

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA

MURILO MONTANARI DE SOUZA

**Avaliação da resistência à fratura em pré-molares superiores tratados  
endodonticamente e restaurados com diferentes protocolos**

RIBEIRÃO PRETO

2023

MURILO MONTANARI DE SOUZA

**Avaliação da resistência à fratura em pré-molares superiores tratados endodonticamente e restaurados com diferentes protocolos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Jardel Francisco Mazzi Chaves

RIBEIRÃO PRETO

2023

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.

Nome: SOUZA, Murilo Montanari de

Título: Avaliação da resistência à fratura em pré-molares superiores tratados endodonticamente e restaurados com diferentes protocolos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, como requisito parcial à obtenção do título de Cirurgião Dentista.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Banca Examinadora

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Profa. Dra. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, sempre agradecendo a Deus, por me auxiliar e me guiar pelos caminhos corretos e aprender com os erros. Também, por ter colocado pessoas com quem pude contar e confiar, e que permanecem até hoje.

À toda minha família, por terem me dado suporte, apoio e confiança nessa caminhada, principalmente aos meus pais Sidney e Mariane, e meu irmão Vitor, por sempre estarem disponíveis nos momentos difíceis e também comemorarem nas conquistas.

Aos meus professores, que me orientaram e sempre me auxiliaram, passando todo conhecimento possível, contribuindo para o meu desenvolvimento dentro da faculdade e como pessoa.

Aos meus amigos Marcos Lelé, Luís Otávio, Lucas Zilioli, Felipe Dias e Leonardo Bueno, com quem pude dividir horas clínicas e compartilhar muito aprendizado e experiências únicas. Agradeço também aos meus outros amigos que fizeram parte de todo o processo.



## RESUMO

SOUZA, Murilo Montanari de. **Avaliação da resistência à fratura em pré-molares superiores tratados endodonticamente e restaurados com diferentes protocolos.** 2023. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2023.

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência à fratura de pré-molares superiores tratados endodonticamente, restaurados com diferentes protocolos após um ano de simulação da força mastigatória parafuncional, além da integridade da estrutura dental e a interface dente-restauração em microtomografia computadorizada (MicroCT) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Foram selecionados 40 pré-molares superiores hígidos com dimensões coronárias semelhantes. Para o tratamento endodôntico, os canais foram instrumentados até Reciproc R40 (40./06), sob irrigação com NaOCl 2,5%. Após o protocolo de irrigação, os canais foram obturados pela técnica do cone único com cone de guta-percha equivalente. Posteriormente, as embocaduras dos canais foram seladas com cimento de ionômero de vidro. Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos (n=10) de acordo com o protocolo restaurador: GI – cimento de ionômero de vidro e resina composta *Bulk fill*; GII – restauração com resina composta *bulk fill flow* e resina composta *bulk fill*; GIII - pino de fibra de vidro e resina composta *Bulk-fill* e GIV - pino de fibra de vidro e resina composta Filtek Z350 XT. Os preparos cavitários do tipo *inlay* (remanescente de 2 ou 3 mm) foram realizados com brocas tronco-cônicas diamantadas #3131 (KG Sorensen, Baueri, SP, Brasil). Após a conclusão das restaurações, todos os espécimes foram submetidos à ciclagem termomecânica, e em seguida, por meio de MicroCT e MEV foi realizada a avaliação das margens das restaurações e da adaptação da interface dente-restauração. Após ciclagem termomecânica e análise da integridade da interface dente-restauração, todas as amostras foram submetidas ao ensaio de compressão em máquina universal de ensaio Instron 4444 (Instron Corporation, Canton, MA, EUA), seguida da análise do padrão de falhas em estereomicroscopia (Leica M165C, Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Alemanha) e complementada com microscópio confocal de varredura a laser (LEXT OLS4000, Olympus, Tóquio, Japão) e MEV (JSM-6610LV, JEOL, Akishima, Japão). As análises dos resultados foram realizadas com a utilização do software GraphPad Prism 9 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA), com nível de confiança de 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Os maiores valores de resistência à fratura foram observados para o grupo controle (dentes hígidos) ( $p < 0,05$ ). Quando avaliado o tipo de protocolo restaurador, os grupos restaurados com pino de fibra de vidro, independentemente do tipo de resina composta (Bulk-Fill ou Z350XT), apresentou os maiores valores de resistência à fratura, sendo estatisticamente diferente dos grupos restaurados com resina composta (Bulk Fill + Bulk Fill Flow) e ionômero de vidro com resina composta (CIV + Bulk Fill), que foram semelhantes entre si ( $p < 0,05$ ). O teste qui-quadrado evidenciou que o tipo II (fraturas coronárias envolvendo o terço cervical da coroa), foi o padrão de falha mais prevalente em todos os grupos avaliados ( $p < 0,05$ ). Após um ano de simulação da força mastigatória parafuncional. Pré-molares superiores tratados endodonticamente e restaurados com pino de fibra de vidro e resina composta, apresentaram maior resistência à fratura, bem como melhor adaptação da interface adesiva, quando comparado à restauração de resina composta e/ou de cimento de ionômero de vidro associado à resina composta.

**Palavras-chave:** Restauração de dentes tratados endodonticamente, adaptação marginal; resina composta *bulk fill*, resistência à fratura.

## ABSTRACT

SOUZA, Murilo Montanari de. **Evaluation of fracture resistance in maxillary human premolars endodontically treated and restored with different protocols.**2023. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2023.

The aim of this study was to evaluate the resistance to fracture of endodontically treated maxillary premolars, restored with different protocols after one year of parafunctional masticatory force simulation, in addition to the integrity of the tooth structure and the tooth-restoration interface in computed microtomography (MicroCT) and scanning electron microscopy (SEM). Forty sound maxillary premolars with similar crown dimensions were selected. For endodontic treatment, the canals were instrumented up to Reciproc R40 (40./06), under irrigation with 2.5% NaOCl. After the irrigation protocol, the canals were filled using the single cone technique with an equivalent gutta-percha cone. Subsequently, the mouths of the canals were sealed with glass ionomer cement. The teeth were randomly distributed into 4 groups (n=10) according to the restorative protocol: GI – glass ionomer cement and Bulk fill composite resin; GII – restoration with bulk fill flow composite resin and bulk fill composite resin; GIII - fiberglass post and composite resin Bulk-fill and GIV - fiberglass post and composite resin Filtek Z350 XT. Inlay-type cavity preparations (remaining 2 or 3 mm) were performed with #3131 diamond truncated conical burs (KG Sorensen, Baueri, SP, Brazil). After completing the restorations, all specimens were submitted to thermomechanical cycling, and then, by means of MicroCT and SEM, the evaluation of the margins of the restorations and the adaptation of the tooth-restoration interface was performed. After thermomechanical cycling and analysis of the integrity of the tooth-restoration interface, all samples were subjected to a compression test in an Instron 4444 universal testing machine (Instron Corporation, Canton, MA, USA), followed by analysis of the failure pattern in stereomicroscopy (Leica M165C, Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Germany) and complemented with laser scanning confocal microscope (LEXT OLS4000, Olympus, Tokyo, Japan) and SEM (JSM-6610LV, JEOL, Akishima, Japan). The analyzes of the results were performed using the GraphPad Prism 9 software (GraphPad Software, San Diego, CA, USA), with a confidence level of 95% ( $\alpha = 0.05$ ). The highest fracture resistance values were observed for the control group (sound teeth) ( $p < 0.05$ ). When evaluating the type of restorative protocol, the groups restored with fiberglass post, regardless of the type of composite resin (Bulk-Fill or Z350XT), presented the highest fracture resistance values, being statistically different from the groups restored with composite resin. (Bulk Fill + Bulk Fill Flow) and glass ionomer with composite resin (GIC + Bulk Fill), which were similar to each other ( $p < 0.05$ ). The chi-square test showed that type II (coronary fractures involving the cervical third of the crown) was the most prevalent failure pattern in all evaluated groups ( $p < 0.05$ ). After one year of simulating parafunctional masticatory strength. Upper premolars endodontically treated and restored with fiberglass post and composite resin, showed greater resistance to fracture, as well as better adaptation of the adhesive interface, when compared to restoration with composite resin and/or glass ionomer cement associated with composite resin.

