



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro Biomédico

Faculdade de Odontologia

Ana Flávia Almeida Barbosa

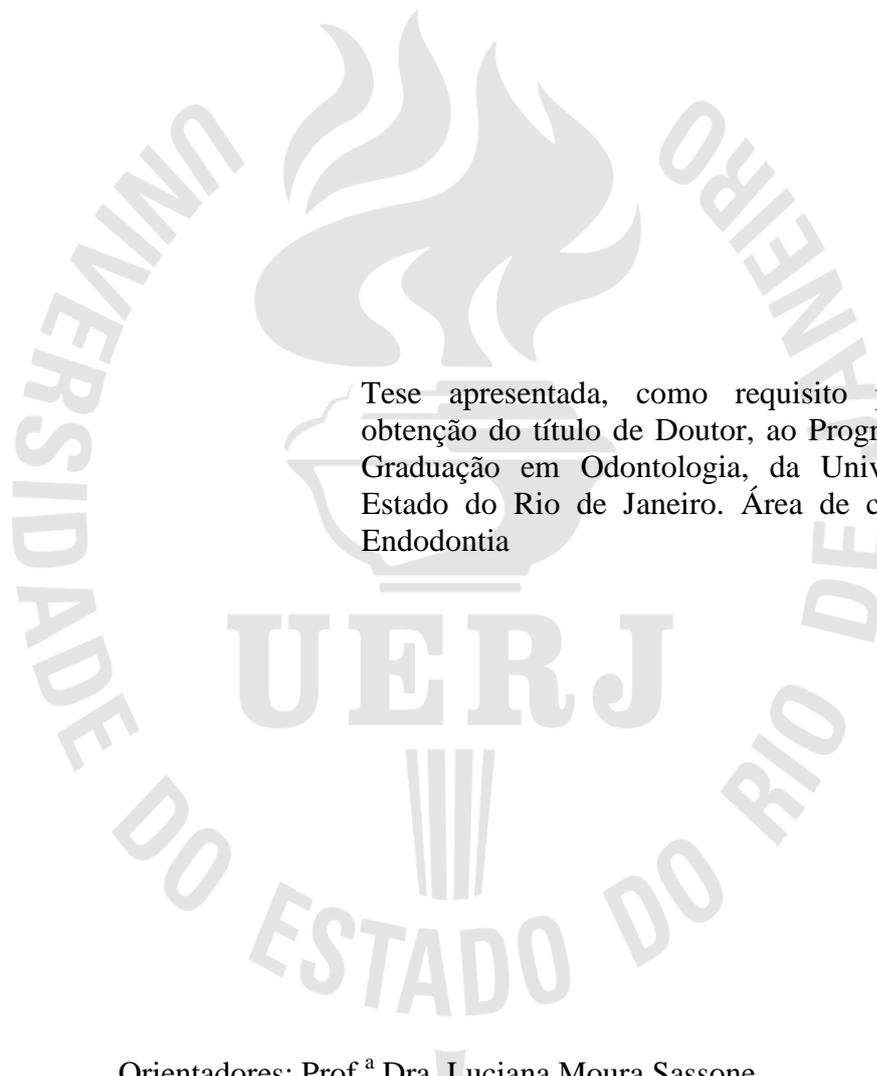
**Preparos endodônticos minimamente invasivos:
construção de bases científicas**

Rio de Janeiro

2022

Ana Flávia Almeida Barbosa

**Preparos endodônticos minimamente invasivos:
construção de bases científicas**



Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Endodontia

Orientadores: Prof.^a Dra. Luciana Moura Sassone

Prof. Dr. Emmanuel João Nogueira Leal da Silva

Rio de Janeiro

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB/B

B238 Barbosa, Ana Flávia Almeida.
Preparos endodônticos minimamente invasivos : construção de bases científicas / Ana Flávia Almeida Barbosa. – 2022.
95 f.

Orientadores: Luciana Moura Sassone, Emmanuel João Nogueira Leal da Silva

Tese (doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia.

1. Preparo de canal radicular - Métodos. 2. Preparo de canal radicular - Instrumentação. 3. Dente molar - Diagnóstico por imagem. 4. Microtomografia por Raio-X. I. Sassone, Luciana Moura. II. Silva, Emmanuel João Nogueira Leal da. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Odontologia. IV. Título.

CDU
616.314

Bibliotecária: Adriana Caamaño CRB7/5235

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Ana Flávia Almeida Barbosa

Preparos endodônticos minimamente invasivos: construção de bases científicas

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Endodontia.

Aprovada em 16 de maio de 2022.

Orientadores:

Prof.^a Dra. Luciana Moura Sassone
Faculdade de Odontologia – UERJ

Prof. Dr. Emmanuel João Nogueira Leal da Silva
Faculdade de Odontologia – UERJ

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Ana Paula Pires dos Santos
Faculdade de Odontologia - UERJ

Prof. Dr. Tauby de Souza Coutinho Filho
Faculdade de Odontologia - UERJ

Prof.^a Dra. Ana Carolina de Carvalho Maciel
Universidade Federal Fluminense

Prof.^a Dra. Carolina Oliveira de Lima
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof.^a Dra. Justine Monteiro Monnerat Tinoco
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2022

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, aos meus irmãos e ao Murilo, por todo o amor e apoio de sempre.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as graças concedidas, por sempre me guiar, dar forças e proteção para seguir em frente com os meus objetivos. Agradeço a Ele pelas pessoas que colocou em meu caminho.

À minha família, sem a qual nada disso seria possível. Obrigada por estarem comigo em todos os momentos. À minha mãe Rosalva e ao meu pai José Alberto por sempre me ouvirem, inspirarem e terem palavras de conforto. Por todo carinho, incentivo e por sempre acreditarem que eu sou capaz. Vocês me ensinaram a importância de correr atrás dos meus objetivos e é isso que eu venho fazendo por todos esses anos. Todo meu amor a vocês, meus pais.

Aos meus irmãos Luiz Guilherme e José Alberto, pela parceria de sempre, pelos risos e amor. Vocês nunca me deixam desanimar e sempre têm certeza que meus desesperos são exagero e que tudo vai dar certo! Pensa em dois caras que sempre acreditam em mim! Gratidão eterna pela nossa parceria! Mas claro, além da cumplicidade de uma vida, nesses dois anos de doutorado, preciso agradecer pelas inúmeras viagens ao Rio e por sempre cuidarem dos meus cachorros. Amo vocês!

Ao meu noivo Murilo, que eu nunca conseguirei agradecer o suficiente por tudo. A pessoa que mais me entende no mundo e que consegue sempre falar a coisa certa na hora certa! Obrigada por entender minhas ausências, por estar comigo nos momentos de maior ansiedade e necessidade, por sempre cuidar de mim e por ser o melhor parceiro de vida que eu poderia desejar! Sou eternamente grata por ter você! Te amo muito! Aos meus sogros amados Mauro e Mirna, ao meu “cunha” querido Mateus e às maravilhosas Dona Helena e Meire, vocês são uma segunda família para mim, obrigada por sempre fazerem de tudo para me ver feliz. Amo vocês!

