



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

HEITOR SILVA PRADO

Impacto da cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*) no preparo biomecânico e no comportamento biomecânico de molares inferiores restaurados com diferentes resinas *flow*

Ribeirão Preto

2022

HEITOR SILVA PRADO

Impacto da cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*) no preparo biomecânico e no comportamento biomecânico de molares inferiores restaurados com diferentes resinas *flow*

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Ciências junto ao Programa de Odontologia Restauradora - Área de Concentração: Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Manoel D. Sousa-Neto

Ribeirão Preto

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Assinatura do autor: _____ Data: ____/____/2022

Ficha Catalográfica

Prado, Heitor Silva

Impacto da cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*) no preparo biomecânico e no comportamento biomecânico de molares inferiores restaurados com diferentes resinas *flow*. Ribeirão Preto, 2022.

75p.: il.; 30 cm

Dissertação de Mestrado apresentado à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Ciências junto ao Programa de Odontologia Restauradora - Área de Concentração: Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Manoel D. Sousa-Neto

1. Ligas de memória de forma. 2. Endodontia. 3. Procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos. 4. Microtomografia por Raio-X. 5. Guta-percha

FOLHA DE APROVAÇÃO

PRADO, H.S. **Impacto da cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*) no preparo biomecânico e no comportamento biomecânico de molares inferiores restaurados com diferentes resinas *flow***, 2022. 75p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2022.

Aprovado em: ____/____/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Manoel D. Sousa-Neto (**Orientador**)

Instituição: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP

Assinatura: _____

Prof(a).Dr(a) _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof(a).Dr(a) _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof(a).Dr(a) _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____



Este trabalho de pesquisa foi realizado nos Laboratórios de Pesquisa em Endodontia e Dentística do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Dedicatória



Ao meu pai, **Moacir Viera Prado** e à minha mãe, **Cléia Cristina da Silva Prado** marido e mulher, pessoas de muita fé e perseverança, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando e estimulando nas situações mais adversas e, acima de tudo, compreendendo minha ausência em todo esse tempo. Sou grato por serem pilar e alicerce desta longa caminhada e em muitas situações, fazendo de meus sonhos, os seus.

Ao meu irmão, **Emmanuel Silva Prado**, pela confiança e companheirismo durante toda a vida. Obrigado pelo incentivo nos estudos e em minha carreira e pelo amor que sentimos um pelo outro, sinto orgulho do que você é e do que ainda vai se tornar. Sempre será um exemplo para mim.

À minha avó **Hilda Ferreira de Jesus Silva**, mulher de muita fé e sabedoria, que inspira garra e amor pela vida, que transborda amor incondicional por sua família. Sou eternamente grato por todos os momentos com a senhora.

Amo vocês!

Agradecimentos



A **Deus**, que ilumina meu caminho, sendo meu guia por meio dos desafios.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Manoel D. Sousa Neto** exemplo de inteligência e profissionalismo, um ser ímpar no mundo acadêmico. Meu reconhecimento e admiração por todos os conselhos, direcionamentos e críticas que foram fundamentais para meu crescimento. Muito obrigado pela confiança e pelos conhecimentos transmitidos. Minha gratidão por ser peça fundamental no meu desenvolvimento intelectual, científico e profissional.

Ao **Ms. Igor Bassi Ferreira Petean e ao Ms. Rafael Verardino de Camargo**, por todo o conhecimento transmitido, contribuição na elaboração desse projeto e pelo convívio durante todo esse período. Obrigado por participar da minha trajetória na pós-graduação.

Aos professores da disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, **Prof. Dr. Antonio Miranda da Cruz Filho, Prof. Dr. Jardel Francisco Mazzi-Chaves, Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva, Prof. Dr. Ricardo Novak Savioli, e Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan**, por todos os ensinamentos e experiências clínicas e científicas compartilhadas durante esse período.

Ao amigo e técnico **Reginaldo Santana da Silva**, pela disponibilidade, incentivo, conselhos profissionais e pessoais, e pelos momentos de descontração. Obrigado pelo convívio diário.

Ao amigo e funcionário **Carlos Feitosa dos Santos**, pela simpatia e disponibilidade em ajudar sempre que necessário. Obrigado pelo apoio e amizade.

À minha companheira **Tainá Moreno Cardoso e a sua família** que incentivou e me apoiou nos momentos de dificuldades, me amando incondicionalmente.

Aos amigos **Alice Corrêa Silva Sousa, Guilherme Nilson Alves dos Santos, Leonardo Moreira Teodósio e Vinicius Leite Rosa e Silva**, pela amizade construída durante esse período, por sempre estarem presentes em todos os momentos, apoiando e ajudando. Obrigado pelos momentos e experiências compartilhados, tornando essa caminhada muito mais feliz e agradável. Vocês me inspiram a ser uma melhor pessoa e profissional. Obrigada por tudo!

Aos meus queridos amigos **Daniela Diaz Reyes, Gustavo de Andrade Castilho, Maria Pádua Fernandes, Murilo Andrade Lemos e Natália Saud Junqueira Franco** que foram peças fundamentais e me incentivaram nessa trajetória tornando tudo mais leve. Minha eterna gratidão.

Aos amigos do laboratório **Amanda Pelegrin Candemil, Diana Gilda Duarte Cotas, Guilherme Piedade Assed de Castro, Gunther Ricardo Bertolini, Helena Cristina de Assis, Iago Ramirez, Igor Bassi Ferreira Petean, Jeneffer Viera Rodrigues, Karen Garay Villamayor, Miguel Angelo Ventura Molina, Poliana Santos Gonçalves, Rafael Verardino de Camargo e Thais Oliveira Alves**, pela convivência agradável e pela troca de experiências.

À **CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior**, pelo apoio financeiro durante minha trajetória na pós-graduação.

À **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto**, que têm permitido o meu desenvolvimento crítico, científico, bem como meu crescimento pessoal e profissional desde meus tempos de graduação.

*“A experiência é um troféu composto por
todas as armas que nos feriram”
- Marcus Aurelius Antoninus*

Resumo



PRADO, H.S. **Impacto da cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*) no preparo biomecânico e no comportamento biomecânico de molares inferiores restaurados com diferentes resinas *flow***, 2022. 75 p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2022.

O presente estudo avaliou o impacto da cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*), em relação à cavidade endodôntica tradicional e conservadora, no preparo e no comportamento biomecânico de molares inferiores. Cinquenta e seis molares inferiores foram selecionados a partir da mensuração do volume e área de superfície dos canais radiculares e dados de comprimento e volume de coroa e raiz por micro-CT. Os espécimes foram distribuídos em: controle (hígido) (n=8) e (n=16) acesso tradicional (CATR), acesso conservador (CAC) e acesso ultraconservador (*Truss*) (CATS), e subdivididos de acordo com o sistema de instrumentação: Reciproc Blue (RB) (n=8) e R-motion (RM) (n=8). Os acessos foram realizados com broca esférica e inserto ultrassônico E7D. Após instrumentação, os dentes foram submetidos a novo escaneamento em micro-CT para avaliação tridimensional. A seguir, os espécimes foram obturados com cimento a base de resina epóxi e cone único. Para a limpeza da cavidade foi utilizado um pencil em solução alcoólica 70% e inserto ultrassônico. Os dentes foram restaurados de acordo com o tipo de resina utilizada: resina micro-híbrida *flow* + regular (n=8) por meio da técnica incremental e resina *bulk fill flow* + regular, camada de 4mm de *flow* + última camada de *bulk fill* regular (n=8). Destaca-se que todos os procedimentos operatórios foram realizados com uso de microscopia. Novo escaneamento de micro-CT foi realizado para analisar o material restaurador, presença de espaços vazios e remanescente de material obturador, seguido de simulação do ligamento periodontal e ensaio de resistência à fratura e determinação do padrão de falha. Os dados de preparo e comportamento biomecânico foram submetidos ao teste de T pareado, ANOVA, teste tukey e qui-quadrado ($\alpha=0.05$). Não houve diferença estatisticamente significativa para volume e área de superfície em nenhum dos grupos avaliados ($p>0.05$). Os percentuais de paredes preparadas não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre RB e RM em todas as cavidades ($p>0.05$). Em relação ao transporte não houve diferença entre RB e RM na CATR ($p>0.05$), sendo que no canal méso-vestibular (MV) observou-se maior transporte no terço médio e apical, independentemente do instrumento utilizado ($p<0.05$). Na CAC, no canal distal RB observou-se maior transporte no terço cervical e médio ($p<0.05$), já no canal MV observou-se maior transporte nos terços cervical e apical em RB e RM ($p<0.05$). Na CATS, RM promoveu menor transporte dos terços cervical e apical no canal méso-lingual (ML) ($p<0.05$), no terço apical em MV ($p<0.05$) e nos terços médio e apical no canal distal ($p<0.05$). Maiores porcentagens de espaços vazios (5,05%) e material obturador (11,7%) foram observadas em CATS ($p<0.05$). Os valores de resistência à fratura foram superiores para o grupo controle, seguido de CATS, CAC e CATR ($p<0.05$). O padrão de falha predominante foi falha do tipo II entre o grupo controle e experimentais ($p<0.05$). Pode-se concluir que CATS promoveram transporte do canal radicular, sendo que RM promoveu os menores valores de transporte, com maior porcentagem de espaços vazios e remanescente de material obturador, embora tenha apresentado valores superiores de resistência a fratura ($p<0.05$).

Palavra-chave: 1. Ligas de memória de forma. 2. Endodontia. 3. Procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos. 4. Microtomografia por Raio-X. 5. Guta-percha

Abstract



PRADO, H.S. **Impact of ultraconservative access cavity (*Truss*) on biomechanical preparation and behavior of lower molars restored with different flow composite**, 2022. 75p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2022.

The present study evaluated the impact of the ultraconservative access cavity (*Truss*), compared to the traditional and conservative endodontic cavity, on the preparation and biomechanical behavior of mandibular molars. Fifty-six mandibular molars were selected from root canal volume and surface area measurements and crown and root length and volume data by micro-CT. The specimens were distributed in: control (healthy) (n=8) and (n=16) traditional access cavities (TRAC), conservative access cavities (CAC) and ultra-conservative access cavities (*Truss*) (TAC), and subdivided according to the instrumentation system: Reciproc Blue (RB) (n=8) and R-motion (RM) (n=8). The accesses were performed with spherical burs and E7D ultrasonic tip. After instrumentation, the teeth were re-scanned in micro-CT for three-dimensional evaluation. Next, the specimens were obturated with epoxy resin based cement and single cone. A 70% alcohol pencil and ultrasonic tip were used to clean the cavity. The teeth were restored according to the type of composite used: *flow* + regular micro hybrid (n=8) using the incremental technique, and *flow* + regular bulk fill composite, 4 mm layer of *flow* + last layer of regular bulk fill (n=8). It is noteworthy that all operative procedures were performed using microscopy. New micro-CT scanning was performed to analyze the restorative material, presence of voids and remaining filling material, followed by simulation of the periodontal ligament and testing of fracture strength and determination of the failure pattern. The preparation data and biomechanical behavior were subjected to paired T-test, ANOVA, Tukey test and chi-square ($\alpha=0.05$). There was no statistically significant difference for volume and surface area in any of the evaluated groups ($p>0.05$). The percentages of prepared walls showed no statistically significant difference between RB and RM in all cavities ($p>0.05$). Regarding transport there was no difference between MB and MR in TRAC ($p>0.05$), and in the mesiobuccal canal (MV) were observed higher transport in the middle and apical thirds, independently of the instrument used ($p<0.05$). In the CAC, in the distal canal, MB had higher transport in the cervical and middle third ($p<0.05$), and in the MV canal, there was higher transport in the cervical and apical thirds in MB and RM ($p<0.05$). In TAC, RM promoted less transportation in the cervical and apical thirds in the mesial-lingual canal (ML) ($p<0.05$), in the apical third in MV ($p<0.05$), and in the middle and apical thirds in the distal canal ($p<0.05$). Higher percentages of voids (5.05%) and filling material (11.7%) were observed in TAC ($p<0.05$). Fracture strength values were higher for the control group, followed by TAC, CAC and TRAC ($p<0.05$). The predominant failure pattern was type II failure between control and experimental group ($p<0.05$). It can be concluded that TAC promoted root canal transportation, and RM promoted the lowest transportation values, with higher percentage of voids and remaining filling material, although it presented higher values of fracture resistance ($p<0.05$).

Keywords: 1. Shape Memory Alloys. 2. Endodontics. 3. Minimally Invasive Surgical Procedures. 4. MicroCT. 5. Gutta-percha.

Sumário



SUMÁRIO

Introdução	18
Proposição	24
Materiais e Métodos	26
Resultados	43
Discussão	50
Conclusão	58
Referências	60
Apêndice	70
Anexo	72

Introdução



O acesso endodôntico consiste na abertura realizada no dente de modo a permitir o acesso direto e livre ao sistema de canais radiculares (SCR), objetivando as etapas de limpeza, modelagem e obturação (AAE, 2020). Segundo os princípios da cavidade endodôntica convencional, baseados nos conceitos da Odontologia restauradora de Black (1908), as paredes lisas e divergentes seriam imprescindíveis para melhorar a visualização dos orifícios dos canais radiculares (ABOU-RASS *et al.*, 1980; GOERIG *et al.*, 1982; WILCOX, WALTON & CASE, 1989; CHRISTIE & THOMPSON, 1994).

Com os avanços no desenvolvimento dos instrumentos endodônticos, a partir da introdução do uso de instrumentos mecanizados de NiTi em cinemática rotatória, tornou-se necessário durante o procedimento de acesso um maior desgaste na região da coroa, visando o acesso ao canal radicular em linha reta, de modo a reduzir o risco de desvios e fraturas dos instrumentos no interior do canal radicular, uma vez que apesar de sua flexibilidade, esses instrumentos apresentavam baixa resistência a fadiga cíclica (PATEL & RHODES, 2007).