**Keywords:** Restoration of endodontically treated teeth, marginal adaptation; bulk fill composite resin, fracture resistance

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
3.1. Seleção das amostras.....	14
3.2. Inclusão dos dentes.....	14
3.3. Duplicação dos dentes selecionados.....	15
3.4. Tratamento endodôntico.....	15
3.5. Preparos cavitário.....	16
3.6. Protocolo restaurador.....	16
3.7. Ciclagem Térmica.....	20
3.8. Análise da interface adesiva por MEV.....	20
3.9. Resistência à Fratura.....	22
3.10. Análise do Padrão de Falha.....	22
3.11. Análise Estatística.....	23
4. RESULTADOS.....	24
4.1. Avaliação da Qualidade da Interface Adesiva.....	24
4.2. Avaliação da Resistência à Fratura.....	26
5. DISCUSSÃO.....	27
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
7. REFERÊNCIAS.....	31

## 1. INTRODUÇÃO

Os dentes tratados endodonticamente apresentam maior risco de apresentarem falha biomecânica do que dentes com vitalidade pulpar, devido à excessiva perda de tecido dentário causada pelo processo de cárie associada à perda da parede axial durante o acesso endodôntico (DIETSCHI et al., 2007; DIETSCHI et al., 2008; FRANKENBERGER et al., 2015; SOARES et al., 2018; SHAH et al., 2020; SILVA et al., 2020; TEKÇE et al., 2020) e alargamento dos condutos radiculares (REEH et al., 1989; ZHU et al., 2015), o que diminui a estabilidade mecânica, e aumenta o risco à fratura (KALBURGE et al., 2013; MANNOCCI, 2013; MANNOCCI, COWIE, 2014; WANDSCHER et al., 2014; LANDYS et al., 2015; TEKÇE et al., 2020). As fraturas de cúspides são mais frequentes nos pré-molares superiores devido ao formato anatômico, a proporção da coroa desfavorável à raiz e a exposição às forças de cisalhamento e compressão (SHAFIEI et al., 2014). Além disso, o acesso endodôntico compromete a integridade estrutural, resultando em aumento da deflexão da cúspide durante a função e levando a uma maior ocorrência de fraturas (MANNOCCI et al., 2005).

A perda substancial da estrutura pode piorar a situação quando o tratamento endodôntico está associado a cavidades mésio-ocluso-distais (MOD). O prognóstico de pré-molares tratados endodonticamente é influenciado por diferentes parâmetros, como a quantidade de perda de tecido duro, profundidade e desenho do preparo da cavidade, presença de um preparo de altura mínima da férula de 1,5 a 2,0 mm, e o tipo de material, pino ou núcleo utilizado (FRANKENBERGER et al. 2015; MERGULHÃO et al., 2019). Em relação a espessura das paredes remanescentes não se sabe ao certo se os 2 mm determinados para dentes vitais (GARCIA BARBERO et al., 2015) podem ser utilizados como referência para os molares inferiores tratados endodonticamente, ou se seria necessária maior espessura de paredes remanescentes para indicação de restauração inlay. Diversas técnicas e materiais restauradores têm sido propostos para a restauração de dentes tratados endodonticamente, como o uso de pinos de fibra de vidro e núcleo, coroas totais ou parciais, resina composta direta e restaurações de amálgama ou cerâmica.

Os pinos de fibra de vidro podem ser usados devido às suas propriedades físicas favoráveis por possuírem módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, o que permite a distribuição da transmissão de forças extrínsecas às paredes

dentinárias, e conseqüentemente minimiza o risco de fraturas radiculares verticais (AGGARWAL, 2009; KUMAR; RAO, 2015; PRADO et al., 2016; WANG; CHANG; LIN, 2016; YAMIN et al., 2018). Além disso, esses pinos possuem resistência mecânica, resistência à corrosão e apresentam vantagens estéticas (PEREIRA et al., 2015; GULDENER et al., 2016; PRADO et al., 2016).

Entretanto, a estabilidade dos pinos intrarradiculares está relacionada à integridade da interface pino, parede dentinária e cimento (UPADHYAYA et al., 2016), sendo que a interface adesiva em dentina é naturalmente susceptível à degradação a longo prazo (DE MUNCK et al., 2003; AGGARWAL, 2009; SCHEFFEL et al., 2015b), uma vez que alterações de temperatura, umidade, reações químicas diversas impostas pelo ambiente bucal, bem como alterações químicas e morfológicas na estrutura dental interferem na constituição da mesma, podendo alterar sua resistência (DE MUNCK et al., 2003).

Por outro lado, as restaurações diretas com resina composta apresentam vantagens estéticas, baixo custo, permitem a preservação de estrutura dental remanescente, apresentam facilidade de execução e capacidade de reforço das estruturas dentárias enfraquecidas (BREMER; GEURTSSEN, 2001; CARVALHO et al., 2018; SOARES et al., 2018; LYU et al., 2019; AL-DABBAGH et al., 2020; DA SILVA-PEREIRA et al., 2020; GAROUSHI et al., 2020), entretanto, apresentam desvantagens relacionadas à obtenção do ponto de contato adequado, à baixa resistência ao desgaste (RITTER; BARATIERI, 1999) e contração de polimerização, uma vez que quando a força de contração excede a resistência de união, pode ocorrer a formação de gaps entre a restauração e a estrutura dentária, levando à perda do selamento marginal (MANTRI; MANTRI, 2013) e conseqüente microinfiltração (HOOSHMAND; TABARI; KESHVAD, 2013), possibilitando assim a ocorrência de caries secundárias, o comprometimento do tratamento endodôntico, e a ocorrência de fratura da restauração ou do dente a longo prazo (KOPPERUD et al., 2012).

As resinas compostas do tipo Bulk Fill recentemente lançadas no mercado, representam uma inovação nos protocolos restauradores uma vez que propõem simplificar a técnica restauradora, com a redução no número de inserções de compósitos de resina, profundidade de polimerização razoável e conseqüentemente a diminuição do estresse de contração de polimerização, consistência adequada evitando áreas e espaços vazios, propriedades físicas e mecânicas satisfatórias em

termos de desgaste, função e estética, bem como a redução dos efeitos de deflexão da cúspide (AGGARWAL et al., 2019; DA SILVA-PEREIRA et al., 2020; LIBONATTI et al., 2020; RODRIGUES et al., 2020). Tais compósitos são disponibilizados em três formas específicas: baixa viscosidade, alta viscosidade e como materiais de cura dual (AGGARWAL et al., 2019; DA SILVA-PEREIRA et al., 2020; RODRIGUES et al., 2020; TEKÇE et al., 2020).

Esta nova categoria de compósitos de baixa e alta viscosidade pode ser usada em restaurações de classe I e classe II em incrementos de 4 ou 5 mm. Entretanto, as diferenças nas formulações químicas de resinas monoméricas e as características do preenchimento, como tipo, fração de volume, densidade e tamanho, e distribuição de partícula, podem afetar a profundidade de polimerização, bem como às propriedades mecânicas, tornando necessário novos estudos que confirmem a indicação de compósitos de resina bulk-fill em cavidades MOD.

Diferentes metodologias podem ser utilizadas para estudar o comportamento biomecânico de dentes tratados endodonticamente. Métodos destrutivos como o teste de resistência à fratura com máquina universal de ensaios são importantes para analisar o comportamento dentário em situações de aplicação de carga de alta intensidade (SOARES et al., 2008; SOARES et al., 2018; RODRIGUES et al., 2020). Associado ao teste de resistência à fratura, a análise do padrão de falha pode ser realizada por meio de estereomicroscópio (BANKOĞLU GÜNGÖR et al., 2017), microscopia eletrônica de varredura (SALAMEH et al., 2010) e fractografia (DARTORA et al., 2018; KRISHNAN et al., 2018; MCSHYAKHY et al., 2020). A fractografia é o estudo da topografia da superfície da fratura e a interpretação de suas marcações características (QUINN, 2007), sendo uma ferramenta que permite analisar o fracasso das restaurações, e entender como ocorreu o rompimento (MECHOLSKY, 1991; QUINN, 2007; DARTORA et al., 2018; MCSHYAKHY et al., 2020), sendo essencial para o planejamento e desenvolvimento de novos materiais (QUINN, 2007; TASKONAK et al., 2008; SCHERRER et al., 2008; DARTORA et al., 2018; LYU et al., 2019; MCSHYAKHY et al., 2020; RODRIGUES et al., 2020).