À Vera, minha segunda mãe, por todo o amor e carinho de uma vida! Suas ligações e mensagens me fazem tão bem que você nem imagina! Obrigada por entender as minhas ausências, espero que agora a gente consiga se encontrar com mais frequência! Te amo!

À minha querida orientadora Luciana Sassone, que muito mais que uma orientadora foi uma amiga! Você viu uma capacidade em mim, lá no começo, que nem eu sabia que tinha. E por isso e tantas outras coisas, nunca vou conseguir agradecer o suficiente. Obrigada por todas as oportunidades, apoio e por tudo que você me ensinou. Minha admiração por você é enorme e espero um dia ser para os meus alunos o que você foi e ainda é pra mim. O seu amor pela UERJ, sua dedicação e empenho em fazer daqui sempre um lugar de excelência,

me fizeram querer ser uma aluna/professora melhor. Espero que eu tenha correspondido às suas expectativas na pós graduação e que continuemos sempre juntas na vida acadêmica.

Ao meu querido orientador Emmanuel Silva, por ser um exemplo de dedicação e competência. Obrigada por todas as oportunidades durante a minha caminhada e por sempre me incentivar! Desde que eu entrei no mestrado fiquei tão impressionada com tudo que você havia feito e conquistado, que me fez querer ser parecida com você! Missão quase impossível, né? Rsr, mas saiba que dei o meu melhor! Ter a sua confiança e respeito fez com que eu me esforçasse cada vez mais para fazer jus à esse reconhecimento! Você não imagina a gratidão que tenho por tudo! Trabalhar com você é um privilégio!

Aos meus amigos Carla Augusto, Karem Pinto, Miguel Cunha e Milena Tomás, que me acompanham desde o mestrado, e ao amigo Estéfano Sarmiento que conheci no doutorado, agradeço o companheirismo, troca de conhecimento, suporte e descontração em tantos momentos de pressão. As conversas e risadas que compartilhamos tornaram esta caminhada muito mais feliz! Agradeço por serem sempre disponíveis, queridos e atenciosos comigo. Sou muito grata e feliz por ter a amizade de vocês!

À Bárbara Coelho, agradeço por tudo! Você foi a pessoa que me ajudou em todos os momentos da minha jornada mestrado/doutorado. Qualquer dilema, seja com material ou experimento, você se desdobrava para arranjar uma solução! Obrigada pela amizade, risadas, por todo carinho, disponibilidade e atenção que me dispensou! Ter você comigo na UERJ foi um presente!

Ao amigo Cláudio Malízia por compartilhar trabalhos e desesperos da vida acadêmica! Obrigada por sempre estar disposto a ajudar, pelas risadas e apoio. Nossa parceria mais intensa nos últimos meses me fez ter certeza da pessoa incrível que você é!! Saiba que você sempre poderá contar comigo!

À Carolina Lima, minha duplinha de doutorado! Obrigada pela parceria em tantos trabalhos, pelas incontáveis horas de experimento na UERJ, reuniões no meet e conversas no wpp! Espero que esse seja só o início de tudo. Obrigada pela amizade, pelos desabafos, trocas de experiência e por sempre me ensinar tanto! Ter você comigo na UERJ fez a minha jornada ser mais leve e especial! Obrigada por tudo! Nossa parceria será eterna!

À minha querida amiga Maise Oliveira, obrigada pela parceria e por se fazer presente mesmo com toda distância que agora nos separa. Nossa amizade foi um presente que eu ganhei logo que me mudei para o Rio e vai ser sempre assim, desabafos, risadas e uma sempre torcendo pela vitória da outra! Te amo!

À amiga Adriana Marquesine e ao amigo Felipe Martins, que sempre estiveram

comigo, mesmo que de longe, apoiando e incentivando, vocês são demais! Não vejo a hora de ter um tempinho pra gente encontrar e rir bastante! Não imaginei que faria amigos tão especiais na especialização e que os levaria pra vida toda! Amo vocês!

Agradeço aos membros da banca examinadora, ao avaliador prévio e aos suplentes pelo aceite em participar desse momento comigo! Ter na minha defesa dois professores experientes, competentes e queridos, e esse time de mulheres fortes, gabaritadas, dedicadas e inspiradoras, é muito especial! Agradeço imensamente a banca pelas contribuições, ensinamentos, esclarecimentos e críticas, que com certeza irão enobrecer este trabalho. Obrigada pela disponibilidade em contribuir.

A todos os professores da disciplina de Endodontia, Georgiana Amaral, Gustavo Ribeiro, Marco Berredo, Renato Krebs e Tauby Coutinho por serem sempre tão queridos e solícitos comigo!

Aos professores das demais áreas com quem tive contato, obrigada por sempre nos impulsionarem! Em especial as professoras Ana Paula Pires e Tatiana Fidalgo, pela parceria, incentivo e por terem me ensinado tanto! Vocês duas são inspirações pra mim!

A todos os pesquisadores que tive o prazer de dividir a autoria de artigos ao longo desses anos, obrigada pela troca de conhecimento. Estou sempre aprendendo com vocês!

Aos funcionários da direção, da clínica, portaria, esterilização, elevadores e da faxina, obrigada por serem sempre atenciosos e solícitos comigo! Chegar na faculdade e me deparar com tanto carinho, simpatia e disponibilidade em ajudar me faz entender também o porque me sinto tão em casa na UERJ! Trabalhar em um ambiente com pessoas tão agradáveis, faz toda diferença no dia a dia!

Agradeço à Annelise, Denise e Pablo, da secretaria da pós-graduação pela simpatia de sempre, disposição em ajudar e pelas inúmeras vezes que me salvaram! Um beijo especial na Denise, a pessoa mais querida, eficiente e que aguenta as inúmeras vezes que chego pedindo um favorzinho rsrs. Obrigada por quebrar todos os galhos possíveis!

Agradeço aos alunos que tive a oportunidade de conviver, ensinar e, é claro, aprender durante esses anos! Meu objetivo é contribuir da melhor forma possível com a formação de vocês.

À UFRJ e à UNIGRANRIO por terem disponibilizado suas instalações e equipamentos que permitiram o desenvolvimento deste trabalho. Aproveito para agradecer o tempo em que fui professora substituta na UFRJ, foi um período de muito aprendizado e fico feliz por todos os amigos que conquistei por lá durante minha jornada! Em especial aos amigos professores Adilia Bruno, Amara Santos, Ane Poly, Gisele Damiana, Justine

Monnerat, Marcela Magno, Patricia Holanda, Rafael Molon e Raquel Castelo.

