
FERNANDO  
PESSOA

# DESIGNS DE CAVIDADE DE ACESSO: PRESERVAÇÃO ESTRUTURAL E RISCO DE FRATURAS DENTÁRIAS PÓS- TRATAMENTO ENDODÔNTICO – REVISÃO INTEGRATIVA

[Access cavity designs: structural preservation and risk of dental fractures post-  
endodontic treatment – integrative review]

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Amira Asad

Orientador:

Mestre Luis Miguel Rei Martins

Junho 2025







**DESIGNS DE CAVIDADE DE ACESSO: PRESERVAÇÃO  
ESTRUTURAL E RISCO DE FRATURAS DENTÁRIAS PÓS-  
TRATAMENTO ENDODÔNTICO – REVISÃO INTEGRATIVA**

[Access cavity designs: structural preservation and risk of dental fractures post-  
endodontic treatment – integrative review]

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Amira Asad

Orientador:

Mestre Luis Miguel Rei Martins

Junho 2025



Alla mia famiglia alla mia terra, al mio popolo, a te Palestina, che mi hai reso la persona che sono oggi, e spero e confido in un futuro con te riconosciuta internazionalmente ma soprattutto LIBERA.



## **AGRADECIMENTOS**

Escrever estas linhas é, talvez, o momento mais intenso e sentido de todo este percurso. Não é fácil encontrar as palavras certas para expressar a gratidão que sinto por quem me acompanhou ao longo destes anos tão importantes. Um agradecimento muito especial vai para o meu orientador, o Professor Luis França Martins, que foi para mim muito mais do que uma referência académica. Foi precisamente durante o curso de Endodontia, no terceiro ano, que percebi o quanto esta disciplina me fascinava. A paixão e a dedicação com que o Professor transmite o seu conhecimento fizeram-me apaixonar pela matéria e, desde esse momento, soube que não poderia ter melhor guia para me acompanhar até à meta da licenciatura. Obrigada por ter acreditado em mim, pela disponibilidade, paciência e por me inspirar com o seu exemplo.

Alla mia famiglia, che è sempre stata il mio rifugio sicuro e la mia forza silenziosa. Grazie per avermi sostenuto in ogni passo di questo percorso, per aver asciugato le mie lacrime nei momenti più difficili e per aver gioito con me in quelli più felici. Il vostro amore è stato la mia ancora: senza di voi, oggi non sarei qui. Un ringraziamento speciale a Raghda Shennar e al dott. Ahmad Asad: senza di voi, nulla di tutto questo sarebbe stato possibile, e io non sarei la persona che sono diventata. Mi avete guidata, ispirata e forgiata, rendendomi la donna che oggi è arrivata a questo traguardo. Con profonda gratitudine, grazie per aver creduto in me. A te, Mhammad, mio fratello, che negli anni sei diventato molto più: un amico sincero, un confidente silenzioso, la bussola della mia ragione quando tutto sembrava sfuggire. Porto ci ha fatti incontrare da fratelli, ma la vita ci ha resi qualcosa di ancora più raro: un duo imbattibile, infallibile, uniti come mai avrei potuto immaginare. Nessuno riuscirà mai a leggermi nel silenzio come fai tu. Con uno sguardo solo sai capire, anticipare, proteggere. Ti ringrazio per ogni volta che mi hai aiutata a rialzarmi quando le forze sembravano esaurite, per quella competizione silenziosa che, senza parole, mi ha sempre spinto a migliorare, a crescere, a non mollare. Per la guida sicura che mi hai dato in questi anni pieni di sfide — accademiche, personali, interiori. Sei stato come un faro nella tempesta, stabile e luminoso, anche quando tutto intorno a me era buio. Non ci sono parole che bastino per descrivere quanto io sia grata a Dio per averti nella mia vita: come fratello, come amico, come compagno di questo lungo viaggio. Prometto che farò del mio meglio affinché, con il tempo, il nostro legame non solo resti intatto, ma diventi ancora più forte, ancora più vero. Ti voglio bene, Hammiud.

Un grazie profondo e sentito va ai miei fratelli: Husam, Sara e Nino.

Siete stati la mia forza silenziosa, il mio rifugio e, spesso, il mio motore. A Husam, grazie per la tua presenza discreta ma incrollabile. Anche senza dire molto, hai sempre fatto sentire il tuo sostegno. Il tuo esempio mi ha insegnato che la vera forza non ha bisogno di rumore: basta esserci, come fai tu, con costanza e cuore. A Sara, mia sorella e amica dell'anima. Sei stata la mia confidente, il mio specchio, la voce che mi ha incoraggiato quando la mia esitava. Hai saputo darmi leggerezza quando pesava tutto, e determinazione quando stavo per cedere. La tua vicinanza è stata uno dei doni più belli in questo cammino. E a Nino, silenzioso e profondo, grazie per il tuo modo speciale di volermi bene. Anche nel tuo silenzio c'è calore, c'è ascolto, c'è una presenza che conforta e sostiene. Le tue poche parole valgono più di mille discorsi, e il tuo sguardo dice sempre più di quanto tu lasci intendere. Siete parte di me, e questa tesi è anche un po' vostra. Vi porto nel cuore, oggi e sempre. Un grazie sincero anche ai miei amici e ormai colleghi, quelli che ci sono sempre stati, tra un esame e l'altro, tra una risata liberatoria e una notte di ansie condivise. Con voi tutto è stato più leggero. Un ringraziamento speciale va a un gruppo di persone che hanno reso questi anni non solo più leggeri, ma anche più intensi, umani e indimenticabili: Sara Spina, Davide Rizzi, Tommaso Ricciardi, Pietro Giordano, Eugenia Croci, Domenico Sibio, Evelina Scopelliti, Marco Cini, Mattia Cirina e Antonio Perra. Siete stati molto più che colleghi: siete stati amici veri, compagni di clinica, di studio, di risate e di stanchezza condivisa. Ognuno di voi ha lasciato qualcosa di prezioso in me. Insieme abbiamo affrontato momenti difficili, esami infiniti, giornate in clinica che sembravano non finire mai, ma anche serate di leggerezza, battute che solo noi possiamo capire e legami che difficilmente si spezzeranno. Ringrazio la *Turma 3*, che ci ha messi insieme e ci ha fatto diventare un gruppo solido, affiatato e unico. È grazie a questa connessione che tutto ha avuto più senso, più colore, più forza. Grazie per esserci stati, ciascuno con la propria personalità, il proprio ritmo, e il proprio modo di essere. Ma soprattutto grazie per essere passati.

No Porto, não encontrei apenas amigos: encontrei irmãos. Pessoas que entraram na minha vida de mansinho e que, dia após dia, se tornaram parte essencial dela.

A Iole, ho trovato in te una sorella. Anche se il nostro legame si è stretto solo negli ultimi due anni, dal primo momento ho sentito che tra noi ci sarebbe stato qualcosa di speciale. Non ho mai avuto dubbi: da quel giorno, sapevo che non ci saremmo più lasciate.

À Ines e à Rima, fizeram-me sentir em casa desde o primeiro ano. O vosso carinho, a vossa doçura e aquela serenidade que transmitem com um simples olhar tocaram-me o

coração desde o nosso primeiro encontro. Nunca esquecerei os Ramadãs que passámos juntas, momentos de verdadeira partilha que levarei comigo para sempre.

A Alice, nei primi anni sei stata il mio porto sicuro. Quando tutto sembrava difficile, tu c'eri. Mi hai sostenuta nei momenti più duri, nelle notti insonni passate a preparare esami, tra ansie, risate e caffè.

A cada uma de vocês, obrigada. Levo comigo cada gesto, cada palavra, cada momento partilhado.

O meu percurso foi mais rico, mais profundo, porque vocês estiveram presentes. A Miriam N., Non importa la distanza, il fuso orario, gli impegni. Dal 2019 ci sei, costante, vera, presente. Anche solo tramite uno schermo, ma con un cuore che attraversa ogni confine. Non dimenticherò mai le serate passate insieme a guardare Maria De Filippi, le lacrime condivise, i discorsi che ci hanno fatto crescere, le cronache di vita che ci hanno unite ancora di più. La distanza non è mai stata un ostacolo, perché nei momenti più giusti, più difficili, più felici... tu c'eri. Sempre. Con discrezione, ma con intensità. Con quella dolcezza rara che riesce a far sentire meno pesante il mondo. Ti ringrazio per ogni sorriso, per ogni ascolto, per ogni parola detta e per ogni silenzio rispettato. Ti ringrazio per esserci stata, e per esserci ancora.

Per ultima, ma non per minore importanza: Al mio Binomio, MIA.

Compagna di sguardi complici, di risate trattenute fino alle lacrime durante i momenti più seri, e di drammi esistenziali che si scioglievano davanti a un toast come se fossero solo nuvole passeggere. Con te ho condiviso tutto: le ansie pre-esame che sembravano la fine del mondo, le playlist della salvezza che ci tenevano sveglie e vive (per reference cartoni anni 2000), e quei momenti di felicità talmente pura e insensata da sembrare inventati. Se siamo sopravvissute a certe giornate – quelle in cui bastava una parola sbagliata per crollare; è stato solo grazie a quel nostro equilibrio assurdo e perfetto: io e te, una mente e mezza (a turno, quando una cedeva, l'altra reggeva). MIA – nel senso più dolcemente possessivo del termine – perché certe anime si riconoscono subito, e poi si scelgono ogni giorno, anche nei silenzi. Con te ho imparato che casa non è un luogo, ma uno sguardo che ti capisce prima ancora che tu riesca a spiegarti. Sei stata la mia ancora nei giorni più incerti, la mia boccata d'aria nei momenti stretti, la risata che arriva quando meno me l'aspetto e di cui avevo più bisogno. Ringrazio ogni giorno che ti ho chiesto la penna davanti all'ospedale perché quel semplice richiesta ti ha reso poi il mio punto fermo nel

caos, il mio binomio, la mia metà scelta, oggi e sempre. E se il mondo dovesse diventare troppo pesante, sai già: metà carico a testa. Come sempre. Torino non è lontana, non lo sarà mai davvero. Perché chi si porta dentro, non si perde mai.

E infine, grazie a me stesso. Per aver resistito quando avrei voluto mollare, per aver affrontato le paure, per aver scelto ogni giorno di andare avanti. Questa tesi è il punto d'arrivo di un percorso che porterò nel cuore per sempre. Ogni pagina è un pezzo di strada fatta insieme a persone che non smetterò mai di ringraziare.