Entretanto, o teste de resistência à fratura apresenta limitações em relação à obtenção de informações sobre o comportamento da restauração (SOARES et al., 2008). Assim, deve-se combinar métodos não destrutivos (REEH et al., 1989; MEDIGE et al., 1995; SOARES et al., 2008) e análises computacionais (LIN et al., 2001; MCSHYAKHY et al., 2020) aos ensaios mecânicos convencionais, permitindo

a utilização de cargas nos limites fisiológicos, além de análises e comparações do mesmo dente em diferentes etapas (SOARES et al., 2008, SOARES et al., 2018; MCSHYAKHY et al., 2020).

Um método não destrutivo importante, utilizado para avaliar a interface das estruturas dentárias e materiais restauradores, é a microtomografia computadorizada (DE JAGER et al., 2005; BRITO-JÚNIOR et al., 2015; PEREIRA et al., 2016; KASSEM et al., 2020; MCSHYAKHY et al., 2020), que permite visualizar e quantificar as áreas de desadaptação e deformações geradas na estrutura quando cargas de baixa intensidade são aplicadas, prevendo os possíveis locais de início da falha (SOARES et al., 2008; BRITO-JÚNIOR et al., 2015; PEREIRA et al., 2016; LYU et al., 2019; KASSEM et al., 2019; MCSHYAKHY et al., 2020), além de proporcionar a validação interna do estudo (PEREIRA et al., 2016). Ainda, de forma complementar, os testes de ciclagem mecânica que simulam a força mastigatória parafuncional permitem a realização dos movimentos excursivos de lateralidade e desocclusão, garantindo o ajuste fiel dos pontos oclusais nas restaurações de dentes tratados endodonticamente (OLIVEIRA et al., 2013).

A adaptação marginal de resinas diretas e incrustações inlays estéticas são importantes para o sucesso da restauração uma vez que a presença de discrepâncias marginais na restauração pode levar à diminuição da resistência de união e falhas da interface adesiva (SOARES et al., 2018; LYU et al., 2019; KASSEM et al., 2020; MCSHYAKHY et al., 2020; RODRIGUES et al., 2020). A análise da adaptação marginal pode ser realizada por microscopia eletrônica de varredura (PECIE et al., 2013), microscopia confocal à laser (FRANCESCHINI et al., 2016), análise por estereomicroscópio (LIMA et al., 2018; AZAR et al., 2018) ou microtomografia computadorizada (GUESS et al., 2014; ROCCA et al., 2012; OZ; BOLAY, 2018). A microtomografia computadorizada permite verificar a interface dentina / material restaurador, tornando possível avaliar e quantificar as áreas interfaciais com gaps, uma vez que propicia definição e contraste à imagem, (GARCÍA-HERRAIZ et al., 2012), permitindo a análise superficial e interna (RUSCHEL et al., 2020).

Considerando que os dentes tratados endodonticamente apresentam perda de estrutura dental, que influenciam diretamente na reprodução das forças e dos movimentos mastigatórios e oclusais, torna-se importante avaliar a resistência à fratura de pré-molares superiores tratados endodonticamente, restaurados com

diferentes protocolos após um ano de simulação da força mastigatória parafuncional, bem como a integridade da estrutura dental e a interface dente-restauração em microtomografia computadorizada, microscopia eletrônica de varredura e microscopia confocal a laser.

## **2. OBJETIVOS**

O objetivo do presente estudo foi avaliar a resistência à fratura de pré-molares superiores tratados endodonticamente, restaurados com diferentes protocolos após um ano de simulação da força mastigatória parafuncional, bem como a integridade da estrutura dental e a interface dente-restauração em microtomografia computadorizada e microscopia eletrônica de varredura.

## **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1. Seleção das Amostras**

Previamente à sua execução, o estudo foi enviado para aprovação ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Pré-molares superiores hígidos foram analisados em lupa estereoscópica (Leica, Modelo M165C Mycosystem, Wrtzlar, Alemanha) com aumento de até 40X. Os dentes que apresentaram cáries, abrasão, trincas ou fraturas foram descartados, selecionando-se 40 dentes para o estudo. Em seguida, as dimensões dos dentes nos sentidos mesio distal (MD) e buco lingual (BL) da superfície oclusal foram determinadas pela mensuração em imagens obtidas por microtomografia computarizada (SkyScan 1174, Bruker-microCT. Kontich, Bélgica). Foram selecionados dentes com tamanho mesio-distal 6,0 mm a 7,5 mm, tamanho vestíbulo-palatino 6,0 mm a 8,0 mm, birradiculares, com comprimento do canal radicular de 20 a 23 centímetros. Diante desses valores, os dentes foram aleatorizados utilizando software SPSS 15.0 para Windows (SPSS Inc, Chicago, IL, EUA) para a distribuição homogênea nos grupos pelo teste de análise de variância (1 fator).

### **3.2. Inclusão dos Dentes**

Os dentes foram armazenados em água destilada a 37°C por 72 horas visando sua reidratação. Em seguida, todos os dentes foram demarcados na distância de 2 mm apicalmente à junção amelocementária e a porção radicular foi recoberta com cera rosa 7 (Epoxiglass, 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 com 15,0 mm de altura e 25,0 mm de diâmetro e filme radiográfico com perfuração central compatível com o volume da raiz.

O dente foi posicionado e fixado à película radiográfica digital com cera rosa. Após estes procedimentos, resina a base poliestireno auto-polimerizável (Aerojet, São Paulo, Brasil) foi manipulada de acordo com as recomendações do fabricante e vertida no interior do cilindro de PVC. 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 (Impregum F, 3M ESPE, St. Paul, EUA) foi manipulado seguindo as recomendações do fabricante e inserido no alvéolo artificial seguido da inserção do dente e foram incluídos em resina de poliestireno até 2,0 mm do limite amelo-cervical (SOARES et al., 2005). O mesmo foi mantido sob pressão digital até que a marcação feita inicialmente com o grafite coincidissem com a superfície do cilindro de resina de poliestireno.

### **3.3. Duplicação dos dentes selecionados**

Os dentes selecionados tiveram suas faces mesial, distal, oclusal e palatina duplicadas individualmente com resina acrílica autopolimerizável incolor para possibilitar a fotopolimerização. Os moldes obtidos foram utilizados para restauração destas faces.

### **3.4. Tratamento endodôntico**

O acesso endodôntico foi realizado com broca diamantada carbide #2 e broca Endo Z (KG Sorensen, Baueri SP, Brasil) acopladas caneta de alta rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, Brasil) sob refrigeração constante. Foi realizada a exploração nos canais com lima tipo K #10, preparo cervical com limas rotatórias #40./10, #35./08 e #30./06 (Race, FKG Dentaire, La Chaux de Fonds, Suíça), e determinação do comprimento de trabalho com lima tipo K #15, a 0,5 mm aquém do ápice radicular, confirmado por radiografia periapical digital. O preparo biomecânico

foi realizado com limas Reciproc R40 (40./06) (VDW-Dental, Munique, Alemanha) para os canais vestibular e palatino, utilizando irrigação com 2,5 mL de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2,5%. Para irrigação final foi utilizado inserto ultrassônico (IrriSonic, Helse, São Simão, Brasil) por três ciclos de 20 segundos à 2 mm do comprimento de trabalho, seguido de irrigação com EDTA 17% (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA) por 3 minutos, 2,5 mL de NaOCl 1% e secagem com cones de papel absorvente R40 (VDW-Dental, Munique, Alemanha). A obturação foi realizada pela técnica do cone único com cone de guta-percha R40, (VDW-Dental, Munique, Alemanha) e cimento AH Plus (Dentsply Detrey, Konstanz, Alemanha). O corte da obturação foi realizado com condensador de Paiva (Golgran Indústria e Comércio de Instrumentos Odontológicos Ltda., Pirituba, SP) aquecido 2 mm abaixo da embocadura dos canais. Radiografia final digital foi realizada para conferir a qualidade da obturação.