Já a partir do aprimoramento tecnológico, com desenvolvimento de sistemas a partir de ligas de NiTi tratadas, em diferentes designs e cinemática, tornou-se questionável a necessidade de excessivo desgaste dentinário, devido às suas maiores flexibilidade e resistência à fadiga cíclica (GAVINI *et al.*, 2018; SOUSA-NETO *et al.*, 2018; ZUPANC; VAHDAT-PAJOUH & SCHAFFER, 2018; CHAUDHARI *et al.*, 2020; PETERS, ARIAS & CHOI 2020). Frente a isso, Clark & Khademi (2010) propuseram uma abordagem conservadora do acesso endodôntico, em que parte do teto da câmara pulpar e da dentina pericervical são preservados, contrário ao conceito dos acessos tradicionais (PATEL & RHODES, 2007). Já em 2017, foi proposta a técnica ultraconservadora de acesso endodôntico em treliça (*Truss*), que possibilita a

visualização do orifício do canal por meio do acesso direto da superfície oclusal dos molares (AUSWIN & RAMESH, 2017; NEELAKANTAN *et al.*, 2018; CORSENTINO *et al.*, 2018; SHABBIR *et al.*, 2021), sendo que os acessos mantêm a fossa central e os sulcos lingual e mesio-vestibular intactos, separados por uma ponte de esmalte/dentina no sentido vestibulo-lingual.

Destaca-se que a cavidade endodôntica influencia em todo o tratamento, desde o acesso até o protocolo restaurador (PEREIRA *et al.*, 2021), com impacto no preparo biomecânico (KRISHAN *et al.*, 2014; MOORE *et al.*, 2016; NEELAKANTAN *et al.*, 2018; ROVER *et al.*, 2017; ALOVISI *et al.*, 2018) e na resistência à fratura do dente tratado endodonticamente (KRISHAN *et al.*, 2014; PLOTINO *et al.*, 2017; CORSENTINO *et al.*, 2018; NEELAKANTAN *et al.*, 2018; ÖZYÜREK *et al.*, 2018; SABETI *et al.*, 2018; LIMA *et al.*, 2021; MASKE *et al.*, 2021, PEREIRA *et al.*, 2021; SANTOSH *et al.*, 2021).

Em relação ao impacto no preparo biomecânico, em cavidades conservadoras e ultraconservadoras, o uso de instrumentos mecanizados, sobretudo os de maior conicidade, tem sido associado a maior transporte apical e maior porcentagem de paredes não-preparadas, quando comparadas ao uso em cavidades tradicionais (KRISHAN *et al.*, 2014, PEREIRA *et al.*, 2021), o que pode ser atribuído à presença de interferências dentinárias na região da coroa (ALOVISI *et al.*, 2018). Além disso, esses instrumentos tendem a remover uma maior quantidade de dentina na região de furca de molares inferiores, área denominada zona de risco (ABOU-RASS *et al.*, 1980; DE CARVALHO *et al.*, 2021), sendo que esse desgaste excessivo tende a aumentar a distribuição de tensões ao longo da estrutura dentária (SABER *et al.*, 2020, PENG *et al.*, 2022), aumentando risco de fratura dental.

Frente a isso, na busca por maior eficácia do preparo biomecânico, mesmo em casos de cavidades conservadoras e ultraconservadoras, recentemente foi lançado o sistema de instrumentação R-Motion (FKG), em cinemática recíprocante no sentido anti-horário, a partir da liga de NiTi tratada termicamente, que apresenta maior percentual de fase martensítica (DE CARVALHO *et al.*, 2021). O sistema é composto por 5 instrumentos, sendo uma lima para patência do canal (R-Motion Glider 15.03) e quatro limas para preparo (25/.06; 30/.04; 40/.04; 50/.04). A principal característica deste sistema é a parte ativa com cones de 0.4 e 0.6, que são menores quando comparados com os outros sistemas de instrumento único e cinemática recíprocante. De acordo com informações do fabricante (Manual do fabricante, FKG, Suíça) as limas R-Motion, oferecem menor efeito de rosqueamento e maior resistência a fadiga cíclica e flexibilidade, melhor centralização e manutenção da anatomia original do canal. Devido a secção transversal triangular arredondada com arestas de corte e o design da ponta da lima, o R-Motion apresenta eficiência de corte aumentada, resultando em menor tensão sobre a dentina.

Destaca-se que a literatura aponta para a necessidade do planejamento do preparo biomecânico de modo individualizado, de acordo com as características anatômicas do dente bem como sua estrutura remanescente (SOUSA-NETO *et al.*, 2018), uma vez que os estudos demonstram que o uso desses diferentes instrumentos, em variados design e cinemática, apresentam diferentes desempenhos em canais radiculares com diferentes conformações e secções anatômicas, bem como há influência direta em relação ao tipo de cavidade de acesso adotado com a eficácia do preparo biomecânico (BÓVEDA & KISHEN, 2015; SOUSA-NETO *et al.*, 2018, PENG *et al.*, 2022).

Já em relação ao impacto das cavidades conservadoras e ultraconservadoras na resistência à fratura do dente tratado endodonticamente, a literatura apresenta resultados controversos (SILVA *et al.*, 2020a; PEREIRA *et al.*, 2021). Em relação às cavidades conservadoras, estudos evidenciam o aumento da resistência à fratura em dentes acessados de forma conservadora quando comparados aos acessos tradicionais (KRISHAN *et al.*, 2014; PLOTINO *et al.*, 2017 e MAKATI *et al.*, 2018). Em relação às cavidades ultraconservadoras, estudos relatam que o acesso Truss confere maior resistência à fratura de molares tratados endodonticamente em comparação ao acesso tradicional (ABOU-ELNAGA *et al.*, 2019; SABERI *et al.*, 2020, SANTOSH *et al.*, 2021). Por outro lado, outras pesquisas, não encontraram diferenças na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente através de diferentes acessos endodônticos (MOORE *et al.*, 2016; CHLUP *et al.*, 2017; ROVER *et al.*, 2017., ÖZYÜREK *et al.*, 2018; SABETI *et al.*, 2018; ROPERTO *et al.*, 2019 e SILVA *et al.*, 2020b; LIMA *et al.*, 2021; MASKE *et al.*, 2021), o que pode estar relacionado com a metodologia empregada, uma vez que não há padronização em relação à avaliação da resistência à fratura do conjunto dente associado ou não ao protocolo restaurador, o que torna necessária a discussão da técnica bem como avaliação do material restaurador utilizado, o que apresenta impacto direto no prognóstico do tratamento (PEDRO *et al.*, 2016).

Assim, em relação ao material restaurador, atualmente as resinas compostas são consideradas a primeira escolha para a restauração de dentes tratados endodonticamente, uma vez que esses materiais permitem uma técnica conservadora quando comparado às restaurações indiretas (DA VEIGA *et al.*, 2016). Além disso, possuem propriedades mecânicas semelhantes às da dentina e são capazes de reestabelecer em até 72% a resistência à fratura de dentes hígidos (HAMOUDA &

SHEHATA, 2011; MOORE *et al.*, 2016). Por outro lado, as resinas compostas convencionais apresentam elevada contração de polimerização, o que resulta na formação de gaps entre a interface dental e o material restaurador, aumentando o risco de microinfiltração e desenvolvimento de cáries secundárias (PAI *et al.*, 2019). Frente a isso, foi desenvolvida a resina composta bulk-fill na forma regular e fluída, que possui menor contração de polimerização, com melhor desempenho do que compósitos incrementais no que diz respeito à adaptabilidade e formação de gaps no assoalho pulpar (ROSATTO *et al.*, 2015; VELOSO *et al.*, 2019).

Deste modo, considerando que os estudos que avaliaram a influência da cavidade de acesso conservadora e ultraconservadora no preparo biomecânico utilizaram isoladamente instrumentos rotatórios com memória controlada (MOORE *et al.*, 2016; NEELAKANTAN *et al.*, 2018) e reciprocantes de maior conicidade e liga de NiTi M-wire (KRISHAN *et al.*, 2014; ROVER *et al.*, 2017), torna-se importante avaliar o efeito da cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*) no preparo biomecânico com instrumentos reciprocantes de menor conicidade e liga de NiTi MaxWire, bem como o comportamento biomecânico dos dentes tratados endodonticamente restaurados com diferentes resinas *flow* nos mesmos espécimes.

Proposição



Proposição

A proposta do presente estudo foi avaliar o impacto da cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*) no preparo e no comportamento biomecânico de molares inferiores, em comparação à cavidade endodôntica tradicional e conservadora. Assim foram avaliados:

Em relação ao preparo:

- A área de superfície, volume, transporte do canal radicular e porcentagem de paredes preparadas após o preparo biomecânico com sistemas R-motion e Reciproc Blue, por meio de microtomografia computadorizada.

Em relação ao protocolo restaurador:

- A porcentagem de espaços vazios e remanescente de material obturador após restaurações coronárias com resina composta micro-híbrida *flow* + regular e resina composta *Bulk Fill Flow* + regular, por meio de microtomografia computadorizada.
- O comportamento biomecânico dos dentes após restauração com resina composta micro-híbrida *flow* + regular e resina composta *Bulk Fill flow* + regular, por meio do teste de resistência à fratura e padrão de falha.

Materiais e Métodos



O software G*Power versão 3.1.9.7 (Düsseldorf, Alemanha) foi utilizado na determinação do cálculo amostral por meio de testes F e teste estatístico Anova para efeitos fixos, especiais, principais e interações. Como parâmetros fixos foram utilizados um erro tipo $\alpha=0.05$, poder estatístico $\beta=0.8$, numerador $dF=3$, número de grupos= 6 ou 7. A partir de estudos prévios, o tamanho de efeito foi determinado em 0.5 e 0.52 para porcentagem de alteração de volume e área de superfície (GAGLIARDI *et al.*, 2015), 0.50 para porcentagem de paredes do canal radicular não tocadas (KRISHAN *et al.*, 2014; MOORE *et al.*, 2016; ROVER *et al.*, 2017), 0.55 para espaços vazios na restauração coronária (CHLUP *et al.*, 2017) e 0,60 para resistência a fratura (KRISHAN *et al.*, 2014; MOORE *et al.*, 2016; PLOTINO *et al.*, 2017; ROVER *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2018). A partir dos parâmetros mencionados acima, a amostra mínima estimada foi de 8 espécimes por grupo para porcentagem de alteração de volume e área de superfície, 7,5 para porcentagem de paredes do canal radicular não tocadas, 6.83 para espaços vazios e 5 para resistência a fratura.

Após a determinação do cálculo amostral, foram selecionados 8 molares inferiores humanos, para avaliação do preparo biomecânico e do protocolo restaurador em dentes com cirurgia de acesso tradicional, conservador e ultraconservador, totalizando 56 amostras.

O delineamento experimental está detalhado no fluxograma a seguir (Figura 1):

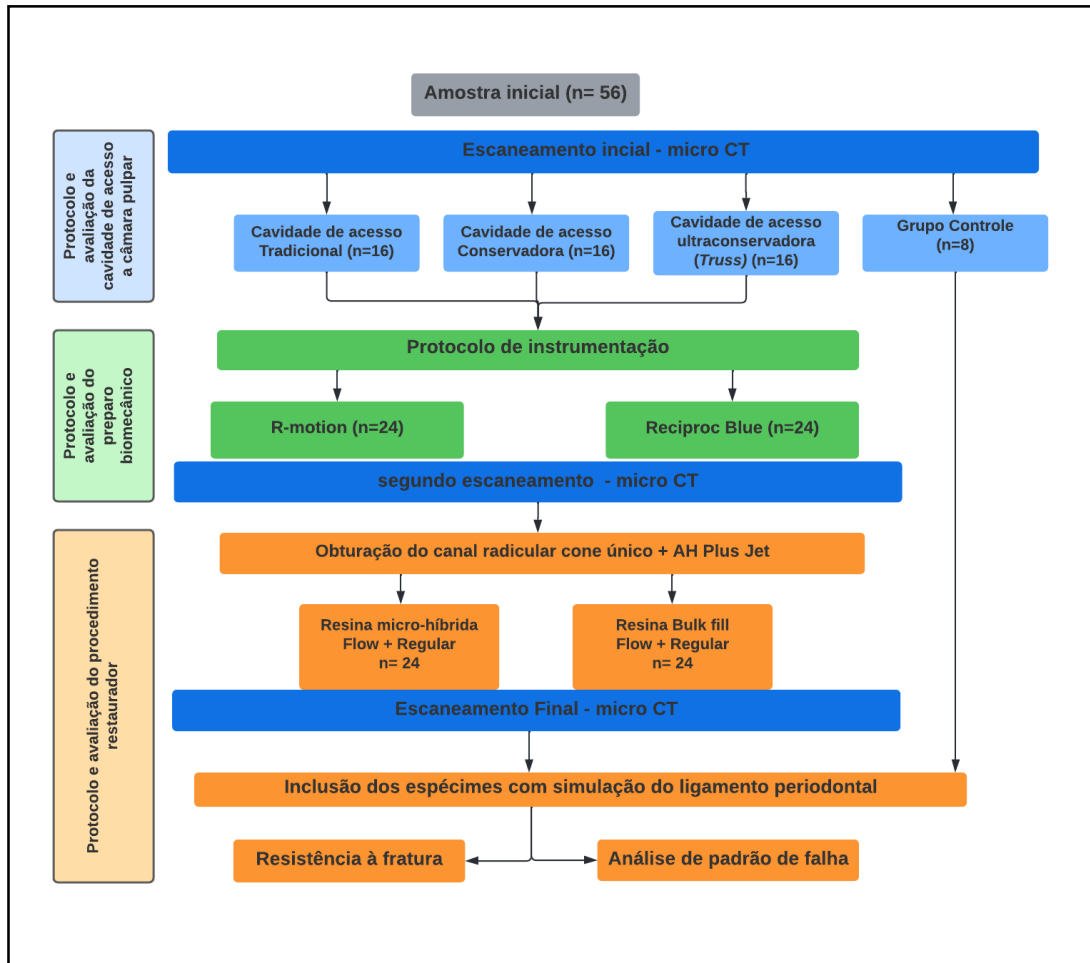


Figura 1: Fluxograma para as diferentes etapas da fase experimental

Após aprovação do presente estudo pelo comitê de ética da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - FORP-USP (CAAE Nº 42341321.0.0000.5419), foram selecionados 56 molares inferiores humanos sem cárie, com rizogênese completa e sem fratura macroscópica, coletados junto ao Biobanco de dentes humanos. Os dentes foram limpos e armazenados à temperatura de 2°C até o momento de uso.