## RESUMO

A cavidade de acesso é a etapa inicial do tratamento endodôntico e desempenha um papel crucial na eficácia e longevidade do dente tratado. A presente estudo tem como objetivo comparar os diferentes designs de cavidade de acesso, tradicional (TradAC), conservadora (ConsAC) e ultraconservadora (UltraAC) quanto à preservação estrutural do dente e o risco de fraturas dentárias pós-tratamento endodôntico. Por meio de uma revisão integrativa da literatura científica publicada entre 2015 e 2025, foram analisados 45 artigos, onde foram priorizados estudos *in vitro*, revisões sistemáticas e meta-análises que abordassem a relação entre o design da cavidade de acesso e fatores como resistência à fratura, eficácia da instrumentação e qualidade da obturação. Os resultados demonstraram que cavidades minimamente invasivas (ConsAC e UltraAC) preservam melhor a estrutura dentária e contribuem para maior resistência à fratura, principalmente em dentes com estrutura coronária remanescente reduzida. No entanto, esse benefício estrutural pode vir acompanhado de desafios clínicos, como a dificuldade na localização dos canais e maior risco de insucesso da instrumentação e obturação, o que pode comprometer o selamento e favorecer a reinfecção. A literatura também revela que o uso de tecnologias auxiliares, como microscópio operatório e instrumentos ultrassônicos, é essencial para superar as limitações dos acessos conservadores. Além disso, a técnica restauradora empregada após o tratamento endodôntico influencia significativamente a resistência final do dente, sendo muitas vezes mais determinante do que o tipo de cavidade utilizado. Embora a cavidade de acesso tradicional ofereça previsibilidade e facilidade de execução, sua abordagem mais invasiva compromete a integridade biomecânica do dente a longo prazo. Por outro lado, a UltraAC apresenta grande potencial em termos de preservação, mas requer maior precisão técnica e suporte tecnológico para garantir sua eficácia clínica. Conclui-se que, embora os acessos conservadores ofereçam vantagens biomecânicas claras, ainda são necessários mais estudos clínicos robustos para validar sua superioridade e viabilidade em longo prazo. A escolha do design ideal deve considerar não apenas a anatomia dentária e o caso clínico, mas também os recursos disponíveis e a experiência do profissional.

Palavras-chave: cavidades de acesso; endodontia; cavidade de acesso conservadora; cavidade de acesso minimamente invasiva; cavidade de acesso ultraconservadora.



## ABSTRACT

The access cavity is the initial step in endodontic treatment and plays a crucial role in the effectiveness and longevity of the treated tooth. The present study aims to compare different access cavity designs—traditional (TradAC), conservative (ConsAC), and ultraconservative (UltraAC)—in terms of structural preservation of the tooth and the risk of post-endodontic treatment fractures. Through an integrative review of the scientific literature published between 2015 and 2025, 45 articles were analyzed, prioritizing *in vitro* studies, systematic reviews, and meta-analyses that addressed the relationship between access cavity design and factors such as fracture resistance, instrumentation efficacy, and obturation quality. The results demonstrated that minimally invasive cavities (ConsAC and UltraAC) better preserve tooth structure and contribute to greater fracture resistance, especially in teeth with reduced remaining coronal **structure**. However, this structural benefit may come with clinical challenges, such as difficulty in locating the canals and increased risk of failure in instrumentation and obturation, which may compromise sealing and favor reinfection. The literature also reveals that the use of auxiliary technologies, such as the operating microscope and ultrasonic instruments, is essential to overcome the limitations of conservative access cavities. Furthermore, the restorative technique employed after endodontic treatment significantly influences the final strength of the tooth and is often more decisive than the type of cavity used. Although the traditional access cavity offers predictability and ease of execution, its more invasive approach compromises the long-term biomechanical integrity of the tooth. On the other hand, the UltraAC shows great potential in terms of preservation but requires greater technical precision and technological support to ensure clinical effectiveness. **It** is concluded that, although conservative accesses offer clear biomechanical advantages, more robust clinical studies are still needed to validate their superiority and long-term feasibility. The choice of the ideal design should consider not only tooth anatomy and the clinical case but also the available resources and the professional's experience.

**Keywords:** access cavities; endodontics; conservative access cavity; minimally invasive access cavity; ultraconservative access cavity.



# ÍNDICE GERAL

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS OU ACRÓNIMOS .....	xix
INTRODUÇÃO .....	1
DESENVOLVIMENTO.....	3
<b>1.1. Materiais e métodos.....</b>	<b>3</b>
1.1.1. Fontes da pesquisa .....	3
1.1.2. Palavras-chaves .....	3
<b>1.2. A importância e influência da cavidade de acesso no tratamento do canal     radicular .....</b>	<b>4</b>
1.2.1. Localização dos canais radiculares.....	4
<b>1.3. Preparo Biomecânico .....</b>	<b>4</b>
1.3.1. Obturação Canalar .....	7
<b>1.4. Classificação das Cavidades Endodônticas de Acesso .....</b>	<b>7</b>
1.4.1. Cavidade de Acesso Tradicional (TradAC).....	8
1.4.2. Cavidade de Acesso Conservadora (ConsAC) .....	8
1.4.3. Cavidade de Acesso Ultraconservadora (UltraAC ou “Ninja Access”).....	9
1.4.4. Acesso Endodôntico Guiado .....	9
<b>1.5. Influência do Acesso Endodôntico nas Complicações Intra ou Pós-     operatórias.....</b>	<b>10</b>
1.5.1. Fratura do dente .....	10
1.5.2. Fratura do instrumento.....	12
1.5.3. Insucesso da instrumentação .....	13
DISCUSSÃO .....	15
3.1 Influência da estrutura dental remanescente na resistência a fratura.....	15
<b>1.2. Relação entre design da cavidade e resistência mecânica do dente a fratura     .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3. Evidências científicas: ensaios clínicos e in vitro .....</b>	<b>19</b>
CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25



## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS OU ACRÓNIMOS

<b>®</b>	Marca Registrada
<b>3D</b>	Três-dimensional (do inglês Three-Dimensional)
<b>ATR</b>	Técnica de restauração truss artificial (do inglês <i>artificial truss restoration</i> )
<b>CBCT</b>	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (do inglês Cone Beam Computed Tomography)
<b>ConsAC</b>	Cavidade de acesso conservadora
<b>ET</b>	Acesso convencional sem restauração (do inglês Conventional endodontic access with endodontic treatment and no restoration)
<b>ETR</b>	Acesso tradicional com restauração (do inglês Conventional endodontic access, endodontic treatment with restoration)
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América ( United States of America)
<b>GC</b>	Ginza Chemical Industry Co. Ltd.
<b>MB2</b>	Canais mesiovestibulares secundários
<b>Micro-TC</b>	Microtomografia computadorizada
<b>MO</b>	Microscópio Operatório (do inglês Operating Microscope)
<b>MOD</b>	Cavidades mesio-oclusais-distais
<b>NI</b>	Acesso minimamente invasivo sem restauração (do inglês Minimally invasive endodontic access endodontic treatment and no restoration)

<b>NIR</b>	Acesso minimamente invasivo com restauração (do inglês Minimally invasive endodontic access , endodontic treatment with restoration)
<b>PRISMA</b>	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyse</i>
<b>S</b>	Grupo controlo (Healthy tooth (positive control))
<b>SDR</b>	Smart Dentin Replacement
<b>TCFC</b>	Tomografia computadorizada de feixe cónico
<b>TradAC</b>	Cavidade de acesso tradicional
<b>UltraAC</b>	Cavidade de acesso ninja ou ultraconservadora
<b>%</b>	Percentagem



## INTRODUÇÃO

A abertura coronária é a fase inicial do tratamento endodôntico, consistindo num conjunto de procedimentos que visam permitir o acesso à cavidade pulpar, facilitando a localização dos canais radiculares e a preparação das suas porções cervical e média. Verifica-se uma continuidade entre o final da abertura coronária e o início da instrumentação, o que reforça a importância da execução cuidadosa de cada etapa do tratamento endodôntico para se obter resultados satisfatórios. Para que seja alcançado um bom acesso endodôntico, um correto planeamento se torna indispensável. Para isso, são necessários conhecimentos sobre anatomia dentária interna e um bom exame clínico e radiográfico (Dioguardi et al., 2024; Melian et al., 2019).

Nos últimos anos, têm sido propostas novas técnicas de acesso endodôntico, com o propósito de aumentar a precisão, a qualidade e a eficiência do tratamento, ao mesmo tempo, em que se preserva o máximo possível da estrutura dentária para futuras reabilitações protéticas. O conceito de endodontia minimamente invasiva baseia-se na conservação da maior quantidade de tecido dentário natural, o que implica uma redução na extensão da cavidade de acesso, na conicidade dos canais e no diâmetro da preparação apical. Essa evolução só foi viável devido aos avanços tecnológicos, como a computadorizada de feixe cônico (TCFC), o uso do microscópio cirúrgico e de instrumentos ultrassônicos. (Chan et al., 2021; Dioguardi et al., 2024; Silva et al., 2020).

O design da cavidade de acesso, considerando fatores como a forma, o tamanho e a orientação, tem um impacto direto na quantidade de estrutura dentária conservada, afetando, conseqüentemente, a resistência do dente a fraturas após o tratamento endodôntico. Na cavidade de acesso tradicional (TradAC), a remoção controlada da estrutura dentária é realizada para prevenir complicações que podem ocorrer durante o tratamento endodôntico. Há remoção completa do teto da câmara pulpar, com a obtenção de um acesso retilíneo aos orifícios do canal (Ozyurek et al., 2018; Dioguardi et al., 2024; Silva et al., 2020).

Entretanto, a perda de dentina e de estruturas anatómicas, como as cúspides, as cristas e o teto da câmara pulpar, pode resultar na fratura do dente após a restauração final. Em contraste com o preparo endodôntico tradicional, o preparo da cavidade de acesso conservadora (ConsAC) é um procedimento minimamente invasivo que pode preservar

estruturas dentárias, como a dentina pericervical (Krishan et al., 2014; Yuan et al., 2016; Moore et al., 2016, Lima et al., 2021).

Neste tipo de preparo, há menor destruição do tecido dentário e preservação de parte do teto da câmara pulpar. O objetivo desta abertura é minimizar a destruição do tecido dentário, preservando parte do teto da câmara pulpar, com o objetivo de distribuir as forças oclusais antes de estas atingirem o pavimento da câmara pulpar, onde se desenvolvem frequentemente linhas de fratura nos dentes após o tratamento endodôntico. A cavidade de acesso ninja ou ultraconservadora (UltraAC) possui a mesma abordagem descrita na técnica conservadora, mas sem maiores extensões, preservando o máximo possível do teto da câmara pulpar (Krishan et al., 2014; Yuan et al., 2016; Moore et al., 2016, Lima et al., 2021).