### **3.5. Preparos cavitários**

Para todos os dentes foi inicialmente aplicada uma camada de ionômero de vidro com auxílio de seringa centrix para preencher a embocadura dos canais radiculares. Os grupos experimentais foram então subdivididos em 4 grupos (n=10) de acordo com diferentes protocolos de preparo cavitário e protocolo restaurador empregado. Para os preparos diretos das restaurações inlay com remanescente de 2 ou 3 mm foram utilizadas pontas tronco-cônicas diamantadas #3131 (KG Sorensen, Baueri, SP, Brasil). A face vestibular foi preservada e mantida com uma espessura de 3,0 mm. As faces mesial, distal e palatina, apresentaram remanescente coronário de 2,0 mm acima do limite amelo-cementário, com 1 mm de espessura. Com recortador de margem gengival os ângulos em esmalte foram alisados e arredondados.

### **3.6. Protocolo restaurador**

Para os procedimentos restauradores diretos foi realizado ataque com ácido fosfórico a 37% (Vivadent Ivoclar AG, Schaan Liechtenstein) por 30 segundos, lavagem com jato de água/ar por 15 segundos, secagem com jato de ar, aplicação de adesivo Single Bond Universal (3M Company, Maplewood, Minnesota, EUA) com auxílio de microbrush e fotopolimerização por 20 segundos com fotopolimerizador (Valo, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA) e potência de 1200 mW/cm<sup>2</sup>.

Os protocolos restauradores foram divididos de acordo com os grupos descritos abaixo:

Grupo I - restauração com cimento de ionômero de vidro e resina composta Bulk fill

Foram removidos 3mm de guta percha na região da embocadura do canal radicular, e na sequência foram restaurados pelo seguinte protocolo: 1mm de cimento ionômero de vidro (Ketac Molar, 3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) utilizando seringa Centrix, esperando um tempo de presa de 5 minutos e posterior condicionamento ácido e aplicação de sistema adesivo (Excite, Vivadent Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein) seguindo as orientações dos fabricantes. Posteriormente, os dentes foram restaurados com resina composta bulk fill (One Bulk Fill Restorative, Filtek, 3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) pela técnica de incrementos a partir dos 2mm restantes da embocadura do canal radicular sendo que os últimos incrementos que reproduziram as superfícies externas foram confeccionados utilizando as matrizes de resina acrílica autopolimerizável obtidas previamente ao desgaste.

As restaurações diretas foram realizadas com incrementos de 2 mm com espátula de titânio Thompson GTX™ #12 (Miltex by Integra), polimerizando a cada incremento com fotopolimerizador (Valo, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA) com potência de 1200 mW/cm<sup>2</sup> por 20 segundos. Os excessos em resina composta foram removidos com lâmina de bisturi para não ocorrer sobreposição de material restaurador em esmalte, seguidos de acabamento e polimento com pontas diamantadas F e FF (KG Sorensen, Barueri, São Paulo, SP, Brazil) e com a sequência de discos Soflex (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA).

Grupo II – restauração com resina composta Bulk fill flow e resina composta Bulk fill

Da mesma forma como no grupo I, foram removidos 3mm de guta percha na região da embocadura do canal radicular, sendo restaurados pelo seguinte protocolo: 1mm de resina composta bulk fill flow (Filtek Bulk Fill Flow, 3M-ESPE, St. Paul, MN, USA), polimerizando a cada incremento com fotopolimerizador (Valo, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA) com potência de 1200 mW/cm<sup>2</sup> por 20 segundos. Posteriormente, foi realizado o condicionamento ácido e aplicação de sistema adesivo (Excite, Vivadent Ivoclar AG, Schaan, Liechtenstein) seguindo as orientações dos fabricantes. Posteriormente os dentes foram restaurados com resina

composta bulk fill (One Bulk Fill Restorative, Filtek, 3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) pela técnica de incrementos a partir dos 2mm restantes da embocadura do canal radicular sendo que os últimos incrementos que reproduziram as superfícies externas foram confeccionados utilizando as matrizes de resina acrílica autopolimerizável obtidas previamente ao desgaste.

As restaurações diretas foram realizadas com incrementos de 2 mm com espátula de titânio Thompson GTXTM #12 (Miltek by Integra), polimerizando a cada incremento com fotopolimerizador (Valo, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA) com potência de 1200 mW/cm<sup>2</sup> por 20 segundos. Os excessos em resina composta foram removidos com lâmina de bisturi para não ocorrer sobreposição de material restaurador em esmalte, seguidos de acabamento e polimento com pontas diamantadas F e FF (KG Sorensen, Barueri, São Paulo, SP, Brazil) e com a sequência de discos Soflex (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA).

#### Grupo III – pino de fibra de vidro e resina composta Bulk-fill

A raiz palatina foi preparada para cimentação do pino de fibra de vidro Exacto® (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil). Inicialmente foi feita a desobturação com broca de Largo nº 2 (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) deixando 4 mm apicais e, em seguida foi realizado o preparo do espaço utilizando-se as brocas do kit Exacto® (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil), inicialmente com a nº 0,5, de menor diâmetro, seguido da nº 1 e finalizando com a nº 2 correspondentes ao pino nº 2 Exacto® utilizado. As brocas foram substituídas após 5 preparos e a limpeza das paredes e os 4 mm de guta-percha remanescentes foram confirmados por meio de radiografia digital. Os canais radiculares preparados foram irrigados com 5 mL de água destilada e secos com cânulas de aspiração Capillary Tip.

Os pinos de fibra de vidro foram imersos em álcool etílico 70°GL por 10 minutos, secos com jatos de ar, e receberam uma camada de silano (Angelus Ind Prod Odontológicos S/A, Londrina, PR, Brasil, Lote nº 38562) com auxílio de microbrush (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) deixando agir por 60 segundos, seguido de nova secagem com jatos de ar. O cimento RelyX U200 foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante, inserido no canal radicular com lima tipo K #45 (Dentsply Sirona Endodontics, Ballaigues, Suíça) e aplicado na superfície dos pinos, que foram em seguida cimentados nos canais radiculares com pressão digital. Mantendo o pino em posição, o excesso de material foi removido e a fotoativação

realizada por 20 segundos com fotopolimerizador (Valo, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA) com potência de 1200 mW/cm<sup>2</sup>. A embocadura do canal foi selada com ionômero de vidro (Vidrion R, SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e os espécimes foram armazenados em estufa a 37°C, onde foram mantidos por 7 dias.

Posteriormente, as restaurações diretas foram realizadas com espátula de titânio Thompson GTXTM #12 (Miltex by Integra) e resina composta bulk fill (One Bulk Fill Restorative, Filtek, 3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) pela técnica de incrementos a partir dos 2mm restantes da embocadura do canal radicular polimerizando a cada incremento com fotopolimerizador (Valo, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA) com potência de 1200 mW/cm<sup>2</sup> por 20 segundos, sendo que os últimos incrementos que reproduziram as superfícies externas foram confeccionados utilizando as matrizes de resina acrílica autopolimerizável obtidas previamente ao desgaste. Os excessos em resina composta foram removidos com lâmina de bisturi para não ocorrer sobreposição de material restaurador em esmalte, seguidos de acabamento e polimento com pontas diamantadas F e FF (KG Sorensen, Barueri, São Paulo, SP, Brazil) e com a sequência de discos Soflex (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA).

#### Grupo IV – pino de fibra de vidro e resina composta Filtek Z350 XT

A raiz palatina foi preparada para cimentação do pino de fibra de vidro Exacto® (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil). Inicialmente foi feita a desobturação com broca de Largo nº 2 (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) deixando 4 mm apicais e, em seguida foi realizado o preparo do espaço utilizando-se as brocas do kit Exacto® (Angelus, Londrina, Paraná, Brasil), inicialmente com a nº 0,5, de menor diâmetro, seguido da nº 1 e finalizando com a nº 2 correspondentes ao pino nº 2 Exacto® utilizado. As brocas foram substituídas após 5 preparos e a limpeza das paredes e os 4 mm de guta-percha remanescentes foram confirmados por meio de radiografia digital. Os canais radiculares preparados foram irrigados com 5 mL de água destilada e secos com cânulas de aspiração Capillary Tip.