À Universidade do Estado do Rio de Janeiro, por oferecer oportunidades como esta para o desenvolvimento da pesquisa científica, por seu compromisso com a excelência acadêmica e inovação nas mais variadas áreas de conhecimento.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Por fim, agradeço à todos os amigos e familiares que sempre estiveram ao meu lado nessa jornada.

RESUMO

BARBOSA, Ana Flávia Almeida. **Preparos endodônticos minimamente invasivos:** construção de bases científicas. 2022. 95 f. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

O conceito de Endodontia Minimamente Invasiva é amplo, e envolve não só a realização de acessos, mas também o uso de instrumentos com conicidades reduzidas ou geometrias inovadoras. Buscando avaliar se as estratégias minimamente invasivas adotadas apresentam vantagens frente aos tratamentos tradicionais, a presente tese foi dividida em três estudos. O **estudo 1** avaliou a preservação da dentina perirradicular e o alargamento da porção apical dos canais de molares inferiores com instrumentos TruNatomy e ProTaper Gold. Para isso, vinte molares inferiores foram microtomografados, pareados e distribuídos em 2 grupos. No grupo ProTaper Gold, os canais mesial e distal foram preparados até os instrumentos F2 e F3, respectivamente, enquanto no grupo TruNatomy, os canais mesial e distal foram ampliados até os instrumentos prime e medium, respectivamente. Após um novo escaneamento, os parâmetros de instrumentação foram calculados. Os dados foram analisados pelos testes de Mann-Whitney, T Student e escalonamento multidimensional não-métrico. Não foram encontradas diferenças entre os grupos em relação à área não preparada e redução de espessura de dentina. O grupo ProTaper Gold removeu mais dentina que o TruNatomy no terço coronal das raízes mesiais. O **estudo 2** avaliou a formação de microtrincas dentinárias em molares inferiores acessados de forma ultraconservadora (UltraAC), instrumentados com Reciproc e XP-Endo Shaper. Quarenta molares inferiores foram microtomografados, pareados e distribuídos em 4 grupos de acordo com o tipo de cavidade de acesso e protocolo do sistema de instrumentação: tradicional/Reciproc; tradicional/XP-endo Shaper; UltraAC/Reciproc e UltraAC/XP-endo Shaper. Após os preparos dos canais, os dentes foram escaneados novamente e as imagens transversais das raízes mesiais e distais, do nível da furca ao ápice foram avaliadas com o objetivo de identificar a presença de microtrincas dentinárias. Em todos os grupos, as microtrincas verificadas nas imagens pós-operatórias já estavam presentes no exame pré-operatório. O **estudo 3** avaliou a influência de instrumentos com o mesmo diâmetro de ponta e diferentes conicidades no percentual de área não preparada e volume de dentina removida após o preparo dos canais mesiovestibular e distovestibular de molares superiores com ou sem o canal mesiovestibular 2 (MV2). Vinte e dois molares superiores foram selecionados, microtomografados, pareados e classificados em dois grupos, de acordo com a anatomia das raízes: dentes com MV2 e dentes sem MV2. Após o acesso, os canais radiculares foram preparados com instrumentos 25/.01, 25/.03, 25/.05, 25/.06 e 25/.08v. Os dentes foram submetidos a novos escaneamentos por micro-CT após preparo com cada instrumento descrito anteriormente. Os dados foram analisados usando o Modelo linear generalizado misto e aproximação de Kenward-Roger para testes Wald F. Em dentes com e sem canais MV2, a porcentagem de área não preparada apresentou uma diminuição significativa ao longo do tratamento após cada instrumento utilizado e a porcentagem de dentina removida apresentou um aumento significativo ao longo do tratamento. Com base nos estudos, concluiu-se que as estratégias minimamente invasivas adotadas não apresentaram vantagens frente aos tratamentos tradicionais.

Palavras-chave: Cavidade de acesso ultraconservadora. Conicidade. Microtomografia de Raios-X. Microtrincas dentinárias. Preparo do canal radicular.

ABSTRACT

BARBOSA, Ana Flávia Almeida. Minimally invasive endodontic preparations: the construction of scientific bases. 2022. 95 f. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

The concept of Minimally Invasive Endodontics is broad, and involves not only the realization of accesses, but also the use of instruments with reduced tapers or innovative geometries. Seeking to assess whether the minimally invasive strategies adopted have advantages over traditional treatments, this thesis was divided into three studies. Study 1 evaluated the preservation of periradicular dentin and enlargement of the apical portion of the mandibular molar canals prepared with TruNatomy and ProTaper Gold instruments. For this, twenty lower molars were microtomography, paired and divided into 2 groups. In the ProTaper Gold group, the mesial and distal canals were prepared up to the F2 and F3 instruments, respectively, while in the TruNatomy group, the mesial and distal canals were prepared up to the prime and medium instruments, respectively. After a new scan, the instrumentation parameters were calculated. Data were analyzed by Mann-Whitney, T Student and non-metric multidimensional scaling tests. No differences were found between groups regarding unprepared area and dentin thickness reduction. The ProTaper Gold group removed more dentin than TruNatomy in the coronal third of the mesial roots. Study 2 evaluated the formation of dentinal microcracks in mandibular molars accessed by ultraconservative cavities (UltraAC), instrumented with Reciproc and XP-Endo Shaper. Forty lower molars were microtomography, paired and divided into 4 groups according to the type of access cavity and instrumentation system protocol: traditional/Reciproc; traditional/XP-endo Shaper; UltraAC/Reciproc and UltraAC/XP-endo Shaper. After the root canal preparations, the teeth were scanned again and the transverse images of the mesial and distal roots, from the furcation level to the apex, were evaluated in order to identify the presence of dentinal microcracks. In all groups, the microcracks seen in the postoperative images were already present in the preoperative examination. Study 3 evaluated the influence of instruments with the same tip diameter and different tapers on the percentage of unprepared area and volume of dentin removed after preparation of the mesiobuccal and distobuccal canals of maxillary molars with or without the mesiobuccal canal 2 (MV2). Twenty-two maxillary molars were selected, microtomography, paired and classified into two groups, according to root anatomy: teeth with MV2 and teeth without MV2. After access, the root canals were prepared with instruments 25/.01, 25/.03, 25/.05, 25/.06 and 25/.08v. The teeth were rescanned by micro-CT after preparation with each instrument described above. Data were analyzed using the Generalized Linear Mixed Model and Kenward-Roger approximation for Wald F tests. In teeth with and without MV2 canals, the percentage of unprepared area showed a significant decrease throughout the treatment after each instrument used and the percentage of removed dentin showed a significant increase during treatment. Based on the studies, it was concluded that the minimally invasive strategies adopted did not present advantages over traditional treatments.

Keywords: Ultraconservative Access Cavity. Taper. X-Ray Microtomography. Dentinal microcracks. Root Canal Preparation.