No entanto, alguns estudos relatam que tornar o acesso demasiado pequeno pode comprometer as etapas subsequentes do tratamento endodôntico, tornando-se difícil a localização dos orifícios do canal e os procedimentos de limpeza, modelação e obturação. Assim, ao longo dos anos, diversos estudos clínicos têm procurado investigar de que forma o tratamento endodôntico pode constituir um fator de risco para a ocorrência de fraturas dentárias. Esta relação está associada tanto à remoção de tecido dentário durante a eliminação da cárie, como à preparação da cavidade de acesso endodôntico e à modelação realizada nas etapas seguintes do tratamento do canal. (Gluskin et al. 2014, Krishan et al. 2014, Rover et al. 2017, Silva et al. 2020).

Assim sendo, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise comparativa da eficácia de diferentes designs de cavidades de acesso, focando-se na sua capacidade de preservar a estrutura dentária e correlacionando-a com o risco de fraturas dentárias.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **1.1. Materiais e métodos**

#### **1.1.1. Fontes da pesquisa**

Para a elaboração do presente trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica de carácter integrativo, publicados nos últimos 10 anos, com o intuito de reunir e analisar criticamente as evidências disponíveis na literatura científica sobre a influência do design da cavidade endodôntica de acesso no risco de fraturas dentárias após o tratamento endodôntico. As bases de dados selecionadas para a realização da busca foram a *PubMed*®/NCBI®, a *ScienceDirect*® e a *ResearchGate*®.

#### **1.1.2. Palavras-chaves**

A busca bibliográfica foi conduzida utilizando uma combinação estruturada de palavras-chave, selecionadas de forma a abranger os principais termos associados ao tema de estudo. Os descritores utilizados incluíram: “*Conservative access cavity*”, “*traditional access cavity*”, “*minimally invasive access cavity*”, “*access cavity designs*”, “*endodontics*”, “*ninja access cavity*”, “*ultraconservative access cavity*”, “*fracture resistance*” e “*instrumentation efficacy*”. Estes termos foram combinados com os operadores booleanos AND e OR, o que possibilitou uma recuperação mais sensível e específica dos artigos relevantes. A aplicação dessa estratégia permitiu identificar publicações alinhadas aos objetivos da pesquisa, maximizando a abrangência e a qualidade dos resultados encontrados.

#### **2.1.3. Critérios de inclusão e exclusão**

A seleção dos estudos foi realizada seguindo as diretrizes do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Foram seguidas as quatro etapas preconizadas por esse modelo: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos artigos. Incluíram-se artigos publicados entre 2015 e 2025 na língua inglesa e portuguesa que fossem relevantes ao tema do estudo. Ao término desse processo, 45 artigos foram selecionados para o presente estudo. Incluíram-se estudos *in vitro*, revisões sistemáticas e meta-análises relacionadas com o tema. Foram determinados como critérios de exclusão os artigos publicados antes de 2015 e depois de 2025, que envolvessem estudos *in vivo*, estudos realizados em modelos animais e que não fossem relevantes ao tema proposto.

Essa estratégia metodológica permitiu uma análise crítica e abrangente da produção científica recente, proporcionando embasamento consistente para responder à pergunta central da revisão integrativa foi: “O design da cavidade endodôntica de acesso tem influência no risco de fraturas dentárias após o tratamento endodôntico?”.

## **1.2. A importância e influência da cavidade de acesso no tratamento do canal radicular**

### **1.2.1. Localização dos canais radiculares**

Uma das principais dificuldades ao utilizar cavidades de acesso minimamente invasivas é a identificação dos canais radiculares, pois a visão restrita do assoalho da câmara pulpar pode dificultar a localização dos orifícios. Num estudo realizado por Rover et al. (2017) os autores demonstraram que as cavidades de acesso conservadoras (ConsAC) preservam mais tecido dentário duro; no entanto, a localização dos canais, assim como a limpeza e modelagem podem ser desafiadoras com esse tipo de acesso. Houve uma maior identificação dos canais mesiovestibulares secundários (MB2) em molares superiores quando realizadas cavidades do tipo TradAC em comparação com ConsAC, com ou sem magnificação. No entanto, após o uso de magnificação e desgaste ultrassônico, não foram observadas diferenças entre os grupos (Rover et al., 2020).

Em outros estudos foram observados uma maior prevalência na detecção de canais MB2 nos grupos de TradAC quando comparados ao grupo ConsAC e UltraAC. Em cavidades minimamente invasivas, há uma limitação na detecção da localização dos orifícios do canal, principalmente em dentes molares, pois possuem várias configurações. Os autores ressaltam a necessidade no uso de Microscópio Operatório (MO) nestes casos. No entanto, é importante salientar que a apenas o uso da ampliação não aumenta a detecção do canal radicular, e na maioria dos casos, é recomendado o uso de inserto ultrassônico associada à MO (Silva et al., 2020; Saygili et al., 2018; Das et al., 2014).

### **1.3. Preparo Biomecânico**

Uma cavidade de acesso com um preparo adequado é essencial para a instrumentação eficaz e correta distribuição de irrigantes no sistema de canais radiculares. Neste ponto, é necessário a eliminação de qualquer resíduo que permaneça no canal radicular após a instrumentação, assim como a camada de detritos orgânicos e inorgânicos formada na

superfície dos canais radiculares durante a instrumentação (smear layer) que pode dificultar a penetração dos irrigantes.

A eliminação microbiana é o principal objetivo da terapêutica endodôntica com a necessária avaliação tecnológica e manipulação indireta da dentina. Para atingir o objetivo, o clínico responsável pelo tratamento necessita de se tornar menos invasivo em simultâneo. (Marvaniya et al., 2022; Silva et al., 2020)

Os avanços na análise de imagens utilizando micro tomografia computadorizada (micro-TC) revelaram uma grande percentagem de áreas intocadas no canal radicular principal após o procedimento de modelagem. Em dentes com polpas necrosadas, estas áreas podem estar cobertas por restos de tecido pulpar, bactérias, ou lascas de dentina e podem afetar o resultado do tratamento a longo prazo. As bactérias residuais permanecem em áreas do sistema de canais radiculares que não foram tocadas por instrumentos ou não foram alcançadas pela irrigação durante o preparo biomecânico, ou sob o teto da câmara pulpar preservado por cavidades de acesso endodôntico minimamente invasivas. Tais áreas incluem áreas não preparadas no interior das paredes do canal radicular, túbulos dentinários, canais radiculares acessórios, istmos e ramificações apicais. (Siqueira et al., 2018; Martins et al., 2021 Chugal et al., 2017)

Um estudo realizado por Krishan et al. (2014) avaliou o impacto das cavidades endodônticas conservadoras na eficácia da instrumentação em incisivos superiores, pré-molares inferiores e molares inferiores. Os autores compararam as cavidades TradAC e ConsAC em relação à preparação do canal radicular usando micro-TC. Nos molares, as ConsAC resultaram em uma maior percentagem de superfície de canal não instrumentada nos canais distais, quando comparadas com as TradAC, indicando um comprometimento na instrumentação (Krishan et al., 2014).

Rover et al. (2017) compararam as cavidades TradAC e ConsAC em molares superiores divididos igualmente entre os grupos e analisados por microtomografia antes e após o preparo. A percentagem de áreas não instrumentadas foi semelhante entre os grupos (TradAC: 25,8%, ConsAC: 27,4%), assim como a quantidade de detritos de tecido duro acumulados. Entretanto, a ConsAC resultou em maior transporte do canal palatino a 7 mm do ápice, enquanto a TradAC proporcionou uma instrumentação mais centralizada nesse canal.

No estudo *in vitro* realizado por Augusto et al. (2020), o impacto das cavidades de acesso ultraconservadoras na modelagem dos canais radiculares de molares inferiores foi investigado por meio de microtomografia em trinta e dois molares antes e depois da instrumentação. Os dentes foram divididos entre os grupos UltraAC e TradAC. Os resultados mostraram que a área não instrumentada foi semelhante entre os grupos, sem comprometimento da limpeza dos canais. O estudo concluiu que as cavidades do tipo UltraAC não interferem na modelagem dos canais em relação às TradAC (Augusto et al., 2020).

Para comparar a limpeza do canal radicular entre cavidades de acesso minimamente invasivas e tradicionais, são observados dois aspectos principais: a presença de tecido pulpar remanescente na câmara pulpar e o acúmulo de detritos resultantes da modelagem do canal. Essas variáveis são geralmente estudadas porque podem influenciar tanto a ação mecânica dos instrumentos quanto a circulação dos irrigantes dentro do sistema de canais radiculares (Neelakantan et al., 2018; De-Deus et al., 2015).

A investigar a influência das cavidades de acesso minimamente invasivas na modelagem, obturação e limpeza da câmara pulpar de incisivos inferiores extraídos, Rover et al. (2020), observaram que a configuração da cavidade de acesso não influenciou a modelagem do canal, independentemente do sistema de instrumentação empregado. No entanto, as cavidades minimamente invasivas apresentaram um número significativamente maior de espaços vazios na obturação dos canais radiculares em comparação com as cavidades tradicionais. Dessa forma, o estudo concluiu que, embora as cavidades minimamente invasivas não prejudiquem a instrumentação nem a resistência dos dentes, sua associação com um maior número de falhas na obturação pode comprometer a vedação do canal, o que pode impactar a qualidade do tratamento endodôntico (Rover et al., 2020).

A utilização de um Microscópio Operatório (MO) é indispensável na realização de uma cavidade minimamente invasiva, o que é enfatizado pela maioria dos autores que utilizam MO quando se comparam os efeitos entre as cavidades tradicionais e conservadoras. A excelente ampliação e iluminação do MO oferecem os benefícios de uma melhor visão e ergonomia para o operador. Os instrumentos ultrassônicos são também auxiliares importantes na preparação das cavidades minimamente invasivas, uma vez que permitem um desbridamento eficaz, a remoção de cálculos pulpares, e melhor visualização do

pavimento da câmara pulpar, melhorando significativamente a capacidade dos operadores para detetar canais extra. (Augusto et al., 2020; Vieira et al., 2020; Barbosa et al., 2020).