Os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas e, em seguida tiveram sua superfície radicular externa limpa por meio de raspagem com ultrassom (Profi II Ceramic, Dabi Atlante Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil) e identificados numericamente em um suporte plástico (PoteDZ, São Paulo, SP, Brasil), contendo 2 mL de soro

fisiológico para posterior armazenamento em estufa (37°, 100% umidade relativa) por 72 horas visando a sua reidratação.

Em seguida, os dentes foram escaneados utilizando-se o microtomógrafo *SkyScan* modelo 1174 v.2 (50 kV, 800 mA) (*SkyScan*, Kontich, Bélgica) do Laboratório de Pesquisa em Endodontia do Departamento de Odontologia Restauradora da FORP- USP com os parâmetros de escaneamento em 50 kV, 276 mA, resolução isotrópica de 23.5 µm, 360° de rotação em torno do eixo vertical, passo de rotação de 1.8°, quantidade total de 2 quadros (frame), com filtro de alumínio de 0.5 mm de espessura. A fim de assegurar adequado alinhamento das imagens entre as diferentes etapas do estudo, os dentes foram posicionados com a face vestibular de forma perpendicular em relação à fonte de radiação.

As imagens bidimensionais foram geradas em TIFF e reconstruídas no programa NRecon v.1.6.6.0 (Bruker microCT, Kontich, Bélgica) com redução de artefatos em forma de anel (*Ring Artifacts*) no valor de 5 (escala de 0 - 20), de endurecimento de feixe (*Beam Hardening*) no percentual de 35% (escala de 0 - 100%), de suavização de imagem (*Smoothing*) no valor de 4 (escala de 0 - 10) e histograma de contraste variando entre 0.03 e 0.15. Após a reconstrução, as secções axiais foram salvas em formato JPEG.

O processamento e análise das imagens foram realizados no programa CTAn v.1.14.4.1+ (Bruker microCT, Kontich, Bélgica), determinando-se a localização da junção cimento-esmalte (JCE) para calcular comprimento e volume da coroa e da raiz dental, por meio da ferramenta *3D Analysis*. Em seguida, ainda com a ferramenta *3D Analysis* foi determinado o volume (mm³) e área de superfície (mm²) considerando-se o canal desde sua embocadura até o forame apical.

A partir dos tridimensionais de volume (mm³) e área de superfície (mm²), os

dentes foram distribuídos aleatoriamente em 1 grupo controle hígido (n=8) ; 3 grupos (n=16) e 2 subgrupos (n=8) de acordo com o tipo de cavidade (acesso endodôntico tradicional, conservador e ultraconservador) e preparo biomecânico (Reciproc Blue e R-Motion), respectivamente, conforme descrito nos apêndice 1 e 2.

Após a seleção das amostras, todos os procedimentos foram realizados, por um único operador com experiência clínica em Endodontia. As etapas do tratamento endodôntico foram realizadas sob magnificação com microscópio operatório (DM *Plus* IB, Opto Eletrônica, São Carlos, São Paulo, Brasil) em aumento de 2X a 12X.

Protocolo de abertura da cavidade de acesso à câmara pulpar

Os dentes do grupo controle não foram submetidos à abertura coronária, permanecendo hígidos e avaliados apenas em relação à resistência à fratura e padrão de falha.

Para confecção das cavidades de acesso endodôntico tradicionais foi utilizada broca diamantada esférica 1014HL (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) em alta rotação posicionada no centro do sulco principal paralelamente ao longo eixo do dente com ligeira inclinação para o canal distal até atingir a câmara pulpar, seguido de movimentos de “dentro para fora” para remoção de todo o teto da câmara pulpar. Em seguida, foi utilizada broca Endo Z (*Dentsply Sirona*, Ballaigues, Suíça) para o alisamento das paredes cavitárias, dando ligeira divergência para oclusal resultando em formato trapezoidal (Figura 2).



Figura 2. Acesso tradicional, com paredes ligeiramente divergentes para a face oclusal.

As cavidades de acesso endodôntico conservador foram confeccionadas com broca diamantada esférica 1014HL (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) em alta rotação posicionada no centro do sulco principal paralelamente ao longo eixo do dente com ligeira inclinação para o canal distal até atingir a câmara pulpar, seguido de movimentos de “dentro para fora” da câmara pulpar, até que fosse possível acesso sem interferências às embocaduras dos canais radiculares. Em seguida, foi utilizado inserto ultrassônico com ponta diamantada E7D (Helse Ultrasonic – Santa Rosa do Viterbo, São Paulo, Brasil) para o alisamento das paredes cavitárias, e as paredes convergentes mantendo a proteção de cúspide (Figura 3).

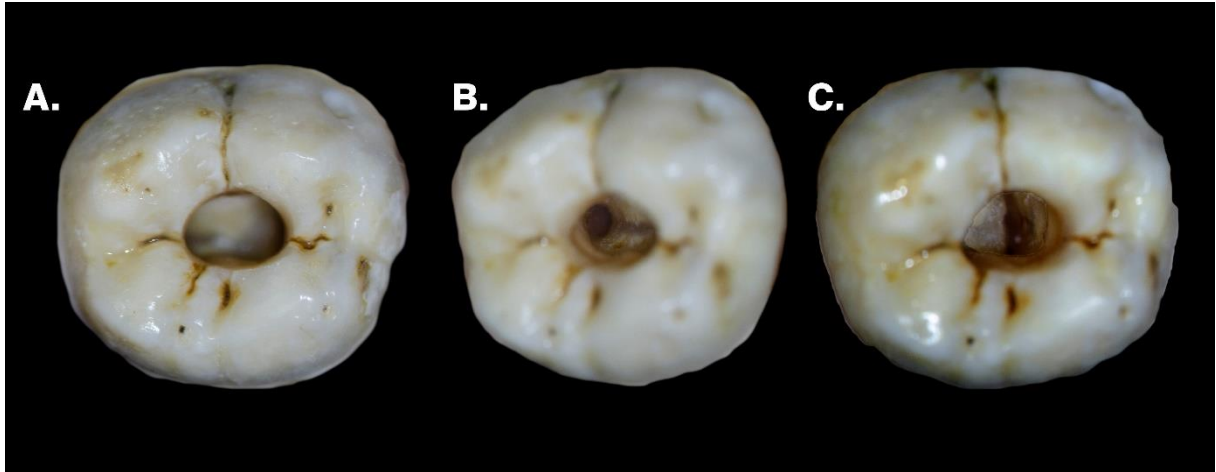


Figura 3. Acesso Conservador com parede convergindo para a oclusal. **A.** Vista oclusal do acesso. **B.** Vista do canal distal, onde pode verificar a ausência de interferência. **C.** Vista dos canais mesiais, onde pode verificar a ausência de interferência

Já para a confecção das cavidades de acesso ultraconservador foi utilizada broca diamantada esférica 1013HL (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) para o acesso e para o refinamento da cavidade foi utilizado inserto ultrassônico com ponta diamantada E7D e E4D (Helse Ultrasonic – Santa Rosa do Viterbo, São Paulo, Brasil). Foi estabelecido um desenho padrão após a análise dos volumes das câmaras pulpares das amostras em micro-CT, onde foram demarcados pontos de acesso na face oclusal em centro de sulco entre a cúspide Mésio-vestibular (MV) – Mésio-lingual (ML) para os canais mesiais e para o canal distal em centro de sulco em linha de cúspide Médio-vestibular (MDV) e Disto-vestibular (DV) a fim de direcionar a broca corretamente (Figura 4A).

Na cavidade de acesso ultraconservador, a fossa central e os sulcos lingual e mesiovestibular são mantidos intactos, e os dois acessos na superfície oclusal são separados por uma ponte de esmalte/dentina (Figura 4B).

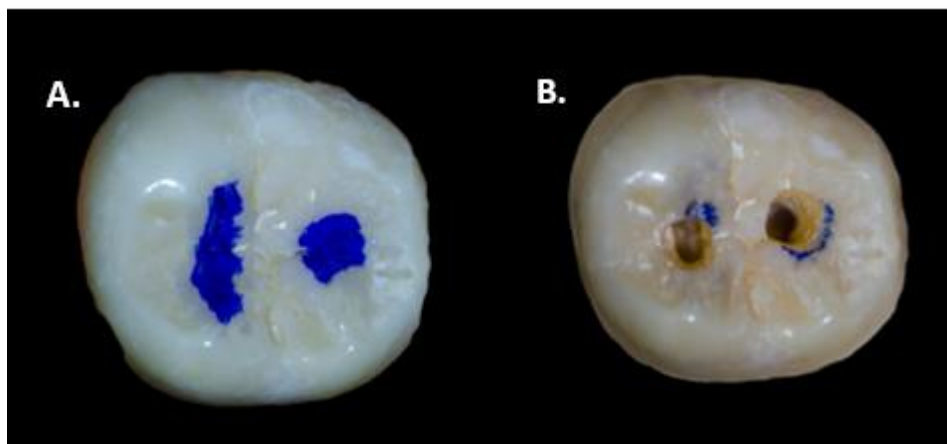


Figura 4. A.) Marcação oclusal para guiar o acesso nas cavidades de acesso ultraconservador. B.) Vista oclusal do acesso mesial e distal à câmara pulpar.

Preparo biomecânico dos canais radiculares

O preparo biomecânico foi realizado com os sistemas recíprocos Reciproc Blue e R-motion, seguindo as recomendações do fabricante, independentemente do tipo de cavidade de acesso endodôntico estudado.

Para o grupo Reciproc Blue, os canais mesiais foram instrumentados com a lima R25 (25/.08) e os canais distais com a lima R50 (50/.06). Já para o grupo R-Motion, inicialmente foi realizado *glide path* dos canais mesiais e distal com a lima 15/.03. Posteriormente, os canais mesiais foram instrumentados com a lima 30/.04 e os canais distais com a lima 50/.04.

Inicialmente, os canais foram irrigados e inundados com 2 mL de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2,5%, com seringa plástica descartável (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) e agulha NaviTip com diâmetro de 0,30 mm (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA). A exploração dos canais radiculares foi realizada com lima manual tipo K #10 e #15 de aço inoxidável (Dentsply Sirona, Petrópolis, RJ, Brasil), de forma passiva para obtenção do comprimento de trabalho (CT), estabelecido a 1 mm aquém do forame apical.

O acionamento mecânico dos sistemas de instrumentação foi realizado com o contra ângulo redutor 6:1 Sirona (SN 25185; VDW GmbH, Munique, Alemanha) acoplado ao micro-motor SMR 114058 (VDW GmbH, Munique, Alemanha) que, por sua vez, estava conectado ao motor elétrico VDW Silver (VDW GmbH, Munique, Alemanha). Após selecionar o movimento recíprocante automaticamente pré-ajustado no motor VDW Silver (Figura 6), os instrumentos foram inseridos no interior dos canais radiculares e usados de forma passiva, com movimento de entrada e retrocesso, e a cada 3 avanços, retirado do canal e limpo com gaze. Esse processo foi repetido até que o CT fosse atingido.

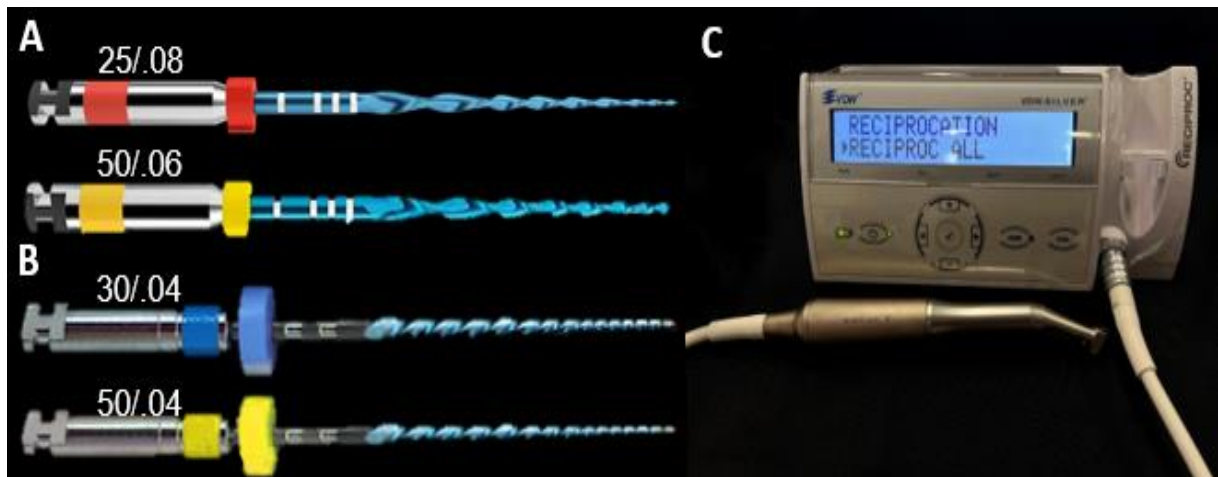


Figura 5. A. Lima Reciproc Blue R25 e R50 (VDW GmbH, Munique, Alemanha); B. Lima R-motion 30/04 e 50/04 (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça); C. Motor VDW Silver (VDW GmbH, Munique, Alemanha).