Os pinos de fibra de vidro foram imersos em álcool etílico 70°GL por 10 minutos, secos com jatos de ar, e receberão uma camada de silano (Angelus Ind Prod Odontológicos S/A, Londrina, PR, Brasil, Lote nº 38562) com auxílio de microbrush (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) deixando agir por 60 segundos, seguido de nova secagem com jatos de ar. O cimento RelyX U200 foi manipulado de acordo

com as instruções do fabricante, inserido no canal radicular com lima tipo K #45 (Dentsply Sirona Endodontics, Ballaigues, Suíça) e aplicado na superfície dos pinos, que foram em seguida cimentados nos canais radiculares com pressão digital. Mantendo o pino em posição, o excesso de material foi removido e a fotoativação realizada por 20 segundos fotopolimerizador (Valo, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA) com potência de 1200 mW/cm<sup>2</sup>. A embocadura do canal foi selada com ionômero de vidro (Vidrion R, SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e os espécimes foram armazenados em estufa a 37°C, onde foram mantidos por 7 dias.

Posteriormente, as restaurações diretas foram realizadas com espátula de titânio Thompson GTXTM #12 (MilteX by Integra) e resina composta Filtek Z350 XT (Resina Filtek™ Z350 XT, 3M-ESPE, St. Paul, MN, USA) pela técnica de incrementos a partir dos 2mm restantes da embocadura do canal radicular polimerizando a cada incremento com fotopolimerizador (Valo, Ultradent Products Inc, South Jordan, UT, EUA) com potência de 1200 mW/cm<sup>2</sup> por 20 segundos, sendo que os últimos incrementos que reproduzirão as superfícies externas foram confeccionados utilizando as matrizes de resina acrílica autopolimerizável obtidas previamente ao desgaste. Os excessos em resina composta foram removidos com lâmina de bisturi para não ocorrer sobreposição de material restaurador em esmalte, seguidos de acabamento e polimento com pontas diamantadas F e FF (KG Sorensen, Barueri, São Paulo, SP, Brazil) e com a sequência de discos Soflex (3M-ESPE, St. Paul, MN, USA).

Todos os procedimentos envolvendo o preparo biomecânico, obturação, preparo do conduto e cimentação dos pinos foram realizados pelo mesmo operador.

### **3.7. Ciclagem Térmica**

A ciclagem térmica foi realizada nas temperaturas de 5°C ( $\pm 2$ ) e 55°C ( $\pm 2$ ), sendo de 30 segundos o tempo de permanência em cada banho com intervalo de 10 segundos entre cada banho. Após ciclagem térmica, todas as amostras foram levadas novamente ao microscópio confocal a laser 3D (topográfico) (LEXT OLS4000, Olympus, São Paulo, Brasil) para análise da adaptação marginal que foi realizada de forma cega pelo examinador.

### **3.8. Análise da interface adesiva por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)**

As análises em MEV foram realizadas na face cervical dos slices mais apicais de cada terço (cervical, médio e apical). O preparo para MEV foi realizado a partir do polimento dos slices de dentina com lixas d'água #400, #600 e #1200 (Norton Abrasivos Ltda, São Paulo, SP, Brasil) e pastas de alumina de 1,0 e 0,3  $\mu\text{m}$  (Arotec S/A Ind. e Comércio, São Paulo, SP, Brasil), sob refrigeração constante, com disco de feltro em máquina de polimento (Arotec APL- 4, Arotec S/A Ind. e Comércio, São Paulo, SP, Brasil).

Os slices foram enxaguados em água corrente, lavados em cuba ultrassônica (Ultrasonic Cleaner, 1440D, Odontobrás, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com água destilada e deionizada por 10 minutos, e superficialmente descalcificados em ácido clorídrico (HCl) 6M por 30 segundos e desproteinizados em NaOCl 2% durante 10 minutos. Após isso, os espécimes foram novamente enxaguados com água deionizada, e fixados com glutaraldeído 2,5% tamponado ao pH de 7,4 com 0,1M de cacodilato de sódio, por 12 horas a 4°C. Após a fixação, foi feita imersão em cacodilato de sódio 0,1 M (pH 7,4) por 1 hora, com 3 trocas sucessivas, e enxágue com água destilada por 1 minuto. Na sequência, passarão desidratação em bateria alcoólica de concentrações crescentes 25%, 50%, 75%, 95% por 20 minutos de imersão em cada, e em concentração de 100% por 1 hora, seguido de imersão em hexametildisilizano (HMDS, Ted Pella, Redding, CA, EUA) por 10 minutos em capela de exaustão (Permuton, E. J. Krieger & Cia Ltda, Indústria Brasileira, Curitiba, PR, Brasil).

Posteriormente, os espécimes foram fixados em stub metálico com fita adesiva dupla face (Electron Microscopy Sciences, Washington, DC, EUA), e foram metalizados com liga ouro-paládio (30 nm de espessura), sob vácuo. A análise foi realizada em microscópio eletrônico de varredura (JSM-6610LV, JEOL, Akishima, Japão), operando a 20Kv, com auxílio do programa SEM Control User Interface v.3.06.

As fotomicrografias foram adquiridas em aumentos de 100, 1000, 2000 e 4000 vezes. No aumento de 1000X foram realizadas doze mensurações em pontos equidistantes na interface adesiva para identificar espaços vazios (lacunas ou gaps). A adaptação da restauração foi classificada de acordo com os seguintes critérios: a) boa: a maioria das seções não mostrou lacunas na interface dente e restauração; b) razoável: a maioria das seções mostrou algumas pequenas falhas (<1 $\mu\text{m}$ ) na interface; c) ruim: a maioria das seções mostrou muitas lacunas (entre 1 e 10  $\mu\text{m}$ ) na

interface; d) sem adaptação: a maioria das seções não mostrou adaptação entre a interface dente e restauração (lacunas > 10 µm).

### **3.9. Resistência à Fratura**

Após ciclagem termomecânica e análise das margens, todas as amostras (n=30) foram submetidas ao ensaio de compressão em máquina universal de ensaio Instron 4444 (Instron Corporation, Canton, MA, EUA). A célula de carga selecionada foi de 500KN e a velocidade de carregamento de 1 mm/min. Em seguida, na haste móvel da máquina de ensaio, onde estará fixada a célula de carga, foi rosqueada uma esfera metálica com 4 mm de diâmetro. A amostra foi posicionada sobre uma mesa fixada à base inferior da máquina, e então o braço móvel foi acionado até a esfera entrar em contato com os planos inclinados da superfície intercuspídea da face oclusal do corpo de prova, assentando-se no sentido vestibulo-palatino. A carga de compressão foi aplicada paralelamente ao longo eixo do dente até a fratura, sendo que a força máxima foi registrada em Newtons para cada amostra por meio do programa de computador MT teste 100 acoplado à máquina universal de ensaio.

### **3.10. Análise do Padrão de Falha**

Após o teste de compressão, as amostras foram inicialmente analisadas por estereomicroscopia (Leica M165C, Leica Microsystems GmbH, Wetzlar, Alemanha) e complementada com microscópio confocal de varredura a laser (LEXT OLS4000, Olympus, Tóquio, Japão) em aumentos de 50 e 100 vezes, utilizando a ferramenta 3D display do programa OLS 4000 (Olympus, Tóquio, Japão), para determinar qualitativamente o padrão de falha, que foi classificando em (SOARES et al., 2008; SOARES 2018; OGUZ et al., 2020; RODRIGUES et al., 2020; SILVA et al., 2020): Tipo I - Fratura envolvendo pequena porção de estrutura dental coronária; Tipo II - Fratura envolvendo pequena porção de estrutura dental coronária e falha coesiva da restauração; Tipo III - Fratura envolvendo estrutura dental, falha coesiva e/ou adesiva da restauração com envolvimento periodontal; Tipo IV - Fratura vertical de raiz e coroa.

Posteriormente, para avaliação em microscopia eletrônica de varredura, as amostras foram enxaguadas em água corrente, lavadas em cuba ultrassônica (Ultrasonic Cleaner, 1440D, Odontobrás, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com água destilada e deionizada por 10 minutos, e superficialmente descalcificados em ácido

clorídrico (HCl) 6M por 30 segundos e desproteinizados em NaOCl 2% durante 10 minutos.