### **1.3.1. Obturação Canal**

A qualidade da obturação endodôntica pode ser influenciada pelo desenho da cavidade de acesso. Estudos recentes têm investigado o impacto desses diferentes desenhos de cavidade na qualidade da obturação. Iman et al. (2024) realizaram um estudo onde foi avaliado o efeito de cavidades de acesso ultraconservadoras na homogeneidade da obturação dos canais radiculares. Os autores concluíram que técnicas de obturação como a compactação por onda contínua reduziram significativamente a formação de espaços vazios em comparação com a condensação lateral, independentemente do desenho da cavidade de acesso. Porém, as cavidades ultraconservadoras apresentaram uma percentagem maior de espaços vazios em comparação com as tradicionais, sugerindo desafios na obtenção de uma obturação homogênea com acessos mais conservadores.

Alguns estudos como os realizados por Rover et al. (2020) e Lima et al. (2021) relataram uma grande percentagem de espaços vazios após obturação, em incisivos mandibulares e molares mandibulares preparados com ConsAC e UltraAC, respetivamente (Iman et al., 2014; Lima et al., 2021; Rover et al., 2020).

A quantidade de material obturador remanescente na câmara pulpar após a obturação foi um ponto relevante observado. Embora Rover et al. (2020) tenha demonstrado que não houve diferença significativa entre incisivos mandibulares preparados com cavidades de acesso conservadoras (ConsAC) e tradicionais (TradAC), outros estudos conduzidos em dentes posteriores identificaram maior acúmulo de resíduos obturadores na câmara pulpar em dentes tratados com cavidades de acesso contraídas, mesmo quando o procedimento foi realizado sob magnificação microscópica. Este fator pode ter um impacto negativo, pois os resíduos de material obturador remanescentes podem afetar a estética dental, promovendo a descoloração da coroa ao longo do tempo (Barbosa et al., 2020; Lima et al., 2021; Pereira et al., 2021).

### **1.4. Classificação das Cavidades Endodônticas de Acesso**

As cavidades de acesso endodôntico desempenham um papel crucial no sucesso do tratamento do canal radicular, influenciando a eficácia da instrumentação, desinfecção e obturação dos canais. Com o avanço das tecnologias e dos conceitos minimamente

invasivos, diversas classificações para os tipos de cavidade de acesso foram propostas ao longo dos anos (Silva et al., 2022).

#### **1.4.1. Cavidade de Acesso Tradicional (TradAC)**

A cavidade de acesso tradicional (TradAC) tem como objetivo garantir um acesso direto e desobstruído ao sistema de canais radiculares, permitindo a instrumentação eficaz e uma desinfecção completa. Em dentes posteriores, esta cavidade é realizada com a remoção completa do teto da câmara pulpar, seguida pela criação de um acesso retilíneo aos orifícios dos canais, com paredes axiais suavemente divergentes, de modo que todos os orifícios fiquem visíveis dentro do contorno da cavidade. Em dentes anteriores, o acesso retilíneo é obtido através da remoção do teto da câmara pulpar, dos cornos pulpares, do ombro lingual da dentina e da extensão adicional da cavidade de acesso até a aresta incisal. (Silva et al 2020; Saeed et al., 2021).

As vantagens dessa técnica incluem maior previsibilidade do tratamento, facilidade na localização dos canais e menor risco de acidentes iatrogênicos, como perfurações ou fraturas instrumentais. Além disso, a ampla abertura permite uma melhor irrigação, o que pode contribuir para a eliminação eficaz de microrganismos. No entanto, um dos principais desafios associados a essa abordagem é a remoção excessiva de estrutura dentária, especialmente da dentina pericervical, que desempenha um papel fundamental na resistência do dente às forças mastigatórias. A perda desta estrutura pode resultar em uma maior suscetibilidade a fratura do dente tratado, comprometendo a sua longevidade. (Dioguardi et al., 2024; Fuert al., 2022; Saeed et al.,2021)

#### **1.4.2. Cavidade de Acesso Conservadora (ConsAC)**

Este tipo de abertura tem como finalidade minimizar a destruição do tecido dentário preservando parte do teto da câmara pulpar. Nos dentes posteriores, a preparação inicia-se na fosseta central da superfície oclusal, sendo ampliada apenas o necessário para identificar os orifícios dos canais. As paredes axiais apresentam uma ligeira convergência em direção à superfície oclusal, permitindo a preservação parcial do teto da câmara pulpar. Nos dentes anteriores, este acesso implica o afastamento do ponto de entrada do cingulo em direção ao bordo incisal, na face palatina, criando uma pequena cavidade triangular ou oval. Há preservação dos cornos pulpares e o máximo de dentina pericervical. A filosofia por detrás do ConsAC é preservar parte do teto da câmara pulpar

para distribuir as forças oclusais antes que estas atinjam o pavimento da câmara pulpar, onde as linhas de fratura geralmente se desenvolvem nos dentes após o tratamento endodôntico (Fu et al., 2022; Vieira et al., 2020; Roperto et al., 2019).

### **1.4.3. Cavidade de Acesso Ultraconservadora (UltraAC ou “Ninja Acess”)**

Adotando uma abordagem conservadora em maior extensão, foi proposta uma cavidade de acesso endodôntico ultraconservadora (UltraAC), também conhecida como acesso "ninja". A UltraAC constitui um desenho com extrema preservação do teto da câmara pulpar e forma paredes severamente convergentes. Neste tipo de design, é criada uma cavidade de acesso altamente restrita com o único objetivo de localizar os orifícios do canal radicular, preservando assim uma grande parte dos cornos pulpares e do esmalte oclusal intactos. Nos dentes anteriores, se a face lingual da coroa for particularmente côncava, o acesso pode ser feito no centro da margem incisal, paralelamente ao eixo longitudinal do dente (Plotino et al., 2017; Lima et al., 2021; Isufi et al., 2020).

### **1.4.4. Acesso Endodôntico Guiado**

A técnica de endodontia guiada foi introduzida como alternativa ao preparo convencional da cavidade de acesso. Esta técnica utiliza-se de imagens radiológicas tridimensionais, como tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) e escaneamento digital de superfície. Os dados de CBCT e de varrimento de superfície 3D dos dentes são então sobrepostos através de um software, que gera um modelo virtual do dente a tratar e cria a imagem virtual de uma broca de perfuração de dimensões específicas. A broca virtual, sobreposta ao dente alvo, pode ser manualmente inclinada para criar um acesso em linha reta a uma parte pré-determinada do canal radicular. Após o planeamento da orientação da broca endodôntica, um modelo virtual é projetado no pacote de software e exportado para a impressora 3D. A seguir, o modelo físico do guia de perfuração pode ser utilizado para a preparação do acesso. A endodontia guiada, embora inicialmente tenha ganhado destaque no tratamento de canais calcificados, tem hoje aplicações mais amplas na prática clínica, como retratamentos complexos, criação de cavidades minimamente invasivas e tratamento em coroas protéticas. Em situações em que se observam sinais radiográficos de calcificação acentuada do canal radicular associada à presença de periodontite apical, a utilização da endodontia guiada pode ser recomendada como uma

abordagem mais previsível para alcançar a seção apical do canal. Esta técnica revela-se especialmente vantajosa para profissionais com menor experiência clínica, uma vez que dispensa o uso de microscópio cirúrgico e contribui para a conservação máxima da estrutura dentária (Connert et al., 2020; Mendes et al., 2018; Krastl et al., 2016; Nayak et al., 2018).

## **1.5. Influência do Acesso Endodôntico nas Complicações Intra ou Pós-operatórias**

### **1.5.1. Fratura do dente**

A ocorrência de fracturas em dentes submetidos a tratamento endodôntico é considerada uma das complicações mais indesejáveis na prática clínica. Estudos apontam que o aumento do volume da cavidade de acesso está associado a uma maior concentração de tensões na zona cervical do dente. Com base nesses dados, acredita-se que abordagens que promovem a preservação de uma maior quantidade de tecido dentário coronal podem contribuir para uma melhor resistência à fractura destes dentes (Santosh et al., 2021; Zhang et al., 2019).

Em estudo clínico prospectivo conduzido por Al-Nuaimi et al. (2020), os autores investigaram o impacto da perda de estrutura dentária coronária remanescente na taxa de sobrevivência, de dentes posteriores submetidos a retratamento endodôntico. Os resultados demonstraram que os dentes com menos de 29,5% da estrutura coronária remanescente apresentaram uma taxa de extração três vezes superior. Assim, o volume de estrutura remanescente revela-se um fator relevante na decisão terapêutica (Al-Nuaimi et al., 2020).

A resistência à fractura de dentes submetidos a tratamento endodôntico é fortemente influenciada pelo desenho da cavidade de acesso. A abordagem tradicional, caracterizada por um acesso amplo e pela remoção considerável de dentina, visa facilitar a instrumentação e a irrigação dos canais. No entanto, esse alargamento excessivo pode comprometer a integridade estrutural do dente. Em contrapartida, a tendência actual privilegia preparos mais conservadores, que visam preservar ao máximo a estrutura dentária natural (Mustafa et al., 2020; Abou-Elnaga et al., 2019).

Num estudo *in vitro* realizado por Mustafa et al. (2020), os autores analisaram comparativamente a resistência à fractura de dentes mandibulares submetidos a

tratamento endodôntico com diferentes desenhos de cavidade de acesso. O objectivo principal foi avaliar se a preservação estrutural promovida por cavidades conservadoras (ConsAC) , em comparação com a abordagem tradicional (TradAC), influenciaria a capacidade do dente em resistir a forças compressivas, especialmente quando combinada com diferentes níveis de perda de parede coronária. Os autores observaram em seus resultados, que entre os dentes tratados, aqueles com três paredes remanescentes não demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre os acessos com TradAC e ConsAC. No entanto, em dentes com apenas duas paredes residuais, a técnica conservadora proporcionou maior resistência do que o acesso tradicional. Assim, os autores sugerem que, em casos de estrutura dentária comprometida, o acesso conservador pode oferecer uma vantagem mecânica em termos de resistência à fratura (Mustafa et al., 2020).