SUMÁRIO

	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
1	PROPOSIÇÃO	15
2	DESENVOLVIMENTO	16
2.1	The impact of TruNatomy and ProTaper Gold instruments on the preservation of the periradicular dentin and on the enlargement of the apical canal of mandibular molars (Artigo Científico)	16
2.2	Impact of minimally invasive endodontics procedures on the development of dentinal microcracks (Manuscrito)	36
2.3	Effects of increased taper instruments on unprepared areas and dentine removal of vestibular root canals in maxillary molars: a longitudinal micro-computed tomography study (Manuscrito)	51
	CONCLUSÃO	66
	REFERÊNCIAS	67
	APÊNDICE – Resumo do artigo científico intitulado “The impact of TruNatomy and ProTaper Gold instruments on the preservation of the periradicular dentin and on the enlargement of the apical canal of mandibular molars” publicado no periódico Journal of Endodontics.....	75
	ANEXO A – Aprovação do Comitê de ética em pesquisa 1.....	76
	ANEXO B – Política de compartilhamento Journal of Endodontics.....	79
	ANEXO C – Autorização dos Coautores artigo 1.....	80
	ANEXO D – Aprovação do Comitê de ética em pesquisa 2.....	81
	ANEXO E – Autorização dos Coautores artigo 2.....	86
	ANEXO F – Carta de aceite artigo 2.....	87
	ANEXO G – Aprovação do Comitê de ética em pesquisa 3.....	88
	ANEXO H – Autorização dos Coautores artigo 3.....	95

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A realização de uma Odontologia Minimamente Invasiva (OMI) busca preencher a lacuna entre a prevenção e a intervenção odontológica. Essa ideia surgiu da necessidade de preservar o tecido original, já que o material utilizado na substituição do tecido dentário apresenta menor valor biológico que o tecido saudável (ERICSON, 2004). Isso implica na prevenção da ocorrência de doenças, na interceptação do seu progresso, mas também na remoção ou substituição mínima de tecido (ERICSON, 2004).

Este conceito inclui o uso de todas as informações e técnicas disponíveis, desde o diagnóstico preciso de cárie, reforçando a necessidade de cooperação do paciente e a detecção precoce da doença antes da cavitação da lesão (ERICSON, 2003; 2007). No entanto, a OMI não se limita apenas a uma área na Odontologia. A ideia de Endodontia Minimamente Invasiva (EMI) vem gradualmente ganhando mais atenção na prática clínica (CLARK; KHADEMI, 2010a).

A remoção de dentina é inerente aos procedimentos de tratamento endodôntico e pode ser realizada pelo dentista (durante a realização da cavidade de acesso e preparo do canal radicular) ou ser resultado da presença de cáries ou lesões traumáticas. Mudanças nas respostas biomecânicas de um dente como consequência da perda de dentina, alteram os padrões de tensão radicular com maior distribuição de tensão na direção apical (CURREY, 1999). Essa redução na resistência à flexão da raiz pode então contribuir para formação de trincas (completas ou incompletas), levando a fraturas verticais da raiz (CURREY, 1999; KINNEY et al., 2003; TOURÉ et al., 2011; MISSAU et al., 2017). Para minimizar a perda de estrutura dentária, um novo modelo de acesso foi proposto para ajudar a superar as limitações do acesso endodôntico tradicional (TradAC) (CLARK; KHADEMI 2010a).

O TradAC preconiza a remoção de cáries e restaurações, preservando a estrutura dentária sadia. Nesse tipo de acesso a forma da cavidade é definida pela morfologia da câmara pulpar do dente a ser tratado e o teto da câmara pulpar é completamente removido, a fim de eliminar restos de tecido pulpar que possam servir como substrato para microrganismos (SIQUEIRA; RÔÇAS 2008; NEELAKANTAN et al., 2018; SILVA et al., 2020a) . Além disso, a remoção de interferências coronárias facilita a detecção da entrada dos canais radiculares (SAYGILI et al., 2018) e permite o acesso direto ao forame apical ou à curvatura inicial do canal, reduzindo os riscos de iatrogenias tais como o desvio da anatomia original do canal durante a instrumentação e fratura de instrumentos endodônticos (ALOVISI et al., 2018;

ROVER et al., 2017; SILVA et al., 2020b). Contudo, segundo alguns autores, o TradAC remove grande quantidade de estrutura dentinária, podendo assim, fragilizar o elemento dental e, supostamente, reduzir sua capacidade máxima de carga para a fratura (CLARK; KHADEMI, 2010 a,b; KRISHAN et al., 2014; TANG; WU; SMALES, 2010).

O Acesso Endodôntico Minimamente Invasivo (AEMI) visa melhorar o prognóstico do tratamento endodôntico tradicional por meio da realização de cavidades de acesso precisas, protegendo estruturas importantes para função mastigatória, como o cingulo, a crista oblíqua e o teto da câmara pulpar (JIANG, 2016). Essa nova abordagem teve início em 2010 (CLARK; KHADEMI, 2010 ab), e enfatiza a preservação de dentina pericervical, sugerindo que a remoção completa do teto da câmara pulpar não seria necessária (CLARK & KHADEMI, 2010ab). Essa dentina pericervical, definida como a área 4 mm acima e abaixo da crista óssea, é responsável pela transmissão das forças oclusais para a raiz. Segundo estudos anteriores, a maneira mais segura de não danificar essa dentina seria preservar parte do teto (0,5 a 3mm) ao redor de toda câmara pulpar, o que diminuiria a flexão das cúspides e, conseqüentemente, o índice de fratura do dente (CLARK; KHADEMI, 2010a, b).

Essa nova abordagem despertou o interesse de clínicos e pesquisadores, e rapidamente diferentes tipos de acessos endodônticos foram sugeridos, sempre buscando reduzir cada vez mais a perda de estrutura dentária. No acesso endodôntico conservador (ConsAC), os dentes são acessados na fossa central e estendidos apenas conforme o necessário para identificar os orifícios do canal, preservando a dentina e parte do teto da câmara pulpar (BARBOSA et al., 2020). Outra abordagem do AEMI é o acesso “ninja”, descrito como um acesso ultraconservador (UltraAC) em direção à fossa central no plano oclusal. Assim, a localização da entrada dos canais radiculares só é possível a partir de diferentes angulações do instrumento (PLOTINO et al., 2017).