Em todos os grupos, foi realizada a irrigação e inundação do canal radicular com 2 mL de NaOCl a 2,5% a cada troca ou ciclo de instrumentação. Uma vez finalizado o preparo, foi realizada a irrigação final com 2 mL de ácido etilendiaminotetracético (EDTA) a 17%, durante 5 minutos para remoção da camada de *smear*, seguida de irrigação com 10 mL de água destilada para neutralizar os efeitos residuais do NaOCl e do EDTA.

Finalizado o preparo biomecânico, o excesso de solução irrigante foi aspirado com cânulas de aspiração Capillary Tip (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT,

EUA), e os canais foram secos com cone de papel R25 e R50 (VDW GmbH, Munique, Alemanha) para os canais mesiais e distais do grupo Reciproc Blue, respectivamente, e com cones de papel 30/.04 e 50/.04 (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça), para os canais mesiais e distais do grupo R-Motion, respectivamente.

Protocolo de avaliação do preparo

Os dentes foram escaneados com os mesmos parâmetros de escaneamento e reconstrução utilizados anteriormente. No programa DataViewer v.1.5.0, foi realizado o alinhamento das imagens pós-instrumentação em relação as imagens obtidas no exame microtomográfico inicial (pré-instrumentação), e as imagens foram salvas no formato *Bitmap* (BMP).

No programa CTAn, por meio da ferramenta *3D Analysis*, foram obtidos os dados de volume da coroa e da raiz, bem como os parâmetros morfométricos tridimensionais do canal radicular de volume, área de superfície, cálculo do transporte nos terços cervical, médio e apical, bem como a porcentagem de paredes preparadas e não preparadas, considerando-se o canal desde sua embocadura até o forame apical. Os dados dos parâmetros morfométricos tidimensionais foram tabulados, para determinação dos valores de variação (Δ) pré e pós-preparo biomecânico.

Ainda, no programa CTAn, o cálculo do transporte do canal radicular foi realizado utilizando os valores dos centróides (ponto no interior de uma forma geométrica que define o seu centro) dos eixos X e Y, nos três terços radiculares (cervical, médio e apical) antes e após o preparo biomecânico (MAMEDE-NETO *et al.*, 2017; MAMEDE-NETO *et al.*, 2018; PEREIRA *et al.*, 2021). Com isto, obteve-se um sistema de coordenadas tridimensionais onde “x” indica a quantidade deslocada na direção positiva do eixo que contém os deslocamentos para frente; “y” indica a

quantidade deslocada na direção positiva do eixo que contém os deslocamentos para o lado. Assim, a partir das coordenadas de dois pontos: $P_1 = (x_1, y_1)$ e $P_2 = (x_2, y_2)$, relativos à posição do centro do mesmo canal em uma mesma secção transversal, foi calculado a distância entre eles pela fórmula:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

A partir das imagens binarizadas iniciais e após instrumentação foram criadas linhas da superfície dos canais para determinação das paredes preparadas e não preparadas do canal radicular. Para isso, foi utilizada a ferramenta *custom processing* do programa CTAn, que por meio de funções e operações matemáticas executadas através da criação de *task lists*, as imagens obtidas antes e após o preparo biomecânico, foram subtraídas por suas respectivas imagens originais, obtendo-se assim as linhas para o canal inicial e pós- instrumentação. Em seguida, as imagens foram salvas em formato *Bitmap* (BMP), e avaliadas por meio da mensuração da área de superfície, sendo a área de paredes preparadas e não preparadas expressa em porcentagem em relação a área inicial do canal radicular.

Ainda, a fim de determinar o percentual de remoção da estrutura coronária (%remoção) após a realização dos acessos endodônticos, foi analisado o volume coronário remanescente ($Vol_{remanescente}$) em relação ao volume coronário inicial ($Vol_{inicial}$), por meio da fórmula:

$$\%remoção = (Vol_{inicial} - Vol_{remanescente}) * 100 / (Vol_{inicial}).$$

Procedimentos de obturação do canal radicular e protocolos restauradores

Previamente à execução dos procedimentos restauradores, foi realizada a obturação do canal radicular de todos os espécimes pela técnica de cone único com

cimento AH Plus. Para o grupo Reciproc Blue, os canais radiculares mesiais e distais foram preenchidos com cones de guta-percha Reciproc Blue R25 e R50 (VDW GmbH, Munique, Alemanha), respectivamente. Já para o grupo R-Motion, os canais radiculares mesiais e distais foram preenchidos com cones de guta percha 30/.04 e 50/.04 (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça), respectivamente.

Em seguida, o corte e a remoção do excesso do material obturador foram realizados com um termoplastificador (Denjoy dental, Hunan, China), e os cone de guta-percha foram condensados usando condensador de Paiva a frio (Odous, Belo Horizonte, MG, Brasil). A limpeza da câmara pulpar foi realizada criteriosamente, com pincel de algodão embebido em álcool 70°, seguido da agitação de solução alcoólica com auxílio do inserto ultrassônico *soffitisonic* (Helse Ultrasonic, Santa Rosa do Viterbo, SP, Brasil), com uso de microscópio operatório (DM *Plus* IB, Opto Eletrônica, São Carlos, São Paulo, Brasil) em aumento de 2x - 12X.

Para o procedimento restaurador, os dentes submetidos ao preparo biomecânico e obturação, foram distribuídos de forma homogênea levando em consideração o volume coronário remanescente, em 6 subgrupos (n=8) de acordo com o acesso endodôntico e o material restaurador utilizado: acesso endodôntico tradicional restaurado com resina micro-híbrida *flow* e regular; acesso endodôntico tradicional restaurado com resina Bulk Fill *flow* e regular; acesso endodôntico conservador restaurado com resina micro-híbrida *flow* e regular; acesso endodôntico conservador restaurado com resina Bulk Fill *flow* e regular; acesso endodôntico ultraconservador restaurado com resina micro-híbrida *flow* e regular e acesso endodôntico ultraconservador restaurado com resina Bulk Fill *flow* e regular.

Para a realização do protocolo restaurador, foi realizado o condicionamento ácido seletivo em esmalte com ácido fosfórico a 37% (3M ESPE, St Paul; EUA),

durante 30 segundos. As cavidades foram lavadas por 30 segundos com jatos de água, e levemente secas com jatos de ar e papel absorvente. Em seguida, foi utilizado o sistema adesivo SingleBond Universal (3M ESPE, St Paul, EUA), em esmalte e dentina, aplicado ativamente por 20 segundos, seguido de evaporação do solvente com leves jatos de ar por 10 segundos e fotoativação com unidade LED com potência de 1200 mW/cm² (VALO, Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA), por 20 segundos.

As cavidades de acesso tradicional, conservador e ultraconservador restauradas com Bulk Fill, foram preenchidas inicialmente em um único incremento de até 4mm com resina Bulk Fill *flow*. A porção de esmalte foi recoberta por uma camada final com incremento único de Bulk Fill regular sendo que, a cada etapa, foi realizada a fotopolimerização dos compósitos por 10 segundos.

Para as cavidades de acesso ultraconservador, a cavidade oclusal foi parcialmente preenchida com resina microhíbrida *flow* em dois incrementos de 2 mm fotopolimerizados por 10 segundos cada. Incrementos finais de no máximo 2 mm de resina microhíbrida regular foram inseridos na cavidade e polimerizados por 10 segundos a fim de reproduzir o esmalte e a anatomia original do dente. Já nos dentes com acesso tradicional e conservador, a restauração oclusal foi realizada por meio da inserção de resina fluída em um incremento de 2 mm. O restante da cavidade foi restaurado com resina regular inserida em incrementos oblíquos de no máximo 2mm. Cada incremento foi fotopolimerizado por 10 segundos.

Após 24 horas de armazenamento em estufa (37°C, 100% umidade relativa), foi realizado o acabamento e polimento das restaurações com pontas diamantadas (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) e pontas de borracha abrasivas (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil).

Determinação do remanescente de material obturador e de espaços vazios na restauração

Após 24 horas da restauração, os dentes foram submetidos a novo escaneamento utilizando-se o microtomógrafo SkyScan modelo 1174 v.2 (50 kV, 800 mA). Os dentes foram posicionados com auxílio de cera utilidade, e os parâmetros de escaneamento foram ajustados, uma vez que seriam avaliados materiais com diferentes densidades. Os parâmetros de aquisição foram semelhantes ao já descritos, exceto passo de rotação 0,7° e quantidade total de 1 quadro (*Frame*).

As projeções bidimensionais das imagens geradas foram arquivadas no formato Tagged Image File (TIFF). Ao término do escaneamento, os espécimes foram inseridos novamente no suporte plástico contendo soro fisiológico e armazenados em estufa (37°C, 100% umidade relativa).

As imagens bidimensionais também foram geradas em formato TIFF e reconstruídas no programa NRecon v.1.6.6.0 com redução de artefatos em forma de anel (*Ring Artifacts*) no valor de 5 (escala de 0 - 20), de endurecimento de feixe (*Beam Hardening*) no percentual de 35% (escala de 0 – 100%), de suavização de imagem (*Smoothing*) no valor de 3 (escala de 0 – 10) e o histograma de contraste ajustado de acordo com a densidade dos materiais a serem avaliados. Após a reconstrução, as secções axiais foram salvas em formato JPEG.

Após o escaneamento e reconstrução dos espécimes foi realizado novo processamento e análise das imagens por meio do programa CTAn v.1.17.7.2+ utilizando os mesmos parâmetros descritos anteriormente. Assim, foi determinado o volume de material restaurador (mm^3) ($\text{Volmaterialrestaurador}$), volume de espaços vazios da restauração (mm^3) – Volvazios) e volume de remanescente de material

obturador (RMO) em toda a extensão da câmara tendo como referência de término o assoalho da câmara pulpar. A partir desses dados, foram determinados a porcentagem de material restaurador, lacunas espaços vazios e remanescente de material obturador por meio das fórmulas:

$$\% \text{material restaurador} = \text{Volmaterial restaurador} * 100 / (\text{Volvazios} + \text{Volmaterial restaurador} + \text{VolRMO}).$$

$$\% \text{ vazios} = \text{Volvazios} * 100 / (\text{Volvazios} + \text{Volmaterial restaurador} + \text{VolRMO}).$$

$$\% \text{ RMO} = \text{VolRMO} * 100 / (\text{Volvazios} + \text{Volmaterial restaurador} + \text{VolRMO}).$$

Teste de resistência à fratura

Para avaliação da resistência à fratura, os dentes foram incluídos em resina de poliestireno e o ligamento periodontal foi simulado com material de moldagem à base de poliéter (Impregum F, 3M ESPE, St. Paul, EUA) (PEREIRA *et al.*, 2021).

Os dentes foram demarcados com a lapiseira distando 2 mm apicalmente da junção amelocementária e a porção radicular recoberta com cera rosa 7 (Epoxyglass, Diadema, SP, Brasil) com espessura de 0,3 mm para simulação do ligamento periodontal, sendo essa espessura conferida com paquímetro digital (Mitutoyo, Tokyo, Japão). Em seguida, as raízes foram posicionadas em cilindros de PVC (Amanco, São Paulo, SP, Brasil) com 25,00 mm de diâmetro x 20,0 mm de altura.

Após estes procedimentos, a resina à base de poliestireno auto-polimerizável (Aerojet, São Paulo, Brasil) foi manipulada de acordo com as recomendações do fabricante e vertida no interior do cilindro de PVC. O dente foi posicionado no interior do cilindro no momento que a resina alcançou a fase plástica e removida no início do clique térmico da resina acrílica, com intuito de não alterar a estrutura dental com o aquecimento e liberação de produtos químicos. Após a presa química da resina de poliestireno, os dentes foram removidos dos alvéolos artificiais e limpos com água e

jatos de bicarbonato. O material de moldagem a base de poliéter foi manipulado segundo as recomendações do fabricante e inserido no alvéolo artificial seguido da inserção do dente que será mantido sob pressão digital até que a marcação feita inicialmente com o grafite coincida com a superfície do cilindro de resina de poliestireno.

Após a inclusão, os espécimes foram submetidos à carga de compressão com velocidade de 0,5 mm/min em uma máquina de ensaio mecânico universal EMIC 23-5S (Instron Corporation, Canton, MA, EUA) com célula de carga de 5000N (Figura 6). A carga foi aplicada por meio de uma haste de aço inoxidável com diâmetro de ponta de 8 mm em um ângulo de 30° em relação ao longo eixo do dente. A pressão da ponta da haste foi aplicada na fossa central. Os valores de força em Newtons (N) requerida para a fratura foram anotados e submetidos à análise estatística.



Figura 6. Suporte e ponta esférica (8mm) utilizados para realização do teste de resistência a fratura

Em seguida, os espécimes fraturados foram analisados em estereomicroscópio (Leica M165C, Leica Microsystems GmbH., Wetzlar, Alemanha) com aumento de 2X para determinar os tipos de fratura: Tipo I (fraturas coronárias envolvendo os terços oclusal ou médio da coroa), Tipo II (fratura coronárias envolvendo o terço cervical da coroa), Tipo III (fratura radicular envolvendo o terço cervical da raiz), Tipo IV (Fratura radicular envolvendo o terço médio ou apical da raiz) (PEREIRA *et al.*, 2021).

Análise Estatística

Os testes foram realizados no *software* SPSS, versão 25 (IBM, SPSS, Armonk, NY, USA), com nível de significância de 95% ($p < 0.05$). Os dados foram submetidos a teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variância (Levene). Os dados obtidos após o preparo biomecânico, protocolo restaurador e teste de resistência à fratura foram submetidos à análise de variância três fatores e pós-teste de Tukey para comparações múltiplas entre os grupos. O teste do padrão de falha foi analisado pelo teste qui-quadrado. Os testes foram realizados no *software* SPSS, versão 25 (IBM, SPSS, Armonk, NY, USA), com nível de significância de 95% ($p < 0.05$).