Reddy et al. (2020), investigaram o impacto de diferentes desenhos de cavidade de acesso endodôntico na resistência à fratura em molares inferiores. Foram comparados três tipos de cavidade: tradicional (TradAC), conservadora (ConsAC) e ultraconservadora ou “ninja” (UltraAC). Os autores observaram que os dentes com UltraAC apresentaram maior resistência à fratura do que o TradAC, mas não foi encontrada qualquer diferença entre o ConsAC e o TradAC. A preservação das cristas marginais desempenha um papel fundamental na resistência estrutural dos dentes posteriores tratados endodonticamente. Estudos demonstraram que, embora o tratamento endodôntico por si só reduza a rigidez dentária em aproximadamente 5%, esta perda é significativamente agravada quando há envolvimento das cristas marginais (Reddy et al., 2020; Corsentino et al., 2018).

A remoção de apenas uma crista marginal, associada a uma preparação da cavidade na região oclusal, pode resultar numa diminuição adicional de cerca de 20% na resistência à carga oclusal. Quando ambas as cristas marginais — mesial e distal — são comprometidas juntamente com a preparação da cavidade oclusal, a perda total de resistência pode atingir até 63%. Estes dados evidenciam que as cristas marginais actuam como estruturas-chave na dissipação das forças mastigatórias, funcionando como reforço natural da coroa dentária. Assim, a sua preservação deve ser priorizada sempre que possível, especialmente na concepção de cavidades de acesso minimamente invasivas, uma vez que contribui directamente para a longevidade e integridade biomecânica dos dentes restaurados (Mustafa et al., 2020; Daniel et al., 2024).

### **1.5.2. Fratura do instrumento**

As cavidades de acesso com abordagem minimamente invasiva foram desenvolvidas com base na premissa de que a preservação do teto da câmara pulpar e da dentina pericervical contribuiria para uma maior resistência à fratura dos dentes, em comparação com os acessos endodônticos convencionais. No entanto, a redução do tamanho da cavidade pode dificultar a inserção direta dos instrumentos nos canais radiculares, criando ângulos de entrada mais acentuados e até mesmo curvaturas adicionais às já existentes na anatomia radicular. Investigações recentes indicam que quanto maior for a inclinação de inserção da lima no canal, menor será a resistência dos instrumentos à fadiga cíclica. Esses desvios angulados, frequentemente resultantes de interferências coronárias associadas a acessos mais restritos, podem tornar a instrumentação mais complexa e aumentar o risco de falha dos instrumentos. (Alovisi e tal.,2017; Pedullà et al., 2020; Silva et al., 2020).

Spicciarelli et al. (2020) conduziram um estudo em que avaliaram a influência de dois desenhos de cavidade de acesso endodôntico (TradAC e ConsAC) sobre a resistência à fadiga cíclica de instrumentos utilizados durante o tratamento endodôntico. Todos os instrumentos utilizados foram submetidos a testes de fadiga cíclica, simulando um canal curvo estandardizado. Foi observado que os instrumentos utilizados nos grupos com ConsAC apresentaram significativamente menor resistência à fadiga cíclica, com menor tempo até à fratura, em comparação com os usados nos grupos TradAC. Isso se justifica pelo fato de que os acessos ConsAC dificultaram o alinhamento linear dos instrumentos aos canais, o que pode ter contribuído para o aumento do stress mecânico e, conseqüentemente, para a fadiga prematura dos instrumentos. Este achado destaca a importância de equilibrar a preservação da estrutura dentária com a segurança e eficácia do preparo biomecânico (Spicciarelli et al., 2020).

Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2020) que avaliaram a influência das cavidades TradAC e UltraAC na resistência à fadiga cíclica de instrumentos reciprocantes em molares mandibulares. Os resultados demonstraram que ambos os instrumentos, quando utilizados em cavidades UltraAC, mostraram redução significativa da resistência à fadiga cíclica em relação aos utilizados em TradAC. Este efeito é atribuído ao aumento da inclinação e da curvatura suplementar imposta pelos acessos mais restritos, que elevam o stress mecânico sobre os instrumentos. Estes achados reforçam a necessidade de considerar o tipo de cavidade de acesso na escolha da técnica

endodôntica, principalmente quando se utilizam instrumentos de níquel-titânio em canais com curvatura acentuada ou inserção desfavorável (Silva et al., 2020).

Embora na maioria dos estudos tenham sido encontradas baixas taxas de fratura, o risco potencial não pode ser negligenciado, considerando que, uma vez ocorrida a fratura, as tentativas de remoção do fragmento são geralmente seguidas pela remoção desnecessária da dentina, resultando não só no enfraquecimento da estrutura dentária, mas também na violação do conceito básico de preparação minimamente invasiva. Este é um tópico de investigação importante e são necessários mais estudos utilizando dentes emparelhados. (Silva et al., 2020; Pedullà et al., 2018).

### **1.5.3. Insucesso da instrumentação**

A preparação do canal radicular é uma das etapas mais importantes do tratamento do canal radicular, por este motivo, é de extrema importância o estudo dos efeitos mecânicos dos instrumentos sobre as paredes do canal radicular. Mesmo após a instrumentação, é possível que haja uma grande percentagem de áreas nas paredes do canal que não foram preparadas após os procedimentos de modelação. Estas zonas podem conter restos de tecido pulpar, bactérias e detritos, que podem interferir na ação mecânica dos instrumentos e na dinâmica do fluxo de irrigantes em todo o sistema de canais (De-Deus et al., 2015; Martins et al., 2021; Siqueira et al., 2018).

Autores como Rover et al. (2017) e Vieira et al. (2020) avaliaram o impacto do desenho da cavidade de acesso endodôntico (TradAC e ConsAC) na eficácia de instrumentação, entretanto os seus resultados não indicaram diferença estatisticamente significativa. Outros autores reportaram uma maior percentagem de paredes de canal não instrumentadas após a modelação em dentes preparados com ConsAC, quando comparados com cavidades do tipo TradAC, o que pode ser justificado pelo fato de a cavidade do tipo TradAC oferece um acesso mais livre e direto aos canais radiculares, enquanto a ConsAC cria consideravelmente mais interferências coronais durante a instrumentação (Barbosa et al., 2020; Xia et al., 2020).

Em um estudo conduzido por Lima et al. (2021), os autores avaliaram o impacto das cavidades de acesso ultraconservadoras (UltraAC) e tradicionais (TradAC) na eficácia da instrumentação. Os resultados demonstraram que os grupos UltraAC apresentaram percentagens significativamente superiores de área não instrumentada, bem como maior volume de material remanescente na câmara pulpar, quando comparados com os grupos

TradAC. Os autores concluíram que, embora as cavidades UltraAC permitam maior preservação da dentina, estas podem comprometer a eficácia da instrumentação e a qualidade da obturação, devido ao acesso restrito (Lima et al., 2021).

A remoção adequada do tecto da câmara pulpar é um passo essencial para a eficácia do tratamento endodôntico, especialmente no que diz respeito à desinfeção da porção coronária do sistema de canais radiculares. O estudo de Neelakantan et al. (2017) demonstrou que cavidades de acesso conservadoras, como a do tipo Truss, que preservam o tecto da câmara pulpar, apresentaram significativamente mais tecido pulpar remanescente nesta região quando comparadas com as cavidades tradicionais (TradAC), nas quais o tecto é completamente removido. Esta limitação na limpeza da câmara pulpar nas cavidades conservadoras é atribuída à visibilidade e acessibilidade reduzidas, que dificultam a ação dos irrigantes. Dado que os resíduos orgânicos podem servir de substrato para microrganismos e favorecer a reinfeção, estes resultados indicam que o uso de cavidades de acesso mais restritas impõe uma maior dependência de técnicas auxiliares de irrigação, como a activação ultrassónica ou sónica dos irrigantes, para garantir uma desinfeção eficaz da câmara pulpar. Assim, a escolha do desenho da cavidade deve considerar não apenas a preservação estrutural do dente, mas também o impacto na eficácia da irrigação e na capacidade de limpeza da câmara pulpar e das estruturas adjacentes (Neelakantan et al., 2017; Silva et al., 2022).

## DISCUSSÃO

### 3.1 Influência da estrutura dental remanescente na resistência a fratura

A estrutura dentária remanescente e as restaurações têm um impacto significativo na viabilidade a longo prazo de um dente com tratamento endodôntico. Estudos indicam que o principal fator associado ao fracasso desses dentes está relacionado à maior propensão à fratura, consequência da perda estrutural. Diante disso, a adoção do conceito de intervenção mínima torna-se particularmente relevante na endodontia, sendo necessário avaliar os fatores relacionados a quantidade e qualidade da estrutura dental remanescente (Marvaniya et al., 2022; Dimri et al., 2021).

O desenho tradicional das cavidades de acesso endodôntico foi inicialmente descrito em 1920 por Crane, que ressaltou a importância de um acesso direto a cada canal radicular, alinhado ao seu eixo longitudinal, enquanto se procurava preservar as paredes da câmara pulpar. No entanto, foi apenas em 1965 que Ingle detalhou estes conceitos, ao falar da necessidade de assegurar um acesso direto ao canal radicular, conhecido hoje como "acesso em linha reta", através da ampliação das paredes da cavidade e também da importância de alargar o canal em todas as direções para facilitar as fases subsequentes do tratamento endodôntico e prevenir complicações (Dioguardi et al., 2024; Silva et al., 2022)

Na cavidade de acesso endodôntico tradicional (TradAC), observa-se a criação de um caminho em linha reta para o interior dos canais, estendendo os orifícios do canal radicular através da remoção das projeções de dentina cervical, mantendo apenas as restantes estruturas dentárias saudáveis.

A dentina pericervical, uma área aproximadamente 4 mm acima da crista óssea alveolar e 6 mm abaixo desta, foi considerada um fator crítico em relação à sobrevivência a longo prazo e à função ideal, atuando como meio para auxiliar na transmissão de forças entre a face oclusal e as raízes (Bóveda & Kishen, 2015; Jiang et al., 2018; Gluskin et al., 2014).

De acordo Moore et al. (2016) e Saeed et al. (2021), o aumento da flexão da cúspide durante a TradAC pela remoção da dentina pericervical pode afetar negativamente as respostas mecânicas e biológicas dos dentes, resultando num aumento do “stress” na porção da coroa e nas superfícies das raízes, o que em sequência pode aumentar a

probabilidade de fratura dos dentes tratados endodonticamente quando expostos a cargas funcionais (Moore et al., 2016; Saeed et al., 2021).

Na cavidade de acesso conservadora (ConsAC), o objetivo está em preservar o máximo possível da estrutura dentária coronal. Há redução das dimensões das cavidades de acesso, onde não se faz mais necessário um acesso em linha reta, dando prioridade a remoção de materiais restauradores em vez de esmalte ou dentina e de remoção de estruturas oclusais em vez de dentina cervical. Mantém partes do teto da câmara pulpar ao mesmo tempo que enfatiza a importância da proteção da dentina pericervical, o que resulta na conservação da estabilidade mecânica e prolonga a vida e melhora a função dos dentes tratados (Chlup et al., 2017; Silva et al., 2018; Marvaniya et al., 2022).