Em seguida, os espécimes foram novamente enxaguados com água deionizada, e fixados com glutaraldeído 2,5% tamponado ao pH de 7,4 com 0,1M de cacodilato de sódio, por 12 horas a 4°C. Após a fixação, as amostras foram imersas em cacodilato de sódio 0,1 M (pH 7,4) por 1 hora, com 3 trocas sucessivas, e enxágue com água destilada por 1 minuto. Na sequência, passarão pelo processo de desidratação em bateria alcoólica de concentrações crescentes 25%, 50%, 75%, 95% por 20 minutos de imersão em cada, e em concentração de 100% por 1 hora, seguido de imersão em hexametildisilazano (HMDS, Ted Pella, Redding, CA, EUA) por 10 minutos em capela de exaustão (Permutation, E. J. Krieger & Cia Ltda, Indústria Brasileira, Curitiba, PR, Brasil).

Uma vez desidratados, os espécimes foram fixados em stub metálico utilizando fita adesiva dupla face (Electron Microscopy Sciences, Washington, DC, EUA), e receberão uma cobertura ultrafina de material eletricamente condutor - liga ouro-paládio (30 nm de espessura), com o auxílio do aparelho metalizador Desk II Denton Vacuum (Moorestown, New Jersey, NJ, EUA) sob vácuo. A análise foi realizada em microscópio eletrônico de varredura (JSM-6610LV, JEOL, Akishima, Japão), operando a 20Kv, com auxílio do programa SEM Control User Interface v.3.06, a fim de determinar o modo de falha baseados na origem de fratura e princípios de fractografia.

Foram feitas fotomicrografias em aumentos de 100, 1000, 2000 e 4000 vezes, e nas imagens fractográficas foi feita a identificação dos eventos característicos de fratura, como: presença do ponto de origem da fratura, hackles (linhas sobre a superfície fraturada que percorrem em direção ao local da fratura), twist hackle (linhas sobre a superfície fraturada distantes do ponto de origem e resultantes da mudança abrupta da direção da fratura, devido ao carregamento de compressão), arrest lines (linhas definidas produzidas quando se tem a interrupção da fratura em um ponto e sua retomada muitas vezes em uma direção um pouco diferente), compression curl (linha curva produzida do lado oposto ao ponto de origem antes da fratura total do material) e direção de propagação da fratura (DPF).

### **3.11. Análise Estatística**

As análises dos resultados foram realizadas com o auxílio da assessoria estatística e com a utilização do software SAS (Cary, NC, USA). Todos os testes terão nível de confiança de 95% ( $\alpha = 0,05$ ). As informações obtidas a partir das análises realizadas com microscopia confocal antes e após os testes de ciclagem térmica e mecânica foram analisadas e comparadas quantitativamente e qualitativamente, sendo levado em consideração a interface dente/restauração, verificando a presença de gaps e/ou trincas abaixo desta interface, assim como a análise do padrão de fraturas.

A resistência a fratura foi avaliada estatisticamente com uma análise paramétrica (ANOVA e teste de Tukey-Kramer) para comparação entre os grupos.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1. Avaliação da Qualidade da Interface Adesiva**

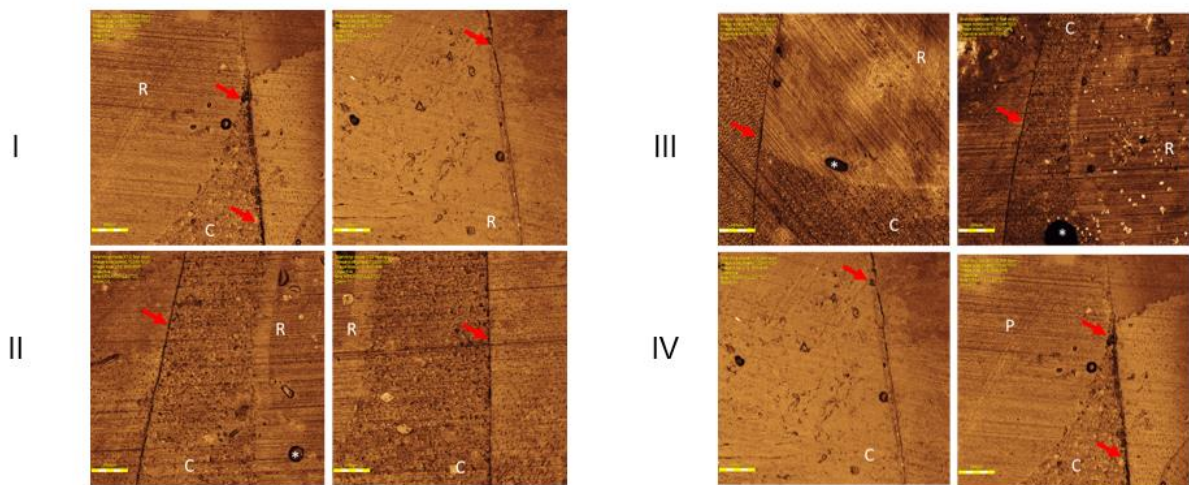
A avaliação da adaptação marginal da interface dente-restauração por meio de microscopia confocal a laser e microscopia de varredura a laser evidenciou maior número e extensão de gaps na interface dente-restauração para os grupos restaurados com ionômero de vidro e resina composta Bulk Fill e restaurados com resina composta Bulk Fill flow e resina composta Bulk Fill, quando comparado aos grupos restaurados com pino de fibra de vidro e resina composta (Bulk Fill ou Z350XT).

O teste t evidenciou diferença estatística entre os grupos ( $p < 0,05$ ), para ambas as metodologias de análise – Microscopia confocal à laser e Microscopia eletrônica de varredura. A avaliação da adaptação marginal da interface dente-restauração por meio de microscopia confocal a laser evidenciou maior número e extensão de gaps na interface dente-restauração para os grupos restaurados com cimento de ionômero de vidro + resina composta bulk fill ( $32,50 \pm 7,65$ ) e com resina composta bulk fill flow e resina composta bulk fill ( $25,56 \pm 4,23$ ) ( $p > 0,05$ ), quando comparado aos grupos restaurados com com pino de fibra de vidro e resina composta Bulk Fill ( $5,09 \pm 0,24$ ) ou Z350XT ( $2,34 \pm 0,12$ ), respectivamente.

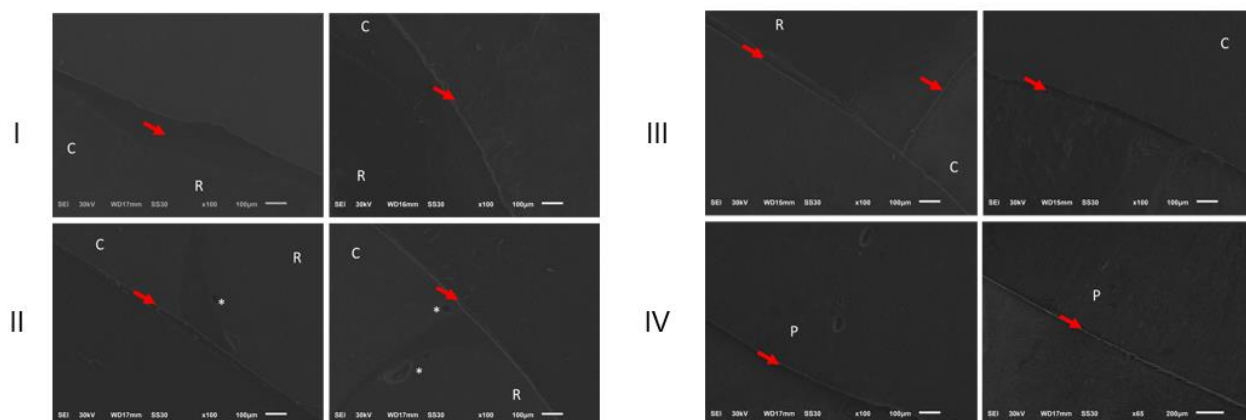
Considerando a análise a partir das eletromicrografias (MEV) dos slices, observou-se que a adaptação apresentou padrão uniforme em todos os slices avaliados para os grupos restaurados com pino de fibra e resina composta, independentemente do tipo de resina, quando comparado aos grupos restaurado

com cimento de ionômero de vidro + resina composta bulk fill e restaurado com resina composta Bulk Fill flow e resina composta Bulk Fill, em que se observou maior número de falhas e lacunas na interface dente/restauração e na interface entre materiais restauradores, confirmando os resultados obtidos na microscopia confocal a laser.