Resultados



Avaliação morfológica do preparo biomecânico

Os dados morfométricos tridimensionais de área de superfície e volume estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5. Valores de média e desvio-padrão da variação (Δ) dos parâmetros morfométricos tridimensionais de área de superfície (mm^2) e volume (mm^3), antes e após o preparo biomecânico dos canais mesial e distal.

	Cavidade de Acesso	Volume		Área de superfície	
		RB	RM	RB	RM
Δ Distal	Tradicional	2,92 \pm 1,97	1,48 \pm 1,55	4,91 \pm 1,74	6,47 \pm 4,65
	Conservador	2,45 \pm 0,97	1,30 \pm 1,60	4,81 \pm 1,93	6,47 \pm 4,65
	Ultraconservador	2,02 \pm 1,19	1,78 \pm 1,27	37,62 \pm 6,68	29,75 \pm 5,49
Δ Mesial	Tradicional	4,20 \pm 1,51	3,41 \pm 1,27	8,29 \pm 4,93	8,98 \pm 3,85
	Conservador	4,45 \pm 1,71	2,61 \pm 0,99	4,910 \pm 1,74	6,74 \pm 5,71
	Ultraconservador	3,91 \pm 2,01	3,29 \pm 2,46	12,34 \pm 3,11	9,25 \pm 5,49

A análise de variância demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa para a variação dos valores de área de superfície e volume, entre os tipos de cavidade e sistemas de instrumentação, em nenhum dos canais avaliados ($p > 0.05$).

A tabela 6 evidencia a análise de variância dos dados de transporte dos canais méso-vestibular, méso-lingual e distal, em relação ao tipo de acesso endodôntico, sistemas de instrumentação e terços radiculares, sendo que os valores de $p < 0,0001$ evidenciam que houve diferença estatisticamente significativa entre os fatores avaliados.

Tabela 6. Resultados da Análise de variância para a comparação entre cavidade endodôntica de acesso, sistemas de instrumentação e terços radiculares em relação aos dados de transporte dos canais radiculares (Mésio-vestibular; Mésio-lingual; Distal).

Fonte de Variação	MV (p)	ML(p)	D(p)
Cavidade de Acesso	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Sistema de instrumentação	<0,0001	0,621	<0,0001
Terços	<0,0001	<0,0001	0,612
Acesso/ Sistema de instrumentação	<0,0001	<0,053	<0,0001
Acesso/ Terços	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Sistema de instrumentação/ Terços	0,901	0,325	<0,001
Acesso/ Sistema de instrumentação/ Terços	0,148	0,442	<0,0001

Os valores de média e desvio-padrão do transporte dos canais radiculares nas diferentes cavidades de acesso endodôntico e terços radiculares estão dispostos na Tabela 7.

Tabela 7. Médias e desvio padrão do transporte dos canais radiculares para as cavidades endodônticas de acesso e sistemas de instrumentação

Terço Radicular	Canal Radicular	Acesso Tradicional		Acesso Conservador		Acesso Ultraconservador	
		RB	RM	RB	RM	RB	RM
Cervical	MV	0,180 ± 0,06Aa	0,163 ± 0,04Aa	0,111 ± 0,06Aa	0,095 ± 0,04Aa	0,300 ± 0,05Ab	0,265 ± 0,11Ab
	ML	0,114 ± 0,16Aa	0,131 ± 0,15Aa	0,072 ± 0,04Aa	0,087 ± 0,04Aa	0,267 ± 0,16Ab	0,059 ± 0,04Aa
	D	0,133 ± 0,03Bb	0,124 ± 0,03Bb	0,063 ± 0,05Aa	0,042 ± 0,04Aa	0,084 ± 0,03Aa	0,066 ± 0,05Aa
Médio	MV	0,179 ± 0,05Aa	0,191 ± 0,06Aa	0,043 ± 0,01Aa	0,048 ± 0,02Aa	0,225 ± 0,10ABb	0,105 ± 0,06Ba
	ML	0,088 ± 0,04Aa	0,073 ± 0,05Aa	0,102 ± 0,07Aa	0,066 ± 0,05Aa	0,248 ± 0,07Aa	0,187 ± 0,13Aa
	D	0,048 ± 0,02Aa	0,060 ± 0,03Aa	0,031 ± 0,01ABa	0,025 ± 0,04Aa	0,269 ± 0,07Cb	0,057 ± 0,01Aa
Apical	MV	0,125 ± 0,10Aa	0,188 ± 0,11Aa	0,082 ± 0,05Aa	0,072 ± 0,02Aa	0,167 ± 0,02Bb	0,044 ± 0,02Ba
	ML	0,038 ± 0,01Aa	0,037 ± 0,02Aa	0,055 ± 0,04Ba	0,078 ± 0,05Ba	0,130 ± 0,04Ab	0,051 ± 0,02Aa
	D	0,040 ± 0,03Aa	0,044 ± 0,04Aa	0,097 ± 0,04ABb	0,107 ± 0,07Ba	0,152 ± 0,01Ba	0,097 ± 0,04Aa

* Letras maiúscula diferentes na mesma coluna indicam diferenças estatísticas para os valores dos terços ($p < 0.05$). Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença estatística para os valores entre os grupos ($p < 0.05$).

Em relação ao transporte dos canais radiculares, na cavidade de acesso endodôntico tradicional não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os sistemas de instrumentação ($p > 0.05$), entretanto, no canal méso-vestibular observou-se o maior transporte no terço médio e apical, independentemente do sistema de instrumentação ($p < 0.05$) (Tabela 7).

Na cavidade acesso endodôntico conservadora, o sistema de instrumentação R-Motion apresentou os menores valores de transporte no terço cervical e médio para o canal distal em comparação com o sistema Reciproc Blue ($p < 0.05$). Já para o canal méso-vestibular, o maior transporte foi observado nos terços cervical e apical, independentemente do sistema de instrumentação avaliado ($p < 0.05$) (Tabela 7).

Para a cavidade de acesso endodôntico ultraconservadora (*Truss*), o sistema de instrumentação R-Motion apresentou os menores valores de transporte

no canal méso-lingual nos terços cervical e apical, canal méso-vestibular no terço apical e canal distal nos terços médio e apical, em comparação ao sistema Reciproc Blue ($p < 0.05$) (Tabela 7).

A tabela 8 apresenta a porcentagem de paredes preparadas e não preparadas de acordo com o tipo de cavidade de acesso endodôntico.

Tabela 8. Médias e desvio padrão do percentual de paredes preparadas do canal radicular para as cavidades endodônticas de acesso e sistemas de instrumentação

Sistema de Instrumentação	Cavidade Endodôntica de Acesso		
	Tradicional	Conservador	Ultraconservador
Reciproc Blue	76,50 ± 6,30	78,43 ± 8,34	76,25 ± 11,51
R-Motion	75,63 ± 9,28	77,67 ± 10,28	73,88 ± 2,53

A análise de variância evidenciou que o tipo de cavidade de acesso endodôntico não influenciou no percentual de paredes preparadas e não preparadas entre os diferentes sistemas de instrumentação avaliados ($p > 0.05$) (Tabela 8).

Os dados da porcentagem de remoção de estrutura dental estão representados na Tabela 9.

Tabela 9 Valores de volume (mm^3) antes e após confecção de cavidade endodôntica de acesso e porcentagem de remoção de estrutura dental (%).

Cavidade de Acesso	Antes	Após	%
Tradicional	579,41 ± 67,99	464,33 ± 54,54	19,95 ± 0,84A
Conservador	538,04 ± 65,34	457,04 ± 55,27	14,66 ± 0,70B
Ultraconservador	543,45 ± 74,52	512,14 ± 72,21	5,51 ± 0,74C

Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas ao teste T ($p < 0.05$).

As cavidades de acesso ultraconservadoras (*Truss*) apresentaram diferença estatisticamente significativa na menor porcentagem de remoção de estrutura dental quando comparado às cavidades de acesso tradicional e conservador ($p < 0.05$) (Tabela 9).

Análise da obturação e do protocolo restaurador

Para os resultados de porcentagem de remanescente de material obturador, foi observado que a cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*) apresentou a maior porcentagem de material obturador remanescente (Tabela 10), seguido das cavidades de acesso conservadora e tradicional ($p < 0.05$).

Tabela 10 Médias e desvio padrão da porcentagem de material obturador para as cavidades endodônticas de acesso e materiais restauradores.

Cavidade de Acesso	Média
Tradicional	0,19 ± 0,07 ^a
Conservador	0,47 ± 0,40 ^a
Ultraconservador	11,7 ± 5,70 ^B

*Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas nas colunas ($p < 0.05$).

A análise qualitativa dos modelos tridimensionais evidenciou a presença de espaços vazios nas áreas de junção entre os incrementos de resina composta micro-híbrida *flow* e regular e *bulk fill flow* e regular e também na interface dente/restauração para as cavidades de acesso tradicional e conservadora. Já para as cavidades de acesso ultraconservadora foram observados espaços vazios localizados principalmente abaixo do teto da câmara pulpar, nas paredes vestibular e lingual, e entre as camadas e material restaurador (Figura 7).

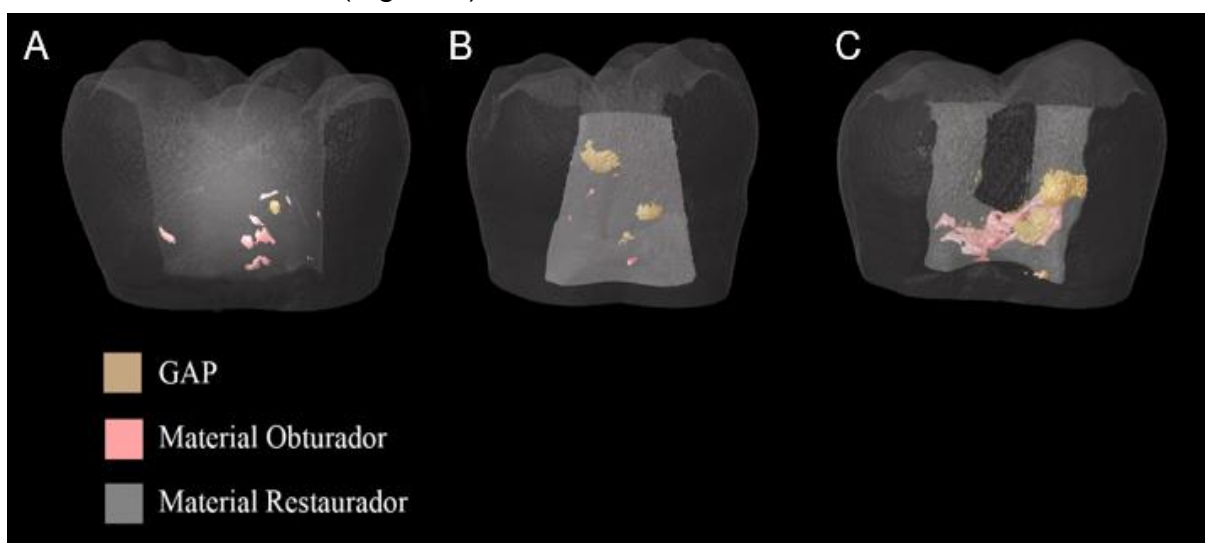


Figura 7. Reconstrução dos modelos 3D das cavidades de acesso com a localização dos espaços vazios e remanescente de material obturador. **A)** Cavidade de acesso tradicional **B)** Cavidade de acesso conservador **C)** Cavidade de acesso ultraconservador (*Truss*).

A tabela 11 apresenta os dados de porcentagem de espaços vazios nos diferentes tipos de acesso endodôntico.

Tabela 11. Médias e desvio padrão da porcentagem de espaços vazios para as cavidades endodônticas de acesso e materiais restauradores

Material Restaurador	Tradicional	Conservador	Ultraconservador
Resina Micro-híbrida <i>flow</i> + regular	0,27 ± 0,77a	0,44 ± 0,63a	5,05 ± 2,49b
Resina <i>Bulk fill flow</i> + regular	0,24 ± 0,19a	0,38 ± 0,59a	4,80 ± 2,42b

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença estatística para os valores entre os grupos de cavidade ($p < 0.05$).

A cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*) apresentou maior porcentagem de espaços vazios quando comparada às cavidades de acesso tradicional e conservadora ($p < 0.05$). Em relação ao material restaurador, não houve diferenças estatisticamente significantes entre cavidades restauradas com resina *bulk fill* fluida associada a *bulk fill* regular e resina micro-híbrida *flow* associada a micro-híbrida regular ($p > 0.05$) (Tabela 11).

Análise da resistência à fratura

Os valores de média e desvio-padrão da resistência à fratura estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Médias e desvio padrão de resistência a fratura em Newtons (N) para as cavidades endodônticas de acesso e material restaurador.

Instrumentos	Resinas	Tradicional	Conservador	Ultraconservador	Controle
RB	Bulk fill	1113,99 ± 46,7A	1470,07 ± 42,2B	1950,03 ± 135,8C	2280,80±231D
	Micro Híbrida	1047,47 ± 45,5A	1232,14 ± 45,3B	1786,01 ± 82C	
RM	Bulk Fill	1167,34 ± 86,6A	1446,52 ± 64,3B	1934,63 ± 103,2C	
	Micro Híbrida	966,65 ± 127,9A	1292,13 ± 96,2B	1699,23 ± 51,5C	

*Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas nas linhas e ($p < 0.05$).

A análise de variância evidenciou diferenças estatisticamente significantes entre o grupo controle (dente hígido) e demais grupos experimentais avaliados ($p < 0.05$) (Tabela 12).