As cavidades de acesso Ultraconservadoras (UltraAC) utilizam os mesmos princípios conforme descrito no ConsAC, mas sem maiores extensões, preservando o máximo possível do teto da câmara pulpar. Nos dentes anteriores, quando há desgaste ou uma concavidade acentuada na face lingual da coroa, o acesso pode ser realizado ao nível do bordo incisal, seguindo uma orientação paralela ao eixo longitudinal do dente (Plotino et al., 2017).

As cristas marginais desempenham um papel importante na retenção da força dentária e há uma percepção de que os dentes tratados endodonticamente ressecam e são propensos a fraturas. Entretanto, alguns estudos relataram que os efeitos de desidratação observados após a remoção da polpa são mínimos e demonstram comportamentos biomecânicos em testes de força e tenacidade semelhantes aos da dentina vital. Foi demonstrado que a causa da fratura dentária é multifatorial e que a perda de estrutura não é a única razão. Os fatores que podem causar as fissuras resultantes da fadiga dentinária são fatores químicos como irrigantes, o efeito bacteriano na matriz da dentina, perda estrutural devido ao efeito de preparos para o uso de espigões, e os resultados das mudanças de idade na dentina (Nath et al., 2020; Mukherjee et al., 2017).

Idealmente, a aplicação de uma solução irrigante no canal radicular e nos túbulos dentinários não deveria comprometer as características físicas nem a composição química da dentina. No entanto, pesquisas demonstraram que, apesar dos efeitos benéficos dessas soluções, ocorrem alterações nos componentes orgânicos e inorgânicos da dentina. Essas mudanças estruturais podem refletir-se na redução da resistência de união, na diminuição

da micro e nanodureza, bem como em modificações na rugosidade da superfície (Baruwa et al., 2022; Kulkarni et al., 2021; Bosaid et al., 2020).

## **1.2. Relação entre design da cavidade e resistência mecânica do dente a fratura**

A resistência à fratura dos dentes submetidos ao tratamento endodôntico é fortemente influenciada pelo desenho da cavidade de acesso. A escolha do tipo de acesso pode determinar não apenas o sucesso clínico imediato, mas também a longevidade funcional do dente restaurado. Estudos demonstram que quanto maior a preservação da estrutura dentária, especialmente da dentina pericervical, maior a resistência do dente às forças mastigatórias. As cavidades de acesso tradicional (TradAC) proporcionam ampla visibilidade e facilidade na instrumentação, mas removem considerável quantidade de estrutura dentária, o que pode comprometer a integridade biomecânica do elemento tratado. Diversos estudos relataram que dentes submetidos ao TradAC apresentam menor resistência à fratura em comparação com acessos mais conservadores, como o ConsAC ou o TrussAC. (Clark & Khademi, 2010; Dioguardi et al., 2024; Patil et al., 2022; Barbosa et al., 2020).

Sabeti et al. (2018) demonstraram que dentes com acesso TradAC apresentaram resistência significativamente menor à fratura quando comparados aos dentes intactos, confirmando que o design tradicional pode enfraquecer estruturalmente o dente. Estudos adicionais, como o de Patil et al. (2022), reforçam essa observação ao revelar que dentes tratados com TradAC foram os segundos mais fracos entre os grupos avaliados, ficando apenas à frente dos acessos conservadores em alguns cenários. Além disso, segundo Dioguardi et al. (2024), a técnica tradicional, apesar de ser bem estabelecida, se mostra menos favorável à preservação da dentina cervical, aumentando o risco de fraturas verticais da raiz e de falhas restauradoras a longo prazo. Ainda assim, a TradAC continua sendo amplamente utilizada, especialmente em casos complexos, devido à sua previsibilidade clínica e menor índice de acidentes iatrogênicos durante a instrumentação e obturação (Sabeti et al., 2018).

A cavidade de acesso conservadora (ConsAC) surgiu como resposta à necessidade de preservar a estrutura dentária, especialmente a região da dentina pericervical e o teto da câmara pulpar. Nesse modelo, o acesso é restrito à área suficiente para permitir a localização e instrumentação dos canais, minimizando o desgaste dentário. Nos dentes

posteriores, o acesso é feita pela fossa central, mantendo parte do teto da câmara e dos cornos pulpares. Esse design visa reduzir a flexão das cúspides e, com isso, aumentar a resistência à fratura (Fu et al., 2022; Roperto et al., 2019).

Estudos como o de Sabeti et al. (2018) mostraram que o design de cavidade do tipo ConsAC apresentou resistência média à fratura com valores superiores ao TradAC, embora a diferença não tenha sido estatisticamente significativa. Entretanto, Patil et al. (2022) observaram que o grupo com cavidade conservadora foi significativamente menos resistente do que o grupo com cavidade do tipo truss, sugerindo que embora haja uma tendência à preservação estrutural, a ConsAC pode comprometer a eficácia da limpeza e a resistência final do dente, caso não seja bem executada. Rover et al. (2020) destacam que o design conservador pode resultar em maior número de áreas não instrumentadas e mais vazios na obturação, aumentando o risco de falhas endodônticas a longo prazo. Assim, embora o ConsAC represente um avanço em termos de preservação tecidual, seu uso exige maior habilidade clínica e recursos auxiliares como magnificação (Sabeti et al., 2018).

A cavidade do tipo UltraAC representa a abordagem mais extrema do conceito de preservação dentária. Também chamada de "ninja access", essa cavidade é projetada para minimizar ao máximo a remoção do teto da câmara pulpar, com uma entrada pontual voltada exclusivamente para o orifício dos canais. Sua indicação tem se tornado mais comum com o avanço de tecnologias como microscópios operatórios e instrumentos de alta flexibilidade. Apesar da filosofia de mínima invasividade, a UltraAC apresenta controvérsias. Em um estudo conduzido por Rover et al. (2020), observou-se que cavidades ultraconservadoras, embora preservassem maior quantidade de estrutura coronária, apresentaram mais falhas na obturação e maior volume de material remanescente na câmara pulpar após o selamento, indicando dificuldades na limpeza adequada. Do ponto de vista da resistência à fratura, os resultados foram semelhantes aos das demais técnicas, não havendo superioridade estatística em relação às demais abordagens. Dioguardi et al. (2024) alertam ainda para o risco de falhas iatrogênicas como perfurações ou abandono de canais não localizados, devido à dificuldade visual imposta pela restrição do acesso. Assim, embora promissora em teoria, a UltraAC deve ser adotada com cautela e com suporte de tecnologias avançadas (Plotino et al., 2017; Lima et al., 2021; Rover et al., 2020; Dioguardi et al., 2024).

### **1.3. Evidências científicas: ensaios clínicos e *in vitro***

Em um estudo *in vitro* realizado por Plotino et al. (2017), os autores compararam a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente com diferentes desenhos de cavidade de acesso: tradicional (TradAC), conservador (ConsAC) e ultraconservadora (UltraAC). O objetivo do trabalho foi avaliar se a preservação da estrutura dentária por meio de acessos mais conservadores poderia resultar em uma maior resistência à fratura dos dentes após o tratamento endodôntico e a restauração. Os espécimes foram submetidos a tratamento endodôntico e restauração com resina composta. Por fim, os dentes foram submetidos a ensaios de resistência à fratura e os padrões de fratura foram analisados quanto à possibilidade de restauração (restaurável ou não restaurável). Os resultados mostraram que os dentes com acesso tradicional apresentaram significativamente menor resistência à fratura em comparação com os grupos ConsAC, UltraAC e controle. Por outro lado, não houve diferença estatística entre os grupos ConsAC, UltraAC e controle, o que indica que os acessos conservadores preservaram a resistência à fratura em níveis similares aos dentes não preparados. O estudo também destaca que, embora os acessos ultraconservadores sejam promissores, não apresentaram superioridade significativa sobre os conservadores convencionais, e mais estudos clínicos são necessários para validar sua aplicabilidade (Plotino et al., 2017).

Özyürek et al. (2018) conduziram um estudo que teve como objetivo comparar as resistências à fratura de dentes molares mandibulares preparados através da cavidade endodôntica tradicional (TradAC) e da cavidade endodôntica conservadora (ConsAC), ambas restauradas com diferentes materiais à base de resina composta. Cem primeiros molares inferiores humanos foram divididos em cinco grupos, sendo o primeiro grupo o controle (sem qualquer preparo), o segundo grupo com preparo de cavidade do tipo TradAC + EverX Posterior® (GC Corporation, Tóquio, Japão), o terceiro grupo com preparo do tipo ConsAC + EverX Posterior® (GC Corporation, Tóquio, Japão), o quarto grupo com TradAC + SDR® (Dentsply Sirona, Charlotte, EUA), e o quinto com ConsAC + SDR® (Dentsply Sirona, Charlotte, EUA).

Os autores observaram de acordo com os resultados, os dentes do grupo controle apresentaram resistência à fratura significativamente superior a todos os demais grupos. Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos TradAC e ConsAC quando restaurados com o mesmo tipo de material restaurador. Também

observou-se que os dentes com preparo ConsAC apresentaram um número maior de fraturas restauráveis em comparação com os grupos TradAC, o que sugere que, apesar da resistência à fratura ser semelhante entre estes dois grupos, o padrão de fratura em dentes com acesso conservador pode ser mais favorável à reabilitação (Özyürek et al., 2018).

Para avaliar se o design da cavidade de acesso influencia a resistência à fratura dos molares submetidos a tratamento endodôntico, Maske et al. (2020) realizaram um estudo em 50 terceiros molares inferiores humanos. Os dentes foram divididos em cinco grupos: grupo S (grupo controle) grupo ET (acesso convencional sem restauração), grupo NI (acesso minimamente invasivo sem restauração), grupo ETR (acesso tradicional com restauração) e grupo NIR (acesso minimamente invasivo com restauração). Após os tratamentos, os espécimes foram submetidos à termociclagem e, posteriormente, a testes de compressão para determinar a força máxima de fratura em newtons. O grupo controle (S) apresentou a maior média de resistência à fratura quando comparado aos demais grupos. Entre os grupos experimentais, o grupo NIR (acesso minimamente invasivo com restauração) obteve a maior resistência, seguido de ETR, NI e ET. Os autores concluíram que o design da cavidade de acesso, por si só, não influenciou significativamente a resistência à fratura da coroa dentária. Entretanto, a restauração com resina composta foi um fator que influenciou positivamente a resistência em ambos os tipos de acesso, reforçando a importância do procedimento restaurador na reabilitação de dentes após o tratamento endodôntico (Maske et al., 2020).