Já a análise da interface adesiva por meio de microscopia eletrônica de varredura evidenciou que a maioria das seções se mostrou sem adaptação (lacunas  $> 10 \mu\text{m}$ ) para o grupo restaurado com ionômero de vidro + resina composta bulk fill, comparado ao grupo restaurado com resina composta bulk fill flow e resina composta bulk fill que apresentou maioria das seções com adaptação razoável, com pequenas lacunas na interface dente e restauração (lacunas  $< 1 \mu\text{m}$ ). Ainda, a melhor adaptação da interface adesiva, foi observada nos grupos restaurados com pino de fibra de vidro e resina composta, que apresentaram boa adaptação, e maioria das seções apresentou-se sem lacunas e/ou falhas de adaptação.



**Figura 1.** Fotomicrografias de microscopia confocal à laser. As setas vermelhas evidenciam áreas de desadaptação da interface adesiva nos diferentes grupos.



**Figura 2.** Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura. As setas vermelhas evidenciam áreas de desadaptação da interface adesiva nos diferentes grupos.

## 4.2. Avaliação da Resistência à Fratura

A análise de variância evidenciou diferenças estatisticamente significantes entre o grupo controle (dente hígido) e demais grupos experimentais avaliados ( $p < 0,05$ ). Os maiores valores de resistência à fratura foram observados para o grupo controle (dentes hígidos) ( $p < 0,05$ ). Quando avaliado o tipo de protocolo restaurador, os grupos restaurados com pino de fibra de vidro, independentemente do tipo de resina composta (Bulk-Fill ou Z350XT), apresentou os maiores valores de resistência à fratura, sendo estatisticamente diferente dos grupos restaurados com resina composta (Bulk Fill + Bulk Fill Flow) e ionômero de vidro com resina composta (CIV + Bulk Fill), que foram semelhantes entre si ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Médias e desvio padrão de resistência a fratura em Newtons (N) para os diferentes tipos de protocolo restaurador.

Protocolo Restaurador	Resistência à Fratura (N)
CIV + Bulk Fill	943,17 ± 132,34A
Bulk Fill Flow + Bulk Fill	1080,33 ± 102,11A
PVF + Bulk Fill	1386,67 ± 196,34B
PVF + Filtek Z350XT	1459,23 ± 132,03B
Controle	2143,50 ± 123,02D

\*Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças estatísticas nas linhas e ( $p < 0,05$ ).

O teste qui-quadrado evidenciou que o tipo II (fraturas coronárias envolvendo o terço cervical da coroa), foi o padrão de falha mais prevalente em todos os grupos avaliados ( $p < 0,05$ ), independentemente do protocolo restaurador utilizado (Tabela 2).

**Tabela 2.** Padrão de falha observado após o teste de resistência à fratura, de acordo com os diferentes tipos de protocolo restaurador.

Protocolo Restaurador	Padrão de falha			
	I	II	III	IV
CIV + Bulk Fill	3	4	1	0
Bulk Fill Flow + Bulk Fill	0	5	2	1
PVF + Bulk Fill	0	5	2	1
PVF + Filtek Z350XT	1	4	2	1
Controle	2	3	3	0

## 5. DISCUSSÃO

Diversas técnicas e materiais restauradores têm sido propostos para a restauração de dentes tratados endodonticamente, como o uso de pinos de fibra de vidro, núcleos de preenchimento, coroas totais ou parciais, resina composta direta e restaurações de base metálica ou cerâmica. Os pinos de fibra de vidro, em especial, podem ser usados devido às suas propriedades físicas favoráveis permitindo a distribuição de forças extrínsecas às paredes dentinárias, e consequentemente minimizando o risco de fraturas radiculares verticais (AGGARWAL, 2009; KUMAR; RAO, 2015; PRADO et al., 2016; WANG; CHANG; LIN, 2016; YAMIN et al., 2018).

Entretanto, a estabilidade dos pinos intrarradiculares está relacionada à integridade da interface pino, parede dentinária e cimento (UPADHYAYA et al., 2016), sendo que a interface adesiva em dentina é naturalmente susceptível à degradação a longo prazo (DE MUNCK et al., 2003; AGGARWAL, 2009; SCHEFFEL et al., 2015b). Isso devido à sensibilidade do conjunto que compõe essa interface, de modo que alterações de temperatura, umidade, reações impostas pelo ambiente bucal, bem como alterações químicas e morfológica na estrutura dental podem interferir na integridade daquela, e consequentemente em sua resistência (DE MUNCK et al., 2003).

Apesar da sensibilidade que a técnica restauradora adesiva apresenta, as restaurações diretas com resina composta apresentam vantagens estéticas, baixo custo, permitem a preservação de estrutura dental remanescente, apresentam facilidade de execução e capacidade de reforço das estruturas dentárias enfraquecidas (BREMER; GEURTSSEN, 2001; CARVALHO et al., 2018; SOARES et al., 2018; LYU et al., 2019; AL-DABBAGH et al., 2020; DA SILVA-PEREIRA et al., 2020; GAROUSHI et al., 2020). Contudo, também apresentam desvantagens relacionadas à obtenção do ponto de contato, baixa resistência ao desgaste (RITTER; BARATIERI, 1999) e contração de polimerização, relacionado a formação de gaps entre o material e a estrutura dentária, levando à perda do selamento marginal (MANTRI; MANTRI, 2013) e consequente microinfiltração (HOOSHMAND; TABARI; KESHVAD, 2013). As resinas compostas do tipo Bulk Fill propõem simplificar a técnica restauradora, com a diminuição do estresse de contração de polimerização (AGGARWAL et al., 2019; DA SILVA-PEREIRA et al., 2020; LIBONATTI et al., 2020; RODRIGUES et al., 2020).

Um método não destrutivo importante, utilizado para avaliar a interface das estruturas dentárias e materiais restauradores, é a microtomografia computadorizada (MicroCT). Nesse estudo, a análise da interface adesiva e adaptação marginal foi realizada utilizando um microtomógrafo de alta resolução. Esse método permite a utilização de recursos de correção geométrica, alteração da sensibilidade à radiação policromática e a redução do efeito de endurecimento dos feixes de raios-X. Tais condições permitem identificar e quantificar áreas e volumes de desadaptação e deformações geradas na estrutura, fornecendo dados importantes em estudos que avaliam conjuntos restauradores (SOARES et al., 2008; BRITO-JÚNIOR et al., 2015; PEREIRA et al., 2016; LYU et al., 2019; KASSEM et al., 2019; MCSHYAKHY et al., 2020). Mais, trata-se de um método que permite verificar a interface dentina/material restaurador, tornando possível análises quali-quantitativas em relação a *gaps*, espaços vazios, porosidade, trechos de desadaptação (GARCÍA-HERRAIZ et al., 2012), e também análise superficial e interna (RUSCHEL et al., 2020).

Os testes de ciclagem mecânica também foram essenciais à validade dos dados obtidos, uma vez que simulam a força mastigatória, permitem a realização dos movimentos excursivos de lateralidade e desoclusão, e garantem o ajuste fiel dos pontos oclusais nas restaurações de dentes tratados endodonticamente (OLIVEIRA et al., 2013). Para a análise da interface adesiva na Microscopia

Eletrônica de Varredura (MEV) é uma metodologia que permite avaliação qualitativa da região de interesse com grande resolução, o que garante detalhamento ultra estrutural a nível microscópico e possibilidade mensuração de espaços e de atribuição de *scores* (ASSIS, 2022; ALVES DOS SANTOS, 2022; BERTOLINI, 2023).