Os maiores valores de resistência à fratura foram observados para o grupo controle (dentes hígidos) ($p < 0.05$) (Tabela 12). Quando avaliado o tipo de cavidade de acesso entre si, o acesso ultraconservador (*Truss*) apresentou os maiores valores de resistência à fratura, sendo estatisticamente diferente das cavidades de acesso conservador e tradicional ($p < 0.05$), independentemente do tipo de instrumento e protocolo restaurador avaliados.

Os tipos de padrões de falhas observados após o teste de resistência à fratura estão dispostos na Tabela 13.

Tabela 13. Padrão de falha observado para cavidades endodônticas de acesso e material restaurador

Grupo	Padrão de falha			
	I	II	III	IV
Controle (Hígido)	3	4	1	0
Acesso Tradicional + Resina micro-híbrida fluida e regular	0	5	2	1
Acesso Tradicional + Resina <i>bulk fill</i> fluida e regular	0	5	2	1
Acesso Conservador + Resina micro-híbrida fluida e regular	1	4	2	1
Acesso Conservador + Resina <i>bulk fill</i> fluida e regular	2	3	3	0
Acesso Ultraconservador + Resina micro-híbrida fluida e regular	1	2	4	1
Acesso Ultraconservador + Resina <i>bulk fill</i> fluida e regular	1	3	2	2

O teste qui-quadrado evidenciou que o tipo II foi o padrão de falha mais prevalente em todos os grupos avaliados ($p < 0.05$), independentemente do protocolo restaurador utilizado.

*D*iscussão



Nas últimas décadas observou-se o desenvolvimento de novos instrumentos e técnicas na Endodontia visando o aperfeiçoamento das diferentes etapas do tratamento endodôntico, destacando-se os instrumentos de ligas de NiTi tratadas termicamente, com diferentes designs, conicidades e cinemáticas (ZUPANC; CAHDAT-PAJOUH; SCHAFFER, 2018, GAVINI *et al.*, 2018; SOUSA-NETO *et al.*, 2018; DE CARVALHO *et al.*, 2021), bem como a incorporação de ferramentas de magnificação, como as lupas e a microscopia operatória, o que permite ampliação, iluminação e melhor visualização do campo operatório (ESTRELA *et al.*, 2017; MENDES *et al.*, 2020).

Em conjunto, esses avanços possibilitaram a realização de cavidades de acesso que visam preservar a estrutura dental remanescente, particularmente da dentina pericervical e do teto da câmara pulpar no caso das cavidades conservadoras (CLARK; KHADEMI, 2010) e ultraconservadoras (*Truss*), que propõem a manutenção da ponte de esmalte/dentina (KRISHAN *et al.*, 2014; AUSWIN & RAMESH, 2017; NEELAKANTAN *et al.*, 2018; CORSENTINO *et al.*, 2018; SHABBIR *et al.*, 2021). Paralelamente, a literatura evidencia demanda crescente em relação ao estudo de diferentes protocolos restauradores para estes tipos de cavidades de acesso endodôntico (NEELAKANTAN *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2020b; PEREIRA *et al.*, 2021), de modo a diminuir o risco de fratura de dentes tratados endodonticamente. Frente a isso, no presente estudo, foi avaliado o impacto da cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*) no preparo biomecânico com instrumentos de menor conicidade tratados termicamente, bem como o efeito de resinas *flow* de menor contração de polimerização, no comportamento biomecânico de molares inferiores submetidos ao tratamento endodôntico.

Em relação a metodologia, destaca-se que a avaliação dos efeitos do preparo

biomecânico, bem como a análise do conjunto dente/material restaurador e comportamento biomecânico dos dentes tratados endodonticamente foram realizados nos mesmos espécimes, em busca de uma análise integrada dos resultados observados, uma vez que o prognóstico do tratamento endodôntico está relacionado não apenas com a técnica endodôntica, mas também com o protocolo restaurador (PEDRO *et al.*, 2016).

Em relação a seleção da amostra, foram utilizados molares inferiores, uma vez que são o grupo de dentes posteriores com maior prevalência de fraturas radiculares verticais (PRADEEPKUMAR *et al.*, 2016). O uso da micro-CT permitiu uma criteriosa seleção em relação aos dados bidimensionais de comprimento de coroa e raiz, e dos dados tridimensionais de volume e área de superfície do canal e da coroa do dente, de modo que esses dados possibilitaram a formação de grupos experimentais balanceados do ponto de vista anatômico. Aspectos esses, fundamentais para a obtenção de confiabilidade com redução do risco de viés (DE-DEUS *et al.*, 2020; UZUNOGLU-ÖZYÜREK, KÜÇÜKKAYA-EREN & KARAHAN, 2021) dos resultados da análise tridimensional quantitativa do preparo biomecânico (PETERS *et al.*, 2001; GUTMANN & GAO, 2012, SOUSA-NETO *et al.*, 2018; PEREIRA *et al.*, 2021), bem como da análise quantitativa e qualitativa em relação a presença de espaços vazios e remanescente de material obturador no conjunto dente/material restaurador (ERSEN, GÜRBÜZ & ÖZCAN, 2020; SILVA *et al.*, 2020b; PEREIRA *et al.*, 2021).

Já em relação ao comportamento biomecânico, o teste de resistência à fratura permitiu analisar o desempenho do dente tratado endodonticamente, sobretudo do conjunto dente/material restaurador, em situações de aplicação de cargas pontuais e de alta intensidade (ROSATTO *et al.*, 2015). Enquanto a análise do padrão de falha, por meio de estereomicroscopia, consiste em metodologia complementar fundamental

para determinação do prognóstico, que permitiu a classificação em fratura restaurável ou não, de acordo com a extensão da fratura (BURKE *et al.*, 1992; ROSATTO *et al.*, 2015; PEREIRA *et al.*, 2021).

Assim, na análise dos resultados sobre os efeitos das cavidades de acesso tradicional, conservadora e ultraconservadora (*Truss*) no preparo biomecânico, observou-se que os sistemas de instrumentação R-motion e Reciproc Blue apresentaram valores similares de volume, área de superfície e porcentagem de paredes preparadas do canal radicular independentemente da cavidade ($p>0.05$). Esses resultados podem ser atribuídos ao desenho dos instrumentos, uma vez que os instrumentos R-motion apresentam parte ativa com conicidade fixa, sendo o mesmo taper em D0 e D16 (DE CARVALHO *et al.*, 2021). Portanto, o instrumento R-Motion 30/.04 apresenta diâmetro final (D16) de 0,94mm, valor próximo ao instrumento Reciproc Blue 25/.08, que possui conicidade variada sendo o taper /.08 fixo nos primeiros 3 mm (D0 a D3) e diâmetro final (D16) igual a 1,05mm para os instrumentos 25/.08 (ALCALDE *et al.*, 2018; DE-DEUS *et al.*, 2017; GUNDOGAR & OZYUREK, 2017; PLOTINO *et al.*, 2018, DUQUE *et al.*, 2020), o que justifica os valores similares de volume, área de superfície e paredes preparadas dos canais radiculares ($p>0.05$), o que também foi observado no estudo de De Carvalho *et al.* (2021).

Em relação ao transporte do canal radicular, a cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*) propiciou maior transporte no canal méso-vestibular comparada à cavidade conservadora ($p<0.05$), que por sua vez propiciou maior transporte quando comparada à cavidade tradicional ($p<0.05$), independentemente do instrumento avaliado ($p>0.05$). Sendo que em relação aos terços, a cavidade ultraconservadora apresentou os menores valores de transporte nos terços apical no

canal méso-vestibular ($p < 0.05$), nos terços médio e apical no canal méso-lingual ($p < 0.05$) e nos terços médio e apical no canal distal ($p > 0.05$) quando utilizado o sistema R-motion. Isso pode ser atribuído ao volume da massa metálica do instrumento, que é diretamente afetado pela conicidade, desenho da seção transversal e diâmetro da ponta (BAEK *et al.*, 2011; VIVAN *et al.*, 2019). Destaca-se que a menor conicidade do instrumento R-motion permite que o instrumento percorra livre ao longo do canal radicular até o comprimento de trabalho, sem apresentar interferências na região cervical, mesmo no caso de cavidades de acesso conservadora e ultraconservadora (*Truss*), com resultados semelhantes a instrumentos de maiores conicidades.

Além disso, instrumentos com maior conicidade tendem a apresentar maiores valores de massa metálica, como no caso do instrumento Reciproc Blue, o que impacta na resistência à torção e efeito de memória de forma, uma vez que o instrumento tende a retomar a sua forma original, dependendo da temperatura (SILVA 2018). Esse fator pode levar ao aumento da remoção de dentina em regiões desnecessárias (DE-DEUS *et al.*, 2019), sendo essas características reduzidas nos instrumentos de menor massa metálica, como o R-Motion (DE CARVALHO *et al.*, 2021).

Em relação a análise do conjunto dente/material restaurador, os resultados demonstraram maior porcentagem de espaços vazios no grupo de cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*), independentemente do protocolo restaurador utilizado ($p < 0.05$). Isso pode ser atribuído ao tamanho reduzido da cavidade ultraconservadora (*Truss*) bem como à maior porcentagem de remanescente de material obturador presente na cavidade, fatores que influenciam na execução da técnica restauradora (CHO *et al.*, 2011; HAN & PARK., 2017) durante o procedimento

de inserção da resina na cavidade de acesso ultraconservadora (SILVA *et al.*, 2020b; PEREIRA *et al.*, 2021), mesmo com uso de resinas compostas *flow* de menor viscosidade. Destaca-se que embora todos os procedimentos operatórios tenham sido realizados com uso de microscopia operatória, conforme recomendado para casos de cavidades conservadoras e ultraconservadoras (MENDES *et al.*, 2020), o tamanho reduzido da cavidade ultraconservadora (*Truss*) não impediu a formação de espaços vazios, diferentemente do que ocorreu nas cavidades conservadora e tradicionais, que por apresentarem maiores dimensões influenciaram positivamente na técnica restauradora.

Além disso, destaca-se que as resinas compostas *flow* apresentam baixa dureza superficial e baixo módulo de elasticidade, e por isso não podem ser utilizadas como material restaurador único, sendo necessária a utilização de uma camada superficial de resina regular sobre este material de modo a conferir uma maior resistência à abrasão durante os esforços mastigatórios (ILIE; BUCUTA; DRAENERT, 2013; FURNESS *et al.*, 2014; ROSATTO *et al.*, 2015). Portanto, no primeiro grupo experimental foi utilizada técnica incremental de 2mm com resina micro-híbrida *flow* e resina regular; já para o segundo grupo utilizou-se técnica incremental de 4mm com resina Bulk fill *flow* e resina regular, sendo que a avaliação da porcentagem de espaços vazios bem como a análise do comportamento biomecânico dos dentes tratados endodonticamente foram realizadas levando em consideração todo o conjunto dente/material restaurador.

Em relação à resistência à fratura dos dentes tratados endodonticamente, os maiores valores foram observados no grupo de cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*) em comparação às cavidades de acesso conservadora e tradicional ($p < 0.05$). Isso pode estar relacionado com a menor porcentagem de remoção de tecido

dentário durante a confecção das cavidades de acesso ultraconservadora (*Truss*) (5,51%), uma vez que o volume de dentina coronal perdido desempenha um papel significativo no prognóstico dos dentes tratados endodonticamente (NAGASIRI & CHITMONGKOLSUK, 2005; CLARK & KHADEMI, 2010). Além disso, a manutenção da ponte de esmalte/dentina, que mantém a fossa central e os sulcos lingual e mesiovestibular intactos também apresenta influência nos valores superiores de resistência à fratura, uma vez que a cavidade de acesso conservadora e tradicional apresentaram menor resistência à fratura em comparação a cavidade ultraconservadora (*Truss*) ($p < 0.05$) conforme já observado na literatura (ABOUELNAGA *et al.*, 2019; SABERI *et al.*, 2020, SANTOSH *et al.*, 2021).

Em relação ao padrão de falha todos os grupos apresentaram maior prevalência de fraturas favoráveis e possíveis de restauração (Tipo I, II e III) (BURKE *et al.*, 1992), semelhantes ao grupo controle ($p > 0.05$). Isso pode ser atribuído à manutenção das cristas marginais, o que influencia diretamente no padrão de fratura da estrutura do dente, seja ela restaurável ou não, correlacionando o tipo de fratura ao padrão de distribuição de tensões ao longo da estrutura dentária (SOARES *et al.*, 2008b; PEREIRA *et al.*, 2021). Cabe salientar que em todos os grupos analisados, as cavidades de acesso foram restauradas com resinas compostas associadas ao sistema adesivo, o que segundo alguns autores promove o reforço interno da estrutura dental de dentes tratados endodonticamente reduzindo a deflexão de cúspides (SOARES *et al.*, 2008a; PRADEEP *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2016).

Portanto, de acordo com os resultados obtidos nos estudos realizados, reforça-se a influência da cavidade de acesso no preparo biomecânico e no comportamento biomecânico de molares inferiores, sendo que instrumentos de menor conicidade apresentaram eficaz modelagem do canal radicular mesmo no caso da cavidade

ultraconservadora (*Truss*), que além disso, apresentou maior resistência a fratura em comparação às cavidades tradicional e conservadora. Assim, nota-se que frente às mudanças no conceito de acesso endodôntico, torna-se necessária a avaliação do remanescente dentário, bem o planejamento do preparo biomecânico de modo individualizado e escolha do protocolo restaurador, uma vez que vão apresentar influência direta sobre o prognóstico do tratamento.