O preparo da amostra para o teste de fratura é também uma etapa crítica que pode afetar os resultados experimentais. Em alguns estudos, foram preparados diferentes tipos de cavidades oclusais antes do acesso à câmara pulpar, com objetivo de simular a condição clínica observado em dentes encaminhados para tratamento endodôntico. Num estudo *in vitro* conduzido por Abou-Elnaga et al. (2019), os autores investigaram a influência do desenho da cavidade de acesso do tipo truss e da técnica de restauração truss artificial (*artificial truss restoration, ATR*) sobre a resistência à fratura de primeiros molares mandibulares tratados endodonticamente com cavidades mesio-oclusais-distais (MOD). Os resultados demonstraram que o grupo da cavidade tipo truss apresentou a resistência à fratura mais elevada quando comparado com o grupo de cavidade tradicional (TradAC) e o grupo ATR, porém sem diferenças estatisticamente significativas. É importante destacar que não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre o grupo controle e o grupo truss, o que sugere que a manutenção da ponte de dentina no acesso

tipo truss poderá ajudar a conservar a integridade estrutural do dente, mesmo após a realização de uma cavidade MOD. Os autores destacam que a eficácia da cavidade tipo truss poderá estar relacionada com a preservação de dentina estratégica entre as cúspides, reduzindo a deflexão cuspidéa e, por conseguinte, o risco de fractura (Abou-Elnaga et al., 2019).

A grande maioria dos estudos encontrados foram realizados em ambiente laboratorial. Isto indica que ainda não há uma correspondência clara entre os resultados de estudos experimentais e a realidade clínica. Apesar das diversas metodologias disponíveis, muitas apresentam limitações quanto à sua fiabilidade, e a evidência clínica ainda é escassa. Um dos principais obstáculos encontrados nestes estudos é a falta de uniformidade na preparação das amostras. Diante destas limitações e dos resultados contraditórios encontrados na literatura, torna-se essencial desenvolver estudos ex vivo mais robustos, com controlo metodológico rigoroso e técnicas inovadoras, que permitam compreender melhor o papel do desenho da cavidade de acesso na resistência dos dentes à fractura.



## CONCLUSÃO

A escolha do design da cavidade de acesso influencia significativamente a preservação da estrutura dentária e o desempenho biomecânico do dente tratado endodonticamente. As abordagens conservadoras, como a ConsAC e a UltraAC, revelaram maior resistência à fratura em comparação com a cavidade tradicional, sobretudo em dentes com estrutura coronária comprometida.

Cavidades minimamente invasivas, como ConsAC e UltraAC, demonstraram melhor desempenho na resistência à fratura em comparação com TradAC, principalmente quando há pouca estrutura coronária remanescente.

O aumento na preservação estrutural pode resultar em desafios clínicos, como a maior dificuldade na localização dos canais e maior risco de falhas na instrumentação e obturação. Este cenário reforça a necessidade de recursos auxiliares como microscopia operatória e instrumentos ultrassônicos para garantir previsibilidade. A eficácia do tratamento endodôntico não depende apenas da forma da cavidade, mas também da técnica restauradora e dos recursos auxiliares utilizados para garantir a limpeza e selamento adequados.

Do ponto de vista clínico, a decisão sobre o tipo de cavidade deve ser individualizada, considerando-se a anatomia radicular, a quantidade de estrutura remanescente e os meios tecnológicos disponíveis. A eficácia do tratamento endodôntico não depende apenas da forma da cavidade, mas também da qualidade da técnica restauradora e da utilização de métodos auxiliares de desinfecção e obturação.

Embora os acessos conservadores apresentem vantagens evidentes no que diz respeito à integridade biomecânica, a sua aplicação clínica exige domínio técnico e avaliação criteriosa de cada caso. A escolha do design da cavidade de acesso deve, portanto, equilibrar segurança endodôntica, durabilidade restauradora e conservação biológica.

A literatura disponível mostra que, embora os acessos conservadores ofereçam vantagens biomecânicas, ainda são necessários mais estudos clínicos para validar sua superioridade a longo prazo.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abou-Elnaga, M.Y., Alkhawas, M.A.M., Kim, H.C. & Refai, A.S. (2019) Effect of truss access and artificial truss restoration on the fracture resistance of endodontically treated mandibular first molars. *Journal of Endodontics*, 45, 813-817.
- Al-Nuaimi, N., Ciapryna, S., Chia, M., Patel, S., & Mannocci, F. (2020). A prospective study on the effect of coronal tooth structure loss on the 4-year clinical survival of root canal retreated teeth and retrospective validation of the Dental Practicality Index. *International Endodontic Journal*, 53(8), 1040-1049.
- Alovisi M., Pasqualini D., Musso E., Bobbio E., Giuliano C., Mancino D., Scotti N. & Berutti E. (2018) Influence of contracted endodontic access on root canal geometry: An in vitro study. *Journal of Endodontics*, 44, 614-620. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.11.010>.
- Augusto, C.M., Barbosa, A.F.A., Guimaraes, C.C., Lima, C.O., Ferreira, C.M., Sassone, L.M. et al. (2020) A laboratory study of the impact of ultraconservative access cavities and minimal root canal tapers on the ability to shape canals in extracted mandibular molars and their fracture resistance. *International Endodontic Journal*, 53, 1516–1529.
- Barbosa A.F.A., Silva E.J.N.L., Coelho B.P., Ferreira C.M.A., Lima C.O. & Sassone L.M. (2020) 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*, 53(12), 1666–79.
- Baruwa AO, Martins JNR, Maravic T, Mazzitelli C, Mazzoni A, Ginjeira A. Effect of Endodontic Irrigating Solutions on Radicular Dentine Structure and Matrix Metalloproteinases-A Comprehensive Review. *Dent J (Basel)*. 2022 Nov 23;10(12):219. doi: 10.3390/dj10120219. PMID: 36547035; PMCID: PMC9776432.
- Bosaid, F., Aksel, H., Makowka, S., & Azim, A. A. (2020). Surface and structural changes in root dentine by various chelating solutions used in regenerative endodontics. *International endodontic journal*, 53(10), 1438–1445. <https://doi.org/10.1111/iej.13354>.
- Bóveda C, Kishen A. Contracted endodontic cavities: the foundation for less invasive alternatives in the management of apical periodontitis. *Endod Topics*. 2015;33(1):169–186. doi: 10.1111/etp.12088.
- C. O. Lima, A. F. A. Barbosa, C. M. Ferreira et al., “Influence of ultraconservative access cavities on instrumentation efficacy with XP-endo Shaper and Reciproc, filling ability and load capacity of mandibular molars subjected to thermomechanical cycling,” *International Endodontic Journal*, vol. 54, no. 8, pp. 1383–1393, 2021.
- Chlup Z, Žižka R, Kania J, Příbyl M. Fracture behaviour of teeth with conventional and mini-invasive access cavity designs. *J Eur Ceram Soc*. 2017;37(14):4423–4429. doi: 10.1016/j.jeurceramsoc.2017.03.025 [] [].
- Chugal, N.M., Lin, M.L. & Kahler, B. (2017) Introduction: endodontic prognosis and outcome. In: N.M. Chugal & M.L. Lin (Eds.) *Endodontic prognosis – clinical guide for optimal treatment outcome*. Cham, Switzerland: Springer International, pp. 1–12.

- Connert T, Weiger R, Krastl G. Present status and future directions - Guided endodontics. *Int Endod J.* 2022 Oct;55 Suppl 4(Suppl 4):995-1002. doi: 10.1111/iej.13687. Epub 2022 Feb 4. PMID: 35075661; PMCID: PMC9790195.
- Corsentino, G., Pedulla, E., Castelli, L., Liguori, M., Spicciarelli, V., Martignoni, M. et al. (2018) Influence of access cavity preparation and remaining tooth substance on fracture strength of endodontically treated teeth. *Journal of Endodontics*, 44, 1416–1421.
- Daniel A, Saleh AR, Al-Jadaa A, Kheder W. Impact of Access Cavity Design on Fracture Resistance of Endodontically Treated Maxillary First Premolar: In Vitro. *Braz Dent J.* 2024 Mar 22;35:e245676. doi: 10.1590/0103-6440202405676. PMID: 38537021; PMCID: PMC10976331.
- Das, Suroopa; Warhadpande, Manjusha M.; Redij, Saurabh A.1; Jibhkate, N. G.; Sabir, Husain2. Frequency of second mesiobuccal canal in permanent maxillary first molars using the operating microscope and selective dentin removal: A clinical study. *Contemporary Clinical Dentistry* 6(1):p 74-78, Jan–Mar 2015. | DOI: 10.4103/0976-237X.149296.
- De-Deus, G., Belladonna, F.G., Silva, E.J., Marins, J.R., Souza, E.M., Perez, R. et al. (2015a) Micro-CT evaluation of non-instrumented canal areas with different enlargements performed by NiTi systems. *Brazilian Dental Journal*, 26, 624–629.
- De-Deus, G., Belladonna, F.G., Silva, E.J., Marins, J.R., Souza, E.M., Perez, R. et al. (2015a) Micro-CT evaluation of non-instrumented canal areas with different enlargements performed by NiTi systems. *Brazilian Dental Journal*, 26, 624–629.
- Dimri, Dr. A., Srivastava, Dr. N., Rana, Dr. V., & Kaushik, Dr. N. (2021). Minimally invasive endodontics: A Review. *International Journal of Applied Dental Sciences*, 7(2), 33–35. <https://doi.org/10.22271/oral.2021.v7.i2a.1188>.
- Emam, A. M., Elgendy, A. A., & Fakhr, M. (2024). The Effect of The Ultraconservative Access Cavity on The Homogeneity of Root Canal Obturation. *Egyptian Dental Journal*, 70(3), 2985–2995.
- Gluskin, A.H., Peters, C.I. & Peters, O.A. (2014) Minimally invasive endodontics: challenging prevailing paradigms. *British Dental Journal*, 216, 347–353.
- Isufi A, Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Standardization of endodontic access cavities based on 3-dimensional quantitative analysis of dentin and enamel removed. *J Endod* 2020; 46(10):1495–500.
- Jiang Q, Huang Y, Tu X, Li Z, He Y, Yang X. Biomechanical properties of first maxillary molars with different endodontic cavities: a finite element analysis. *J Endod.* 2018;44(8):1283–1288.
- Krastl G, Zehnder MS, Connert T, et al. Guided endodontics: a novel treatment approach for teeth with pulp canal calcification and apical pathology. *Dent Traumatol* 2016;32:240–6.
- Krishan R, Paque F, Ossareh A, et al. Impacts of conservative endodontic cavity on root canal instrumentation efficacy and resistance to fracture assessed in incisors, premolars, and molars. *J Endod* 2014;40:1160–6.
- Kulkarni, S., Mustafa, M., Ghatole, K., AlQahtani, A. R., I Asiri, F. Y., Alghomlas, Z. I., Alothman, T. A., & Alhajri, F. F. (2021). Evaluation of 2% Chlorhexidine and 2%

Sodium Fluoride as Endodontic Irrigating Solutions on Root Dentine Microhardness: An In Vitro Study. *European journal of dentistry*, 15(2), 253–258. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1717053>.