Os AEMIs requerem ajuda de ampliação óptica (microscópio operatório), instrumentos modernos e conhecimento aprofundado da anatomia dental e do canal radicular. No entanto, ainda há controvérsias sobre o seu impacto nas taxas de sucesso do tratamento. Apesar dos estudos serem baseados na premissa de que o AEMI permitiria a preservação da resistência à fratura dos dentes tratados endodonticamente, a maioria dos estudos anteriores não demonstrou diferenças entre os AEMIs e o TradAC (CHLUP et al., 2017; MOORE et al., 2016; NEELAKANTAN et al., 2018; ROVER et al., 2017; SABETI et al., 2018; SILVA et al., 2020a; ÖZYÜREK et al., 2018). Os resultados semelhantes entre os tipos de acesso podem ser explicados pelo fato de o acesso endodôntico ser responsável por uma mínima redução da rigidez dentária relativa (5%), quando comparado ao preparo de cavidades

oclusais (20%) ou mesio-ocluso-distais (63%), e pelo fato de uma reabilitação coronária adequada ser capaz de restabelecer a resistência em até 72% em relação aos dentes hígidos (MOORE *et al.* 2016; HAMOUDA; SHEHATA, 2011). Além disso, tornar o acesso muito pequeno pode comprometer outros estágios do tratamento endodôntico, como a detecção do canal radicular (ROVER *et al.*, 2017; SAYGILI *et al.*, 2018), a limpeza e modelagem adequada (KRISHAN *et al.*, 2014; NEELAKANTAN *et al.*, 2018), a obturação e a limpeza da câmara pulpar após a obturação (BARBOSA *et al.* 2020; SILVA *et al.*, 2020a), o que pode provocar alterações da coloração da coroa do dente impactando diretamente na estética dental (MARCHESAN *et al.*, 2018). Essas novas cavidades de acesso também podem aumentar a prevalência de complicações iatrogênicas, como transporte de canais, perfuração e/ou fratura de instrumentos (ALOVISI *et al.*, 2018; EATON *et al.*, 2015; ROVER *et al.*, 2017).

O conceito de EMI não deve se limitar a apenas uma etapa do tratamento endodôntico, como a cavidade de acesso, é importante que a abordagem da EMI seja testada durante todo o tratamento endodôntico, inclusive durante a instrumentação do Sistema de Canais Radiculares (SCR). Os principais objetivos da instrumentação mecânica em Endodontia não se restringem apenas à remoção de tecidos vitais e necróticos do espaço do SCR, mas também na criação de espaço intracanal de tamanho suficiente para promover uma irrigação intracanal eficiente e uma obturação hermética (ENDAL *et al.*, 2011; SJÖGREN *et al.*, 1990). Embora a infecção intracanal seja controlada principalmente por irrigação, a própria instrumentação mecânica também pode reduzir significativamente a contagem bacteriana. Embora uma redução significativa da carga bacteriana tenha sido observada após o preparo mecânico, os resultados foram claramente insuficientes para reduzir a carga bacteriana a um nível desejado. Portanto, a combinação de instrumentação mecânica com irrigação do canal radicular parece ser o método mais confiável para garantir uma desinfecção eficaz do canal radicular (BYSTRÖM; SUNDQVIST 1981; ORSTAVIK *et al.*, 1991).

O preparo mecânico do canal é invasivo por natureza e a remoção de diferentes graus de dentina pode ocorrer a medida que técnicas e sistemas de instrumentação são usados, o que pode alterar a resposta biomecânica dos dentes (KISHEN, 2006). Por isso o uso de instrumentos com conicidade menor durante o preparo do canal radicular tem sido proposto para preservar mais dentina e diminuir o estresse, principalmente no terço coronal dos dentes submetidos ao tratamento endodôntico (PLOTINO *et al.*, 2019, LIMA *et al.*, 2021). No entanto, uma preocupação importante ao usar instrumentos com conicidades menores é a sua capacidade de limpar e modelar os canais radiculares (PARASKEVOPOULOU; KHABBAZ, 2016; PLOTINO *et al.*, 2019; RODRIGUES *et al.*, 2017).

Novos instrumentos com diferentes tratamentos termomecânicos, desenhos geométricos e conicidades reduzidas estão sendo constantemente desenvolvidos com o objetivo de atingir melhor performance com relação ao preparo e remoção mínima de dentina (LIMA et al., 2021). A utilização de instrumentos com menor conicidade ou diâmetro apical reduzido durante o preparo do canal pode influenciar na quantidade total de tecido dentário removido (PAQUÉ et al., 2009; PÉREZ et al., 2018; ZOGHEIB et al., 2018). No entanto, existem controvérsias na literatura. Enquanto alguns estudos mostram que conicidades reduzidas não afetam o preparo do canal radicular (VAN DER SLUIS et al., 2005; ARVANITI; KHABBAZ 2011; ZAREI et al., 2016; PLOTINO et al. 2019), outros mostram que pode afetar, inclusive a desinfecção desses canais (PARASKEVOPOULOU; KHABBAZ 2016, NAVABI et al., 2018). Assim, o preparo com instrumentos de pequeno diâmetro apical e conicidade podem estar associados à eliminação restrita de bactérias patogênicas, dentina infectada e remanescentes pulpares, aumentando os riscos de doença pós-tratamento (DE-DEUS et al., 2015, PARASKEVOPOULOU; KHABBAZ 2016; RODRIGUES et al., 2017, JARA et al., 2018; NAVABI et al., 2018). Dessa forma, é importante que a abordagem da EMI seja testada durante todo o tratamento endodôntico e que suas repercussões na estrutura dentinária sejam avaliadas.

REFERÊNCIAS

- AHMED, H. M. A. et al. A new system for classifying root and root canal morphology. *Int Endod J.*, v. 50, p. 761-770, 2017.
- ALOVISI, M. et al. Influence of Contracted Endodontic Access on Root Canal Geometry: An In Vitro Study. *J Endod.*, v. 44, n. 4, p. 614-620, Apr. 2018.
- AKSOY, Ç. et al. Evaluation of XP-endo Shaper, Reciproc Blue, and ProTaper Universal NiTi systems on dentinal microcrack formation using micro-computed tomography. *J Endod.*, v. 45, p. 338-342, 2019.
- ALKAHTANY, S. M.; AL-MADI, E. M. Dentinal microcrack formation after root canal instrumentation by XP-Endo Shaper and ProTaper Universal: a microcomputed tomography evaluation. *Int J Dent.*, p. 4030194, 2020.
- ARASHIRO, F. N. et al. Dentinal microcracks on freshly extracted teeth: the impact of the extraction technique. *Int Endod J.*, v. 53, p. 440-446, 2020.
- ARIAS, A.; SINGH, R.; PETERS, O. A. Torque and force induced by ProTaper universal and ProTaper next during shaping of large and small root canals in extracted teeth. *J Endod.*, v. 40, p. 973-976, 2014.
- ARIAS A. et al. Comparison of 2 canal preparation techniques in the induction of microcracks: a pilot study with cadaver mandibles. *J Endod.*, v. 40, p. 982-985, 2014.
- ARVANITI, I. S.; KHABBAZ, M. G. Influence of root canal taper on its cleanliness: a scanning electron microscopic study. *J Endod.*, v. 37, n. 6, p. 871-874, Jun. 2011.
- AUGUSTO, C. M. et al. 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. *Int Endod J.*, v. 53, n. 11, p. 1516-1529, Nov. 2020.
- BARBOSA, A. F. A. et al. The influence of endodontic access cavity design on the efficacy of canal instrumentation, microbial reduction, root canal filling and fracture resistance in mandibular molars. *Int Endod J.*, v. 53, n. 12, p. 1666-1679, Dec. 2020.
- BAYRAM, H. M. et al. Effect of ProTaper Gold, Self-Adjusting File, and XP-endo Shaper instruments on dentinal microcrack formation: a micro-computed tomographic study. *J Endod.*, v. 43, p. 1166-1169, 2017.
- BELLADONNA, F. G. et al. Is canal overinstrumentation able to produce apical root dentinal microcracks in extracted teeth? *Int Endod J.*, v. 54, p. 1647-1652, 2021.
- BIER, C. A. et al. The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. *J Endod.*, v. 35, p. 236-38, 2009.
- BÓVEDA, C.; KISHEN, A. Contracted endodontic cavities: the foundation for less invasive alternatives in the management of apical periodontitis. *Endod Topics.*, v. 3, p. 169-186, 2015.