Conclusão



Assim, com base na metodologia empregada e nos resultados obtidos neste estudo, é lícito concluir que:

- Os instrumentos R-motion apresentaram valores similares de volume, área de superfície e paredes preparadas em comparação ao instrumento Reciproc Blue, nas cavidades de acesso tradicional, conservadora e ultraconservadora (*Truss*).
- Os instrumentos R-motion apresentaram menor transporte do canal radicular em cavidades de acesso ultraconservadoras (*Truss*), em comparação aos instrumentos Reciproc Blue.
- A porcentagem de espaços vazios foi maior na cavidade ultraconservadora (*Truss*), independentemente do material restaurador utilizado.
- A cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*) apresentou maior acúmulo de remanescente de material obturador do tratamento endodôntico, em comparação às cavidades de acesso tradicional e conservadora.
- A cavidade de acesso ultraconservadora (*Truss*) apresentou melhor resistência à fratura e padrão de falha com fraturas favoráveis em comparação às cavidades de acesso tradicional e conservadora, independentemente do material restaurador utilizado.

Referências



- AAE. Glossary of endodontics terms, 10th edition. **Chicago: American Association of Endodontists**, 2020.
- ABOU-ELNAGA M.Y; ALKHAWAS M.A.M.; KIM H.C.; REFAI A.S. Effect of Truss Access and Artificial Truss Restoration on the Fracture Resistance of Endodontically Treated Mandibular First Molars. **J Endod**. v.45, n.6, p. 813-817, 2019.
- ABOU-RASS, M.; FRANK, A.L.; & GLICK, D.H.; The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. **J American Dental Assoc**. V.101, p. 792–794, 1980.
- ALCALDE M.P.; DUARTE M.A.H.; BRAMANTE C.M.; DE VASCONSELOS B.C.; TANOMARU-FILHO M.; GUERREIRO-TANOMARU J.M.; PINTO J.C.; SÓ M.V.R.; VIVAN R.R. Cyclic fatigue and torsional strength of three different thermally treated reciprocating nickel-titanium instruments. **Clin Oral Investig**. v. 22, n. 4, p. 1865 – 1871, 2018.
- ALOVISI M.; PASQUALINI D.; MUSSO E.; BOBBIO E.; GIULIANO C.; MANCINO D.; SCOTTI N.; BERUTTI E. Influence of Contracted Endodontic Access on Root Canal Geometry: An In Vitro Study. **J Endod**. v. 44, n. 4, p. 614-620, 2018.
- AUSWIN M.K.; RAMESH S. Truss access new conservative approach on access opening of a lower molar: A case report. **J Adv Pharm Ed. & Research**. v. 3, n. 7, p. 344-347, 2017.
- BAEK, S.H.; LEE, C.J.; VERSLUIS, A.; KIM, B.M.; LEE, W.; KIM, H.C. Comparison of torsional stiffness of nickel-titanium rotary files with different geometric characteristics. **J Endod**, v. 37, p. 1283– 1286, 2011.
- BÓVEDA, C.; KISHEN, A. Contracted endodontic cavities: the foundation for less invasive alternatives in the management of apical periodontitis. **Endodontic Topics**, v. 33, p. 169–186, 2015.
- BURKE F. J. Tooth fracture in vivo and in vitro. **J Dent**, v. 20, n. 3, 131–139, 1992.
- BLACK, G.V. (1908) Operative dentistry, 1st edition. Chicago: Medico-Dental Publishing.

- CHAUDHARI R.; VORA J.J.; PATEL V.; LACALLE L.N.L.; PARIKH D.M. Effect of WEDM Process Parameters on Surface Morphology of Nitinol Shape Memory Alloy. **Materials** (Basel). v.13 n. 21, p. 4943, 2020.
- CHLUP Z.; ŽIŽKA R.; KANIA J.; PŘIBYL M. Fracture behaviour of teeth with conventional and mini-invasive access cavity designs. **J. Europ. Ceramic Society**. v. 37, n. 14, p. 4423-9, 2017.
- CHO E.; SADR A.; INAI N.; TAGAMI J. Evaluation of resin composite polymerization by three dimensional micro-CT imaging and nanoindentation. **Dental Materials** v. 27, p. 1070– 8, 2011
- CHRISTIE W.H.; THOMPSON G.K. The importance of endodontic access in locating maxillary and mandibular molar canals. **J Can Dent Assoc**. v. 60, n. 6, p. 527-532, 1994.
- CLARK D.; KHADEMI J. Modern molar endodontic access and directed dentin conservation. **Dent Clin North Am**. v. 54, n. 2, p. 249-73, 2010.
- CORSENTINO G.; PEDULLÀ E.; CASTELLI L.; LIGUORI M.; SPICCIARELLI V.; MARTIGNONI M.; FERRARI M.; GRANDINI S. Influence of Access Cavity Preparation and Remaining Tooth Substance on Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth. **J Endod**. v. 44, n. 9, p. 1416-1421, 2018.
- DA VEIGA A.M.; CUNHA A.C.; FERREIRA D.M.; et al. Longevity of direct and indirect resin composite restorations in permanent posterior teeth: A systematic review and meta-analysis. **J Dent**. v.54, p. 1-12, 2016.
- DE CARVALHO, K.; PETEAN, I.; SILVA-SOUSA, A. C.; DE CAMARGO, R. V.; MAZZI-CHAVES, J. F.; SILVA-SOUSA, Y.; SOUSA-NETO, M. D. Impact of several NiTi-thermally treated instrumentation systems on biomechanical preparation of curved root canals in extracted mandibular molars. **Int Endod J**. v. 55 n. 1, p. 124–136, 2021.
- DE-DEUS, G.; BELLADONNA, F. G.; SIMÕES-DE CARVALHO, M.; CAVALCANTE, D. M.; RAMALHO, C. N. M. J.; SOUZA, E. M.; LOPES, R. T.; SILVA, E. J. N. L. Shaping efficiency as a function of time of a new heat-treated instrument. **Int Endod J**, v. 52, n. 3, p. 337-342, 2019.

- DE-DEUS, G.; SILVA, E. J.; VIEIRA, V. T.; BELLADONNA, F. G.; ELIAS, C. N.; PLOTINO, G.; GRANDE, N. M. Blue Thermomechanical Treatment Optimizes Fatigue Resistance and Flexibility of the Reciproc Files. **J Endod**, v. 43, n. 3, p. 462–466, 2017.
- DE-DEUS, G.; SIMÕES-DE CARVALHO, M.; BELLADONNA, F. G.; VERSIANI, M. A.; SILVA, E. J. N. L.; CAVALCANTE, D. M.; SOUZA, E. M.; JOHNSEN, G. F.; HAUGEN, H. J.; PACIORNIK, S. Creation of well-balanced experimental groups for comparative endodontic laboratory studies: a new proposal based on micro-CT and in silico methods. **Int Endod J**, v. 53, n. 7, p. 974-985, 2020.
- DUQUE J.A.; BRAMANTE C.M.; DUARTE M.A.H.; ALCALDE M.P.; SILVA E.J.N.L.; VIVAN R.R. Cyclic Fatigue Resistance of Nickel-Titanium Reciprocating Instruments after Simulated Clinical Use. **J Endod**. v. 46, n. 11, p. 1771–1775, 2020.
- ERSEN K.A.; GÜRBÜZ Ö.; ÖZCAN M. Evaluation of polymerization shrinkage of bulk-fill resin composites using microcomputed tomography. *Clinical Oral Investigation* 24, 1687– 93, 2020.
- ESTRELA C.; PÉCORÁ J.D.; ESTRELA C.R.A.; GUEDES O.A.; SILVA B.S.F.; SOARES C.J.; SOUSA-NETO M.D. Common Operative Procedural Errors and Clinical Factors Associated with Root Canal Treatment. **Braz Dent J**. v. 2, p. 179-190, 2017.
- FURNESS, A.; TADROS, M. Y.; LOONEY, S. W.; RUEGGEBERG, F. A. Effect of bulk/incremental fill on internal gap formation of bulk-fill composites. **J Dent**, v. 42, n. 4, p. 439-449, 2014.
- GAGLIARDI, J.; VERSIANI, M. A.; DE SOUSA-NETO, M. D.; PLAZAS-GARZON, A.; BASRANI, B. (2015). Evaluation of the Shaping Characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper Universal in Curved Canals. **J Endod**, v. 41, n. 10, p. 1718–1724, 2015.
- GAVINI, G., SANTOS, M. D., CALDEIRA, C. L., MACHADO, M., FREIRE, L. G., IGLECIAS, E. F., PETERS, O. A., & CANDEIRO, G. (2018). Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. **Braz. Oral Research**, v. 32, n. 1, p. 67, 2018.
- GOERIG, A. C.; MICHELICH, R. J.; SCHULTZ, H. H. Instrumentation of root canals in molar using the step-down technique. **J Endod**, v. 8, n.12, p. 550–554, 1982.

- GUNDOGAR, M.; OZYUREK, T. Cyclic Fatigue Resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue Nickel-titanium Instruments. **J Endod**, v. 43, n. 7, p. 1192-1196, 2017.
- GUTMANN, J. L.; GAO, Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. **Int Endod J**, v. 45, n. 2, p. 113-128, 2012.
- HAMOUDA IM, SHEHATA SH. Fracture resistance of posterior teeth restored with modern restorative materials. **J Biomed Res.** v. 25, n. 6, p. 418 – 424, 2011.
- HAN S.H.; PARK S.H. Comparison of internal adaptation in class II bulk-fill composite restorations using micro-CT. **Operative Dentistry** v. 42, p. 203– 14, 2017.
- ILIE, N.; BUCUTA, S.; DRAENERT, M. Bulk-fill resin-based composites: an in vitro assessment of their mechanical performance. **Oper Dent.** v. 38, n. 6, p. 618-625, 2013.
- KRISHAN R.; PAQUÉ F.; OSSAREH A.; KISHEN A.; DAO T.; FRIEDMAN S. 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, 2014.
- LIMA, C. O.; BARBOSA, A.; FERREIRA, C. M.; FERRETTI, M. A.; AGUIAR, F.; LOPES, R. T.; FIDEL, S. R.; SILVA, E. 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, 2021.
- MAKATI D.; SHAH N.C.; BRAVE D.; SINGH RATHORE V.P.; BHADRA D.; DEDANIA M.S. Evaluation of remaining dentin thickness and fracture resistance of conventional and conservative access and biomechanical preparation in molars using cone-beam computed tomography: An *in vitro* study. **J Conserv Dent.** v. 21, n. 3, p. 324 – 327, 2018.
- MAMEDE-NETO, I.; BORGES, Á. H.; ALENCAR, A.; DUARTE, M.; SOUSA NETO, M. D.; ESTRELA, C. Multidimensional Analysis of Curved Root Canal Preparation Using Continuous or Reciprocating Nickel-titanium Instruments. **Open Dent. J**, 12, 32–45, 2018.

- MAMEDE-NETO, I.; BORGES, A. H.; GUEDES, O. A.; DE OLIVEIRA, D.; PEDRO, F. L.; ESTRELA, C. Root Canal Transportation and Centering Ability of Nickel-Titanium Rotary Instruments in Mandibular Premolars Assessed Using Cone-Beam Computed Tomography. **Open Dent. J.**, 11, 71–78, 2017.
- MASKE, A.; WESCHENFELDER, V.M.; SOARES GRECCA VILELLA, F.; BURNETT JUNIOR, L.H.; DE MELO, T.A.F. Influence of access cavity design on fracture strength of endodontically treated lower molars. **Aust Endod J.**, v. 47, p. 5–10, 2021.
- MENDES, E. B.; SOARES, A. J.; MARTINS, J.; SILVA, E.; FROZONI, M. R. Influence of access cavity design and use of operating microscope and ultrasonic troughing to detect middle mesial canals in extracted mandibular first molars. **Int Endod J.** v. 53, n. 10, 1430–1437, 2020.
- MOORE B.; VERDELIS K.; KISHEN A.; DAO T.; FRIEDMAN S. Impacts of Contracted Endodontic Cavities on Instrumentation Efficacy and Biomechanical Responses in Maxillary Molars. **J Endod.** v.42, n. 12, p. 1779-1783, 2016.
- NAGASIRI, R.; CHITMONGKOLSUK, S. Long-term survival of endodontically treated molars without crown coverage: a retrospective cohort study. **The J. Prosthetic Dentistry**, v. 93, n. 2, p. 164–170, 2005.
- NEELAKANTAN P.; KHAN K.; HEING 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? **J Endod.** v. 44, n. 2, p. 274-279, 2018.
- ÖZYÜREK T.; ÜLKER Ö.; DEMIRYÜREK E.Ö.; YILMAZ F. 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, 2018.
- PAI S.; NAIK N.; PATIL V.; KAUR J.; AWASTI S.; NAYAK N. Evaluation and Comparison of Stress Distribution in Restored Cervical Lesions of Mandibular Premolars: Three-dimensional Finite Element Analysis. **J Int Soc Prev Community Dent.** v. 9, n. 6, p. 6005 – 611, 2019.
- PATEL S.; RHODES J. A practical guide to endodontic access cavity preparation in molar teeth. **Br Dent J.** v. 203, n. 3, p. 133-40, 2007.

PEDRO F.M.; MARQUES A.; PEREIRA T.M.; et al. Status of Endodontic Treatment and the Correlations to the Quality of Root Canal Filling and Coronal Restoration. **J Contemp Dent Pract**, v. 17, n.10, p. 830-36, 2016.

PENG, W., ZHOU, X., GAO, Y., & XU, X. Effect of Access Cavity Preparation on Dentin Preservation, Biomechanical Property, and Instrumentation Efficacy: A Micro-Computed Tomographic Study. **J Endod**, v. 22, p. S0099-2399, 2022.

PEREIRA, R.D.; LEONI, G.B.; SILVA-SOUSA, Y.T.; GOMES, E.A.; DIAS, T.R.; BRITO-JUNIOR, M.; et al. Impact of conservative endodontic cavities on root canal preparation and biomechanical behavior of upper premolars restored with different materials. **J Endod**, v. 47, p. 989–999, 2021.