- Lima C. O., Barbosa A. F. A., Ferreira C. M., et al. Influence of ultraconservative access cavities on instrumentation efficacy with XP-endo Shaper and Reciproc, filling ability and load capacity of mandibular molars subjected to thermomechanical cycling. *International Endodontic Journal* . 2021;54(8):1383–1393. doi: 10.1111/iej.13525.
- Lima, C.O., Barbosa, A.F.A., Ferreira, C.M., Ferretti, M.A., Aguiar, F.H.B., Lopes, R.T. et al. (2021) Influence of ultraconservative access cavities on instrumentation efficacy with XP-endo Shaper and Reciproc, filling ability and load capacity of mandibular molars subjected to thermomechanical cycling. *International Endodontic Journal*, 54, 1383–1393.
- Martins, J.N.R., Silva, E.J.N.L., Marques, D., Belladonna, F., Simoes-Carvalho, M., Vieira, V.T.L. et al. (2021) Design, metallurgical features, mechanical performance and canal preparation of six reciprocating instruments. *International Endodontic Journal*, 54, 1623–1637.
- Maske, A., Weschenfelder, V. M., Soares Grecca Vilella, F., Burnett Junior, L. H., & de Melo, T. A. F. (2021). Influence of access cavity design on fracture strength of endodontically treated lower molars. *Australian endodontic journal : the journal of the Australian Society of Endodontology Inc*, 47(1), 5–10. <https://doi.org/10.1111/aej.12446>.
- Moore B, Verdalis K, Kishen A, Dao T, Friedman S. Impacts of contracted endodontic cavities on instrumentation efficacy and biomechanical responses in maxillary molars. *J Endod*. 2016;42(12):1779–1783. doi: 10.1016/j.joen.2016.08.028 [] [] [].
- Moore B, Verdalis K, Kishen A, et al. Impacts of contracted endodontic cavities on instrumentation efficacy and biomechanical responses in maxillary molars. *J Endod* 2016;42:1779–83.
- MUKHERJEE, P.; PATEL, A.; CHANDAK, M.; KASHIKAR, R. Minimally Invasive Endodontics a Promising Future Concept: A Review Article. *International Journal of Scientific Study*; 5(1): 245-251; Apr 2017.
- Mustafa M, AlJeaidi Z, AlQahtani A, Abuelqomsan M, Alofi R, Alghomlas Z, Abdullah AlOthman T. Comparative Analysis of Fracture Strength of Remaining Tooth Structure after Endodontic Treatment with Various Access Cavity Preparation Techniques . *Open Dent J*, 2020; 14: .
- NATH, V. P. L.; SHETTY, S. V.; SHETTY, K. H. S.; D'ÇOSTA, V. F. Minimal Invasive Endodontics: The New Revolution. *International Journal of Dental Science and Innovative Research*; 3(1):199 – 206; Feb 2020.
- Nayak, A., Jain, P.K., Kankar, P.K. & Jain, N.(2018) Computer-aided design-based guided endodontic: a novel approach for root canal access cavity preparation. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 232, 787–795.
- Neelakantan P., Khan K., Hei Ng G. P., Yip C. Y., Zhang C., Pan Cheung G. S. Does the orifice-directed dentin conservation access design debride pulp chamber and mesial

- root canal systems of mandibular molars similar to a traditional access design? *Journal of Endodontics*. 2017;44(2):274–279. doi: 10.1016/j.joen.2017.10.010.
- Neelakantan, P., Khan, K., Hei Ng, G.P., Yip, C.Y., Zhang, C. & Pan Cheung, G.S. (2018) Does the orifice-directed dentin conservation access design debride pulp chamber and mesial root canal systems of mandibular molars similar to a traditional access design? *Journal of Endodontics*, 44, 274–279.
- Pedullà E, Maria La Rosa GR, Virgillito C, Rapisarda E, Kim HC, Generali L (2020) Cyclic fatigue resistance of nickel-titanium rotary instruments according to the angle of file access and radius of root canal. *J Endod* 46:431–436. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.11.015>.
- Pedullà, E., La Rosa, G.R.M., Virgillito, C., Rapisarda, E., Kim, H.C. & Generali, L. (2020) Cyclic fatigue resistance of nickel-titanium rotary instruments according to the angle of file access and radius of root canal. *Journal of Endodontics*, 46, 431–436.
- Pereira, R.D., Leoni, G.B., Silva-Sousa, Y.T., Gomes, E.A., Dias, T.R., Brito-Junior, M. et al. (2021) Impact of conservative endodontic cavities on root canal preparation and biomechanical behavior of upper premolars restored with different materials. *Journal of Endodontics*, 47, 989–999.
- Plotino G, Grande NM, Isufi A et al. (2017) Fracture strength of endodontically treated teeth with different access cavity designs. *Journal of Endodontics* 43, 995–1000.
- Reddy, N.G., Naga, S.G., Manoj Kumar, M.G.H., Srinivas, N.C., Mettu, S. & Animireddy, D. (2020) Influence of access cavity design on the fracture resistance and root canal filling efficacy in simulated young permanent molars using cone-beam computed tomography: an in vitro study. *Endodontology*, 32, 130–136.
- Rover, G., Belladonna, F. G., Bortoluzzi, E. A., De-Deus, G., Silva, E. J. N. L., & Teixeira, C. S. (2017). Influence of Access Cavity Design on Root Canal Detection, Instrumentation Efficacy, and Fracture Resistance Assessed in Maxillary Molars. *Journal of Endodontics*, 43(10), 1657–1662. doi:10.1016/j.joen.2017.05.006.
- Rover, G., de Lima, C.O., Belladonna, F.G., Garcia, L.F.R., Bortoluzzi, E.A., Silva, E. et al. (2020) 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*, 53, 1530–1539.
- Santosh, S. S., Ballal, S., & Natanasabapathy, V. (2021). Influence of Minimally Invasive Access Cavity Designs on the Fracture Resistance of Endodontically Treated Mandibular Molars Subjected to Thermocycling and Dynamic Loading. *Journal of Endodontics*, 47(9), 1496–1500. doi:10.1016/j.joen.2021.06.020.
- Saygili G, Uysal B, Omar B, Ertas ET, Ertas H (2018) Evaluation of relationship between endodontic access cavity types and secondary mesiobuccal canal detection. *BMC Oral Health* 18, 121–6.
- Silva, E. J. N. L., Attademo, R. S., da Silva, M. C. D., Pinto, K. P., Antunes, H. D. S., & Vieira, V. T. L. (2021). Does the type of endodontic access influence in the cyclic fatigue resistance of reciprocating instruments?. *Clinical oral investigations*, 25(6), 3691–3698. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03694-7>.

- Silva, E. J. N. L., De-Deus, G., Souza, E. M., Belladonna, F. G., Cavalcante, D. M., Simões-Carvalho, M., & Versiani, M. A. (2022). Present status and future directions - Minimal endodontic access cavities. *International endodontic journal*, 55 Suppl 3, 531–587. <https://doi.org/10.1111/iej.13696>.
- Silva, E.J.N.L., Pinto, K.P., Ferreira, C.M., Belladonna, F.G., De-Deus, G., Dummer, P.M.H. et al. (2020c) Current status on minimal access cavity preparations: a critical analysis and a proposal for a universal nomenclature. *International Endodontic Journal*, 53, 1618–1635.
- Siqueira, J.F. Jr, Perez, A.R., Marceliano-Alves, M.F., Provenzano, J.C., Silva, S.G., Pires, F.R. et al. (2018) What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. *International Endodontic Journal*, 51, 501–508.
- Spicciarelli, V., Marruganti, C., Marzocco, D., Martignoni, M., Ounsi, H. & Grandini, S. (2020) Influence of endodontic access cavity design on fracture strength of maxillary incisors and premolars and on fatigue resistance of reciprocating instruments. *Frontiers in Dental Medicine*, 1, 1–8.
- Vieira GCS, Perez AR, Alves FRF et al. (2020) Impact of contracted endodontic cavities on root canal disinfection and shaping. *Journal of Endodontics* 46, 655–61.
- Vieira, G.C.S., Perez, A.R., Alves, F.R.F., Provenzano, J.C., Mdala, I., Siqueira, J.F. Jr et al. (2020) Impact of contracted endodontic cavities on root canal disinfection and shaping. *Journal of Endodontics*, 46, 655–661.
- Xia, J., Wang, W., Li, Z., Lin, B., Zhang, Q., Jiang, Q. et al. (2020) Impacts of contracted endodontic cavities compared to traditional endodontic cavities in premolars. *BMC Oral Health*, 20, 250.
- Y. Fu, L. Zhang, Y. Gao, and D. Huang, “A comparison of volume of tissue removed and biomechanical analysis of different access cavity designs in 2-rooted mandibular first molars: a multisample 3-dimensional finite element analysis,” *Journal of Endodontics*, vol. 48, no. 3, pp. 362–369, 2022.
- Yuan K, Niu C, Xie Q, et al. 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* 2016;124:591–6.
- Zuolo, M.L., Zaia, A.A., Belladonna, F.G., Silva, E., Souza, E.M., Versiani, M.A. et al. (2018) Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. *International Endodontic Journal*, 51, 564–571.
- Özyürek, T., Ülker, Ö., Demiryürek, E. Ö., & Yılmaz, F. (2018). The Effects of Endodontic Access Cavity Preparation Design on the Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth: Traditional Versus Conservative Preparation. *Journal of endodontics*, 44(5), 800–805.