BRASIL, S. C. et al. Canal Transportation, Unprepared Areas, and Dentin Removal after Preparation with BT-RaCe and ProTaper Next Systems. *J Endod.*, v. 43, p. 1683-1687, 2017.

BÜRKLEIN, S.; TSOTSIS, P.; SCHÄFER, E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. *J Endod.*, v. 39, p. 501–504, 2013.

BÜRKLEIN, S.; SCHÄFER, E. Minimally invasive endodontics. *Quintessence Int.*, v. 46, p. 119-124, 2015.

BÜRKLEIN, S.; JÄGER, P. G.; SCHÄFER, E. Apical transportation and canal straightening with different continuously tapered rotary file systems in severely curved root canals: F6 SkyTaper and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J.*, v. 50, p. 983-990, 2017.

BYSTRÖM, A.; SUNDQVIST, G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res.*, v. 89, p. 321-328, 1981.

CARVALHO, K. K. T. et al. Impact of several NiTi-thermally treated instrumentation systems on biomechanical preparation of curved root canals in extracted mandibular molars. *Int Endod J.*, v. 55, p. 124-136, 2022.

CHLUP, Z. et al. Fracture behaviour of teeth with conventional and mini-invasive access cavity designs. *J Eur Ceram Soc.*, v. 37, p. 4423-4429, Nov. 2017.

CLARK, D.; KHADEMI, J. Modern molar endodontic access and directed dentin conservation. *Dent Clin North Am.*, v. 54, n. 2, p. 249-273, Apr. 2010a.

CLARK, D.; KHADEMI, J. Case studies in modern molar endodontic access and directed dentin conservation. *Dent Clin North Am.*, v. 54, n. 2, p. 275-289, Apr. 2010b.

CLARK, D.; KHADEMI, J.; HERBRANSON, E. Fracture resistant endodontic and restorative preparations. *Dent Today.*, v. 32, n. 2, p. 118, 120-113, Feb. 2013.

CORSENTINO, G. et al. Influence of access cavity preparation and remaining tooth substance on fracture strength of endodontically treated teeth. *J Endod.*, v. 44, p. 1416–1421, 2018.

CURREY, JD. The design of mineralized hard tissues for their mechanical functions. *J Exp Biol.*, n. 202p. 3285–3294, 1999.

DE-DEUS, G.; REIS, C.; PACIORNIK, S. Critical appraisal of published smear layer-removal studies: methodological issues. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Rad Endod.*, v. 112, p. 531–43, 2011.

DE-DEUS, G. et al. Lack of causal relationship between dentinal microcracks and root canal preparation with reciprocation systems. *J Endod.*, v. 40, p. 1447–1450, 2014.

DE-DEUS, G. et al. Micro-CT evaluation of non-instrumented canal areas with different enlargements performed by NiTi systems. *Braz Dent J.*, v. 26, n. 6, p. 624-629, Nov-Dec. 2015.

DE-DEUS, G. et al. Micro-computed tomographic assessment on the effect of ProTaper Next and Twisted File Adaptive systems on dentinal cracks. *J Endod* v. 41, p. 1116–1119, 2015.

DE-DEUS, G. et al. On the causality between dentinal defects and root canal preparation: a micro-CT assessment. *Braz Dent J.*, v. 27, p. 664–669, 2016.

DE-DEUS, G. et al. Dentinal microcrack development after canal preparation: a longitudinal in situ micro-computed tomography study using a cadaver model. *J Endod.*, v. 43, p. 1553–1558, 2017.

EATON, J. A. et al. Micro-computed tomographic evaluation of the influence of root canal system landmarks on access outline forms and canal curvatures in mandibular molars. *J Endod.*, v. 41, n. 11, p. 1888-1891, Nov. 2015.

ENDAL, U; SHEN, Y; KNUT, A; GAO, Y; HAAPASALO M. A high- resolution computed tomographic study of changes in root canal isthmus area by instrumentation and root filling. *J Endod.*, v. 37, p. 223-227, 2011.

ERICSON, D. The Concept of Minimally Invasive Dentistry. *Dent Upd.*, v. 34, n.1, p. 9–18, 2007.

ERICSON, D. Minimally invasive dentistry. *Oral Health Prev Dent.*, v.1, n. 2, p. 91-2, 2003.

ERICSON, D. What is minimally invasive dentistry? *Oral Health Prev Dent.*, v.2, n. 1, p.287-292, 2004.

FATIMA, S. et al. Effect of Apical Third Enlargement to Different Preparation Sizes and Tapers on Postoperative Pain and Outcome of Primary Endodontic Treatment: A Prospective Randomized Clinical Trial. *J Endod.*, v. 47, p. 1345-1351, 2021.

GAGLIARDI, J. et al. Evaluation of the Shaping Characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper Universal in Curved Canals. *J Endod.*, v. 41, p. 1718–1724, 2015.

GAMBILL, J. M.; ALDER, M.; DEL RIO, C. E. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod.*, v. 22, p. 369–375, 1996.

GUTMANN, J. L. Minimally invasive dentistry (Endodontics). *J Conserv Dent.*, v. 16, p. 282-283, 2013.

HAMOUDA, I. M.; SHEHATA, S. H. Fracture resistance of posterior teeth restored with modern restorative materials. *The Journal of Biomedical Research.*, v. 25, p. 418–424, 2011.

HSU, Y. Y.; KIM, S. The resected root surface. The issue of canal isthmuses. *Dent Clin North Am.*, v. 41, p. 529-540, 1997.

HÜLSMANN, M.; PETERS, O. A.; DUMMER, P. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics.*, v. 10, p. 30–76, 2005.

ISUFI, A. et al. Standardization of Endodontic Access Cavities Based on 3-dimensional Quantitative Analysis of Dentin and Enamel Removed. *J Endod.*, v. 46, n. 10, p. 1495-1500, Oct. 2020.