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, n. 7, p. 994 – 1001, 2020.

PETERS, O. A.; LAIB, A.; GOHRING, T. N.; BARBAKOW, F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. **J Endod**, v. 27, n. 1, p. 1-6, 2001.

PLOTINO G.; GRANDE N.M.; ISUFI A.; IOPPOLO P.; PEDULLÀ E.; BEDINI R.; GAMBARINI G.; TESTARELLI L. Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth with Different Access Cavity Designs. **J Endod**. v. 43, n. 6, p.995-1000, 2017.

PLOTINO G.; GRANDE N.M.; TESTARELLI L.; GAMBARINI G.; CASTAGNOLA R.; ROSSETTI A.; ÖZYÜREK T.; CORDARO M.; FORTUNATO L. Cyclic Fatigue of Reciproc and Reciproc Blue Nickel-titanium Reciprocating Files at Different Environmental Temperatures. **J Endod**. v. 44, n. 10, p. 1549 – 1552, 2018.

PRADEEP, P.; KUMAR, V. S.; BANTWAL, S. R.; GULATI, G. S. Fracture strength of endodontically treated premolars: An In-vitro evaluation. **J Int Oral Health**, v. 5, n. 6, p. 9-17, 2013.

PRADEEPKUMAR, A. R.; SHEMESH, H.; JOTHILATHA, S.; VIJAYABHARATHI, R.; JAYALAKSHMI, S.; KISHEN, A. Diagnosis of Vertical Root Fractures in Restored Endodontically Treated Teeth: A Time-dependent Retrospective Cohort Study. **J Endod**, v. 42, n. 8, p. 1175–1180, 2016.

ROPERTO R.; SOUSA Y.T.; DIAS T.; MACHADO R.; PERREIRA R.D.; LEONI G.B.; PALMA-DIBB R.G.; RODRIGUES M.P.; SOARES C.J.; TEICH S.; SOUSA-NETO M.D. Biomechanical behavior of maxillary premolars with conservative and traditional endodontic cavities. **Quint Int.** v. 50, n. 5, p. 350-356, 2019.

ROSATTO C.M.; BICALHO A.A.; VERÍSSIMO C.; BRAGANÇA G.F.; RODRIGUES M.P.; TANTBIROJN D.; VERSLUIS A.; SOARES C.J. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. **J Dent.** v. 43, n. 12, p. 1519 – 1528, 2015.

ROVER G.; BELLADONNA F.G.; BORTOLUZZI E.A.; DE-DEUS G.; SILVA E.J.N.L.; TEIXEIRA C.S. Influence of Access Cavity Design on Root Canal Detection, Instrumentation Efficacy, and Fracture Resistance Assessed in Maxillary Molars. **J Endod.** v. 43, n. 10, p. 1657-1662, 2017.

SABER, S. M.; HAYATY, D. M.; NAWAR, N. N.; KIM, H. C. The Effect of Access Cavity Designs and Sizes of Root Canal Preparations on the Biomechanical Behavior of an Endodontically Treated Mandibular First Molar: A Finite Element Analysis. **J Endod.**, v. 46, n. 11, p. 1675–1681, 2020.

SABERI E.A.; PIRHAJI A.; ZABETIYAN F. Effects of Endodontic Access Cavity Design and Thermocycling on Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth. **Clin Cosmet Investig Dent.** v.12, p. 149-156, 2020.

SABETI M.; KAZEM M.; DIANAT O.; BAHROLOLUMI N.; BEGLOU A.; RAHIMIPOUR K.; DEHNAVI F. 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, 2018.

SANTOSH, S.S.; BALLAL, S.; NATANASABAPATHY, V. Influence of minimally invasive access cavity designs on the fracture resistance of endodontically treated mandibular molars subjected to thermocycling and dynamic loading. **J Endod**, v. 47, p. 1496–1500, 2021.

SHABBIR, J., ZEHRA, T., NAJMI, N., HASAN, A., NAZ, M., PIASECKI, L. et al. Access cavity preparations: classification and literature review of traditional and minimally invasive endodontic access cavity designs. **J Endod**, v. 47, p. 1229–1244, 2021.

SILVA E.J.N.L.; PINTO K.P.; FERREIRA C.M.; BELLADONNA F.G.; DE-DEUS G.; DUMMER P.M.H.; VERSIANI M.A. Current status on minimal access cavity preparations: a critical analysis and a proposal for a universal nomenclature. **Int Endod J**, v. 53, n. 12, p. 1618-1635, 2020. (A)

SILVA E.J.N.L.; OLIVEIRA V.B.; SILVA A.A.; BELLADONNA F.G.; PRADO M.; ANTUNES H.S.; DE-DEUS G. Effect of access cavity design on gaps and void formation in resin composite restorations following root canal treatment on extracted teeth. **Int Endod J**, v. 53, n. 11, p. 1540-1548, 2020. (B)

SILVA, E.; VIEIRA, V.; HECKSHER, F.; DOS SANTOS OLIVEIRA, M.; DOS SANTOS ANTUNES, H.; MOREIRA, E. Cyclic fatigue using severely curved canals and torsional resistance of thermally treated reciprocating instruments. **Clin Oral Investig**, v. 22, n. 7, p. 2633–2638, 2018.

SOARES, P. V.; SANTOS-FILHO, P. C.; GOMIDE, H. A.; ARAUJO, C. A.; MARTINS, L. R.; SOARES, C. J. Influence of restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary premolars. Part II: strain measurement and stress distribution. **J Prosthet Dent**, v. 99, n. 2, p. 114-122, 2008a.

SOARES, P.V.; SANTOS-FILHO, P.C.F.; QUEIROZ, E.C.; ARAUJO, T.C.; CAMPOS, R. E.; ARAUJO, C. A.; SOARES, C. J. Fracture resistance and stress distribution in endodontically treated maxillary premolars restored with composite resin. **J Prosthodont**, v. 17, n. 2, p. 114-119, 2008b.

SOUSA-NETO, M. D.; SILVA-SOUSA, Y. C.; MAZZI-CHAVES, J. F.; DE CARVALHO, K.; BARBOSA, A.; VERSIANI, M. A.; JACOBS, R.; LEONI, G. B. Root canal preparation using micro-computed tomography analysis: a literature review. **Braz. Oral Research**, v. 32 n. 1 p. 66, 2018.

UZUNOGLU-ÖZYÜREK, E.; KÜÇÜKKAYA EREN, S.; KARAHAN, S. Contribution of XP-Endo files to the root canal filling removal: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. **Aust Endod J**, v. 47, n. 3, p. 703–714, 2021.

VELOSO S.R.M.; LEMOS C.A.A.; DE MORAES S.L.D.; DO EGITO VASCONCELOS B.C.; PELLIZZER E.P.; DE MELO MONTEIRO G.Q. Clinical performance of bulk-fill and conventional resin composite restorations in posterior teeth: a systematic review and meta-analysis. **Clin Oral Investig**, v. 23, n. 1, p. 221 – 233, 2019.

VIVAN, R.R.; ALCALDE, M.P.; CANDEIRO, G.; GAVINI, G.; CALDEIRA, C.L.; DUARTE, M.A.H. Torsional fatigue strength of reciprocating and rotary pathfinding instruments manufactured from different NiTi alloys. **Braz. Oral Research**, v. 28, n. 33, p. e097, 2019.

WILCOX, L. R.; WALTON, R. E.; CASE, W. B. Molar access: shape and outline according to orifice locations. **J Endod**, v. 15, n. 7, p. 315–318, 1989.

ZUPANC, J.; VAHDAT-PAJOUH, N.; SCHAFER, E. New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. **Int Endod J**, 2018.

Apêndice



Apêndice 1. Caracterização dos dentes quanto aos valores de média±desvio-padrão de comprimento de coroa (mm), comprimento de raiz (mm) e comprimento total (mm), volume de coroa (mm³), volume de raiz (mm³) e volume total (mm³) para composição dos grupos experimentais (n=56).

Parâmetro	Controle	CATR	CAC	CATS	(p)
Comprimento Coroa	8,38± 0,5	7,98±0,5	8,34±0,5	8,36±0,6	0,386
Comprimento Raiz	13,42±0,6	13,13±0,6	13,12±0,5	13,12±0,4	0,982
Comprimento Total	21,96±0,9	21,09±0,8	21,54±0,8	21,54±0,8	0,482
Volume coroa	601,63±43	579,41±68	538,04 ± 65	543,45±35	0,856
Volume de raiz	671,63±30	636,61±33	664,56±30	655,63±38	0,420
Volume total	1281,83±55	1232,15±60	1224,38±51	1241,24±70	0,723

Apêndice 2. Caracterização dos dentes quanto aos valores de média ±desvio-padrão de volume (mm³), área (mm²) para composição dos grupos experimentais.

Parâmetro	CATR		CAC		CATS	
	RB	RM	RB	RM	RB	RM
Volume	1,37 ± 0,7	1,71 ± 0,3	2,04 ± 0,6	1,73 ± 0,3	1,76 ± 0,6	1,45 ± 0,4
Area	60,11± 3,8	47,16±9,5	57,41±6,7	58,18± 7	52,94 ± 7,3	49,31 ± 4,8

Anexo





USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO
PRETO DA USP - FORP/USP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: IMPACTO DAS RESINAS BULK FILL EM CAVIDADES DE ACESSO ENDODÔNTICO TIPO TRUSS NA RESISTÊNCIA À FRATURA DENTAL

Pesquisador: NATALIA SAUD JUNQUEIRA FRANCO

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 42341321.0.0000.5419

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DA NOTIFICAÇÃO

Tipo de Notificação: Outros

Detalhe: emenda

Justificativa: Em consequência da pandemia COVID-19 que vivenciamos em nosso país, não foi

Data do Envio: 11/02/2022

Situação da Notificação: Parecer Consubstanciado Emitido

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.296.503

Apresentação da Notificação:

Previamente, o Projeto de Pesquisa intitulado "IMPACTO DAS RESINAS BULK FILL EM CAVIDADES DE ACESSO ENDODÔNTICO TIPO TRUSS NA RESISTÊNCIA À FRATURA DENTAL" foi apresentado a este Comitê que, após devida apreciação, recomendou sua aprovação.

Esta notificação, aqui tratada, se refere exclusivamente ao envio do EMENDA ao projeto de pesquisa.

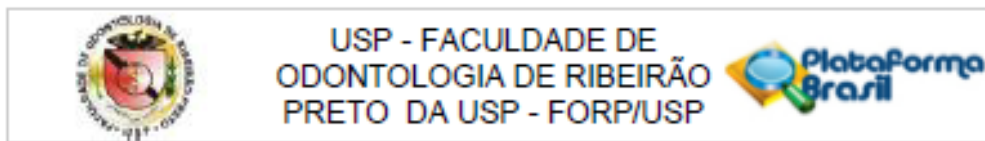
Objetivo da Notificação:

Envio de "Emenda".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

De acordo com a opinião deste relator, não cabe aqui a avaliação específica de riscos e benefícios relacionados a esta pesquisa, tendo em vista que o seu projeto já havia sido devidamente avaliado

Endereço: Avenida do Café s/nº - Bloco K, sala k,10
Bairro: Monte Alegre **CEP:** 14.040-004
UF: SP **Município:** RIBEIRÃO PRETO
Telefone: (16)3315-0493 **Fax:** (16)3315-4102 **E-mail:** cep@forp.usp.br



Continuação do Parecer: 5.296.503

por este Comitê, que o aprovou.

Comentários e Considerações sobre a Notificação:

Foram fornecidos dados suficientemente claros para que os aspectos referentes à Inclusão de Emenda ao projeto de pesquisa fossem apreciados por este relator.

Conforme relata a pesquisadora, em virtude da pandemia COVID-19, não foi possível executar o projeto dentro do prazo, uma vez que a execução e análises dos dados no microtomógrafo demandam uma carga horária alta e atrasou o andamento da pesquisa.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O pesquisador reuniu, no respectivo "Formulário para Emenda", dados suficientemente claros para que esta relatoria fosse plenamente exercida.

Recomendações:

Este relator recomenda ao CEP responsável a aprovação da Emenda a este Projeto de Pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do cumprimento dos requisitos necessários, indicando regularidade da documentação necessária, este relator não destaca nenhuma pendência.

Considerações Finais a critério do CEP:

Emenda aprovada conforme deliberado na 256ª Reunião Ordinária do CEP/FORP de 11/03/2022.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Outros	formulario_para_emenda.docx	11/02/2022 11:23:29	NATALIA SAUD JUNQUEIRA FRANCO	Postado

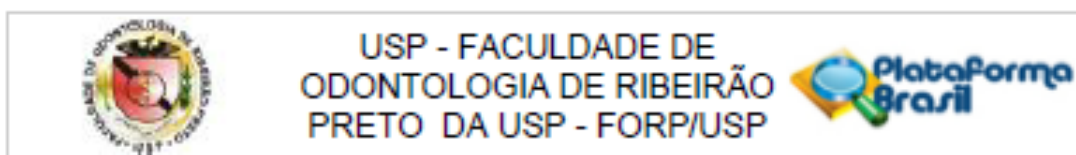
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Avenida do Café s/nº - Bloco K, sala k,10
 Bairro: Monte Alegre CEP: 14.040-904
 UF: SP Município: RIBEIRAO PRETO
 Telefone: (16)3315-0493 Fax: (16)3315-4102 E-mail: cep@forp.usp.br



Continuação do Parecer: 5.296.503

RIBEIRAO PRETO, 17 de Março de 2022

Assinado por:
Simone Cecílio Hallak Regalo
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida do Café s/nº - Bloco K, sala k,10
Bairro: Monte Alegre CEP: 14.040-904
UF: SP Município: RIBEIRAO PRETO
Telefone: (16)3315-0493 Fax: (16)3315-4102 E-mail: cep@forp.usp.br