JAIN, A.; NIKHIL, V.; BANSAL, P. Effect of root canal preparation, obturation, and retreatment on the induction of dentinal microcracks: a microcomputed tomography study. *J Conserv Dent.*, v. 21, p. 521–525, 2018.

JARA, C. M. et al. Influence of apical enlargement on the repair of apical periodontitis in rats. *Int Endod J.*, v. 51, n. 11, p. 1261-1270, Nov. 2018.

JIANG, Q. et al. Biomechanical properties of first maxillary molars with different endodontic cavities: a finite element analysis. *J Endod.*, n. 44, p. 1283-1288, 2018.

KABIL, E. et al. Micro-computed evaluation of canal transportation and centering ability of 5 rotary and reciprocating systems with different metallurgical properties and surface treatments in curved root canals. *J Endod.*, v. 47, p. 477-484, 2021.

KINNEY, J. H.; HABELITZ, S.; MARSHALL, S. J.; MARSHALL, G. W. The importance of intrafibrillar mineralization of collagen on the mechanical properties of dentin. *J Dent Res.*, n. 82, p. 957–61, 2003.

KIRICI, D.; DEMIRBUGA, S.; KARATAŞ E. Micro-computed tomographic assessment of the residual filling volume, apical transportation, and crack formation after retreatment with Reciproc and Reciproc Blue systems in curved root canals. *J Endod.*, v. 46, p. 238-243, 2020.

KISHEN, A. Mechanisms and risk factors for fracture predilection in endodontically treated teeth. *Endodontic Topics.*, v. 13, p. 57-83, 2006.

KRISHAN, R. et al. Impacts of conservative endodontic cavity on root canal instrumentation efficacy and resistance to fracture assessed in incisors, premolars, and molars. *J Endod.*, v. 40, n. 8, p. 1160-1166, Aug. 2014.

LENTH, R. emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.5.2-1. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans> 2020.

LIMA, C. O. et al. The impact of minimally invasive root canal preparation strategies on the ability to shape root canals of mandibular molars. *Int Endod J.*, v. 53, n. 12, p. 1680-1688, Dec. 2020.

LIMA C. O. 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. *Int Endod J.*, v. 54, n. 8, p. 1383-1393, Aug. 2021.

LIM, S. S.; STOCK, C. J. The risk of perforation in the curved canal: Anticurvatures filing compared with the stepback technique. *Int Endod J.*, v. 20, p. 33–39, 1987.

LIU, R. et al. The incidence of root microcracks caused by 3 different single-file systems versus the ProTaper system. *J Endod.*, v. 39, p. 1054–1056, 2013.

- MACHADO, A. G. et al. Effects of preparation with the Self-Adjusting File, TRUShape and XP-endo Shaper systems, and a supplementary step with XP-endo Finisher R on filling material removal during retreatment of mandibular molar canals. *Int Endod J.*, v. 52, p. 709-715, 2019.
- MARCHESAN, M. A. et al. Effect of access design on intracoronary bleaching of endodontically treated teeth: An ex vivo study. *J Esthet Restor Dent.*, v. 30, n. 2, p. E61-E67, Mar. 2018.
- MARTINS, J. C. L. G. D. et al. Micro-computed tomographic assessment of dentinal microcrack formation in straight and curved root canals in extracted teeth prepared with hand, rotary and reciprocating instruments. *Int Endod J.* v. 54, p. 1362-1368, 2021.
- MIGUÉNS-VILA, R. et al. Micro-computed tomographic evaluation of dentinal microcracks after preparation of curved root canals with ProTaper Gold, WaveOne Gold, and ProTaper Next instruments. *J Endod.*, v. 47, p. 309-314, 2021.
- MISSAU, T. et al. Influence of Endodontic Treatment and Retreatment on the Fatigue Failure Load, Numbers of Cycles for Failure, and Survival Rates of Human Canine Teeth. *J Endod.*, v. 43, p. 2081-2087, 2017.
- MOORE, B. et al. Impacts of contracted endodontic cavities on instrumentation efficacy and biomechanical responses in maxillary molars. *J Endod.*, v. 42, n. 12, p. 1779-1783, Dec. 2016.
- MUSTAFA, R. et al. Evaluating In Vitro Performance of Novel Nickel-Titanium Rotary System (TruNatomy) Based on Debris Extrusion and Preparation Time from Severely Curved Canals. *J Endod.*, v. 47, p. 976-981, 2021.
- NAVABI, A. A. et al. Comparative evaluation of *Enterococcus faecalis* counts in different tapers of rotary system and irrigation fluids: An ex vivo study. *Dent Res J (Isfahan)*, v. 15, n. 3, p. 173-179, May-Jun. 2018.
- NEELAKANTAN, P. et al. 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? *J Endod.*, v. 44, n. 2, p. 274-279, Feb. 2018.
- OLIVIERI, J. G. et al. In vitro comparison in a manikin model: increasing apical enlargement with K3 and K3XF rotary instruments. *J Endod.*, v. 40, p. 1463-7, 2014.
- ORSTAVIK, D.; KEREKES, K.; MOLVEN O. Effects of extensive apical reaming and calcium hydroxide dressing on bacterial infection during treatment of apical periodontitis: a pilot study. *Int Endod J.*, v. 24, p. 1-7, 1991.
- ÖZYÜREK, T. et al. The effects of endodontic access cavity preparation design on the fracture strength of endodontically treated teeth: traditional versus conservative preparation. *J Endod.*, v. 44, n. 5, p. 800-805, May. 2018.
- PAQUÉ, F. et al. Hard-tissue debris accumulation analysis by high-resolution computed tomography scans. *J Endod.*, v. 35, n. 7, p. 1044-1047, Jul. 2009.

PARASKEVOPOULOU, M. T.; KHABBAZ, M. G. Influence of taper of root canal shape on the intracanal bacterial reduction. *Open Dent J.*, v. 10, p. 568-574, Out. 2016.

PASQUALINI, D. et al. Micro-computed tomography evaluation of Protaper Next and BioRace shaping outcomes in maxillary first molar curved canals. *J Endod.*, v. 41, p. 1706-1710, 2015.

PEDULLÀ, E. et al. Influence of different angles of file access on cyclic fatigue resistance of Reciproc and Reciproc Blue instruments. *J Endod.*, v. 44, p. 1849-1855, 2018.

PEREZ MORALES, M. L. N. et al. TRUShape Versus XP-endo Shaper: a micro-computed tomographic assessment and comparative study of the shaping ability-an in vitro study. *J Endod.*, v. 46, n. 2, p. 271-276, Feb. 2020.

PÉREZ MORALES, M. L. N. et al. Micro-computed tomographic assessment and comparative study of the shaping ability of 6 nickel-titanium files: an in vitro study. *J Endod.*, v. 47, p. 812-819, 2021.

PETERS, O. A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.*, v. 30, p. 559-567, 2004.

PETERS, O. A.; ARIAS, A.; PAQUÉ, F. A micro-computed tomographic assessment of root canal preparation with a novel instrument, TRUShape, in mesial roots of mandibular molars. *J Endod.*, v. 41, p. 1545-1550, 2015.

PETERS, O. A.; ARIAS, A.; CHOI, A. Mechanical properties of a novel nickel-titanium root canal instrument: stationary and dynamic tests. *J Endod.*, v. 46, p. 994-1001, 2020.

POTION, G. et al. Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth with Different Access Cavity Designs. *J Endod.*, v. 43, p. 995-1000, 2017.

PLOTINO, G. et al. Influence of Different Apical Preparations on Root Canal Cleanliness in Human Molars: a SEM Study. *J Oral Maxillofac Res.*, v. 1, n. 5, p. (2):e4, Jul. 2014.

PLOTINO, G. et al. Fracture Strength of endodontically treated teeth with different access cavity designs. *J Endod.*, v. 43, n. 6, p. 995-1000, Jun. 2017.

PLOTINO, G. et al. Influence of size and taper of basic root canal preparation on root canal cleanliness: a scanning electron microscopy study. *Int Endod J.*, v. 52, n. 3, p. 343-351, Mar. 2019.

PRADEEPKUMAR, A. R. et al. Root canal preparation does not induce dentinal microcracks in vivo. *J Endod.*, v. 45, p. 1258-1264, 2019.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing (Version 3.6.1). Vienna, Austria. Retrieved from <https://www.R-project.org/>, 2019.

RODRIGUES, R. C. V. et al. Influence of the apical preparation size and the irrigant type on bacterial reduction in root canal-treated teeth with apical periodontitis. *J Endod.*, v. 43, n. 7, p.

1058-1063, Jul. 2017.

ROVER G, BELLADONNA FG, BORTOLUZZI EA, DE-DEUS G, SILVA EJNL, TEIXEIRA CS. Influence of Access Cavity Design on Root Canal Detection, Instrumentation Efficacy, and Fracture Resistance Assessed in Maxillary Molars. *J Endod.*, p. 43, n. 10, p. 1657-1662, Oct. 2017.

SABETI, M. et al. Impact of Access cavity design and root canal taper on fracture resistance of endodontically treated teeth: an ex vivo investigation. *J Endod.*, v. 44, n. 9, p. 1402-1406, Sep. 2018.

SAYGILI, G. et al. Evaluation of relationship between endodontic access cavity types and secondary mesiobuccal canal detection. *BMC Oral Health.*, v. 18, n. 1, p. 121, Jul. 2018.

SJÖGREN, U.; HAGGLUND, B.; SUNDQVIST, G.; WING, K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod.*, v. 16, p. 498-504, 1990.

SINGMANN, H. et al. afex: Analysis of Factorial Experiments. R package version 0.28-0. <https://CRAN.R-project.org/package=afex> , 2020.

SILVA, E. et al. Microcomputed tomographic evaluation of canal transportation and centring ability of ProTaper next and twisted file adaptive systems. *Int Endod J.*, v. 50 p. 694–699, 2017.

SILVA, A. A. et al. Does ultraconservative access affect the efficacy of root canal treatment and the fracture resistance of two-rooted maxillary premolars? *Int Endod J.*, v. 53, n. 2, p. 265-275, Feb. 2020a.

SILVA E. J. N. L. et al. Does the type of endodontic access influence in the cyclic fatigue resistance of reciprocating instruments? *Clin Oral Investig.*, v. 25, n. 6, p.3691-3698, Jun. 2020b.

SILVA, E. J. N. L. et al. Current status on minimal access cavity preparations: a critical analysis and a proposal for a universal nomenclature. *Int Endod J.* v. 53, p. 1618-1635, 2020.

SILVA, E. J. N. L. et al. Preserving dentine in minimally invasive access cavities does not strength fracture resistance of restored mandibular molars. *Int Endod J.*, v. 54, n. 6, p. 966-974, Jun. 2021.

SILVA, E. J. N. L. et al. Present status and future directions - Minimal endodontic access cavities. *Int Endod J.*, Epub ahead of print, 2022.

SIQUEIRA, J. F.; RÔÇAS, I. N. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod.*, v. 34, n. 11, p. 1291-1301, Nov. 2008.

SIQUEIRA, J. F. et al. What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. *Int Endod J.*, v. 51, p. 501-508, 2018.

TANG, W.; WU, Y.; SMALES, R. J. Identifying and reducing risks for potential fractures in

endodontically treated teeth. *J Endod.*, v. 36, n. 4, p. 609-617, Apr. 2010.

TOURÉ, B.; FAYE, B.; KANE, AW.; LO, C. M.; NIANG, B.; BOUCHER, Y. Analysis of reasons for extraction of endodontically treated teeth: a prospective study. *J Endod.*, v. 37, n. 11, p. 1512-5, Nov. 2011.

UGUR AYDIN, Z.; KESKIN, N. B.; OZYUREK, T. Effect of Reciproc blue, XP-endo shaper, and WaveOne gold instruments on dentinal microcrack formation: a micro-computed tomographic evaluation. *Microsc Res Tech.*, v. 82, p. 856–860, 2019.

VAN DER SLUIS, L.; WU, M. K.; WESSELINK, P. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper. *Int Endod J.*, v. 38, n. 10, p. 764-768, Oct. 2005.

VELTRI, M. et al. A comparative study of Endoflare-Hero Shaper and Mtwo NiTi instruments in the preparation of curved root canals. *Int Endod J.*, v. 38, p. 610-616, 2005.

VERSIANI, M. A. et al. A critical analysis of research methods and experimental models to study dentinal microcracks. *Int Endod J.*, v. 55, n. 1, p. 178-226, Mar. 2021.

VERTUCCI, F. J. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol.*, v. 58, p. 589-599, 1984.

WU, M. K.; FAN, B.; WESSELINK, P. R. Leakage along apical root fillings in curved root canals. Part I: effects of apical transportation on seal of root fillings. *J Endod.*, v. 26, p. 210-216, 2000.

YUAN, K. 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.*, v. 124, p. 591-596, 2016.

ZAREI, M. et al. Influence of root canal tapering on smear layer removal. *N Y State Dent J.*, v. 82, n. 3, p. 35-38, Apr. 2016.

ZELIC, K. et al. Mechanical weakening of devitalized teeth: three-dimensional Finite Element Analysis and prediction of tooth fracture. *Int Endod J.*, v. 48, p. 850-863, 2015.

ZHANG, Y. et al. The Effect of endodontic access cavities on fracture resistance of first maxillary molar using the extended finite element method. *J Endod.*, v. 45, p. 316-321, 2019.

ZOGHEIB, C. et al. Impact of minimal root canal taper on the fracture resistance of endodontically treated bicuspid. *J Int Soc Prev Community Dent.*, v. 8, n. 2, p. 179-183, Mar-Apr. 2018.