Qualitativamente, observou-se nos grupos restaurados com pino de fibra e resina composta, independentemente do tipo, que a adaptação apresentou padrão uniforme em todos os *slíces* avaliados. Para os demais grupos, restaurados com cimento de ionômero de vidro - Bulk Fill, e Bulk Fill flow - Bulk Fill, identificou-se maior número de falhas e lacunas na interface dente/restauração e na interface entre materiais restauradores. Esse resultado condiz com estudos recentes, nos quais as resinas Bulk-Fill apresentaram valores expressivos de número e tamanho de lacunas (AL SHEIKH et al., 2022; FLORIANI et al., 2022; TOSCO et al., 2022). Em comparação às resinas convencionais, como em estudo que comparou a Bulk-Fill com a Filtek Z350, também utilizando pré-molares superiores, a resistência de união apresentou maiores valores para as resinas convencionais e os menores para as Bulk-Fill (MERGULHÃO et al., 2019). Tais resultados podem ser explicados pela contração de polimerização e maior fator C identificados em volumes maiores de incremento de resina composta, geralmente preconizados para utilização da Bulk-Fill (FAZELIAN; KASRAEI e KHAMVERDI, 2022; HARP; MONTASER e ZAGHLOUL, 2022; SANTIN et al., 2022). Essa consideração vai de encontro aos resultados que identificam maior volume de *gaps* e espaços vazios (KAISARLY et al., 2022; CHAVES et al., 2020; AL SHEIKH et al., 2022; FLORIANI et al., 2022; TOSCO et al., 2022). Tal cenário é desfavorável a reabilitações adesivas, uma vez que pode levar à microinfiltração (SEBOLD et al., 2021), diminuição de resistência a fratura do conjunto (BATTANCS et al., 2022), comprometimento da interface adesiva e insucesso clínico (MOWLOOD; ALI; MAHDEE, 2022; COMBA et al., 2023; HOFSTEENGE et al., 2023; ZENTHOFER et al., 2023).

A melhor adaptação da interface adesiva, foi observada nos grupos restaurados com pino de fibra de vidro e resina composta, que apresentaram boa adaptação, e maioria das seções apresentou-se sem lacunas e/ou falhas de adaptação. A análise por meio de microtomografia computadorizada confirmou as análises de MEV. Isso provavelmente, no caso dos pinos de fibra, à linha de cimentação que favorece maior justaposição do conjunto restaurador à interface,

especialmente quando aplicado rigor técnico (PAIOLA et al., 2018; ASSIS et al., 2020; SOUZA et al., 2021; CHIDOSKI-FILHO et al., 2020; ASHY; MARGHALANI, 2022). Já em relação à resina composta, a literatura aponta resultados conflitantes quanto à adaptação, indo desde à ausência de espaços vazios até à presença de grandes lacunas que comprometem a restauração adesiva (BAKAUS et al., 2018; ABREU et al., 2023; DEGER et al., 2023; HAAK et al., 2022). Tais resultados corroboram com a atual concepção de que os pinos de fibra de vidro são uma boa alternativa frente a outras modalidades reabilitadoras em desuso, como os pinos metálicos (FARTES et al., 2020).

Em relação a avaliação de resistência a fratura a análise de variância evidenciou diferenças estatisticamente significantes entre o grupo controle (dente hígido) e demais grupos experimentais avaliados. Quando avaliado o tipo de protocolo restaurador, os grupos restaurados com pino de fibra de vidro, independentemente do tipo de resina composta apresentou os maiores valores de resistência à fratura, sendo estatisticamente diferente dos grupos restaurados com resina composta e ionômero de vidro com resina composta. Isso vai de acordo com o resultado de outro estudo que também utilizaram pré-molares superiores e identificaram superioridade da resistência à fratura em dentes restaurados com pino de fibra em relação aos restaurados apenas com resina (ABDULAMIR et al., 2023). Outro estudo, relacionando pré-molares com lesões cervicais não cariosas e tratamento endodôntico, também obteve resultados maiores de resistência nos dentes que foram restaurados com pino de fibra em relação aos que foram restaurados apenas com resina composta (LEUNG et al., 2023).

De modo geral os resultados direcionam a atenção à verificação de que os pré-molares superiores tratados endodonticamente apresentam maior resistência à fratura quando restaurados com pino de fibra de vidro e resina composta (Bulk-Fill ou Filtek Z350XT), apresentando, nesse caso, também melhor adaptação da interface adesiva. Estudos futuros devem explorar mais opções restauradoras aplicáveis ao contexto avaliado, como pinos anatomizados fresados, utilização de cerâmicas, ou até mesmo a extrapolação dos métodos empregados nesse estudo em dentes de maior desafio restaurado como dentes multirradiculares, fragilizados, ou severamente comprometidos. Mesmo com as limitações identificadas na aplicação da metodologia, esse estudo traz resultados de direto interesse à prática

clínica, bem como propicia espaço para que novos estudos sejam delineados para elucidar quais os melhores protocolos restauradores são indicados e apresentam resultados satisfatórios em dentes tratados endodonticamente.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos a partir do presente estudo, permitem concluir que, após um ano de simulação da força mastigatória parafuncional, pré-molares superiores tratados endodonticamente e restaurados com pino de fibra de vidro e resina composta (*Bulk-Fill* ou Filtek Z350XT), apresentaram maior resistência à fratura, bem como melhor adaptação da interface adesiva, quando comparado à restauração de resina composta e/ou de cimento de ionômero de vidro associado à resina composta.

## 7. REFERÊNCIAS

AGGARWAL N, JAIN A, GUPTA H, ABROL A, SINGH C, RAPGAY T. The comparative evaluation of depth of cure of bulk-fill composites - An in vitro study. **J Conserv Dent.** v.22, n.4, p.371-375, 2019.

AL-DABBAGH RA. Survival and success of endocrowns: A systematic review and meta-analysis. **J Prosthet Dent.** doi: 10.1016/j.prosdent.2020.01.011. [Epub ahead of print], 2020.

AZAR,B; ECKERT, S; KUNKELA, J; INGR,T; MOUNAJJED,R. The marginal fit of lithium disilicate crowns: Press vs. CAD/CAM. **Braz. Oral Res.**,v.32,p.1-7,2018.

BANKOĞLU GÜNGÖR, M;TURHAN BAL, B;YILMAZ, H;AYDIN, C;KARAKOCA NEMLİ, S. Fracture strength of CAD/CAM fabricated lithium disilicate and resin nano ceramic restorations used for endodontically treated teeth. **Dent Mat J.** v.36,n.2,p.135-141,2017.

BREMER, B.D.; GEURTSSEN, W. Molar fracture resistance after adhesive restoration with ceramic inlays or resin-based composites. **Am. J. Dent.** v.14, n.4, p. 216–220. 2001.

CARVALHO MA, LAZARI PC, GRESNIGT M, DEL BEL CURY AA, MAGNE P. Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. **Braz Oral Res.** v.18, n.32(suppl 1), p.e74, 2018.

DARTORA, N.R.; DE CONTO FERREIRA, M.B.; MORIS, I.C.M.; BRAZÃO, E.H.; SPAZIN, A.O.; SOUSA-NETO, M.D.; SILVA-SOUSA, Y.T.; GOMES, E.A. Effect of

intracoronar depth of teeth restored with endocrowns on fracture resistance: in vitro and 3dimensional finite element analysis. **J. Endod.**, v. 44, n. 7, p. 1179-1185, 2018.

DA SILVA PEREIRA RA, DE BRAGANÇA GF, VILELA A, DE DEUS RA, MIRANDA RR, VERÍSSIMO C, SOARES CJ. Post-gel and Total Shrinkage Stress of Conventional and Bulk-fill Resin Composites in Endodontically-treated Molars. **Oper Dent.** doi: 10.2341/19-187-L. [Epub ahead of print], 2020.

DIETSCHI, D; DUC, O; KREJCI, I; SADAN, A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, part II. **Quintessence Int.** v.39, n.2,p.117–29, 2008.

DIETSCHI,D; DUC, O; KREJCI, I; SADAN, A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature – part 1. composition and micro- and macrostructure alterations. **Quintessence Int.** v.38, n.9,p.733–43,2007.

FRANCESCHINI, K; SILVA-SOUSA, Y. T; LOPES, F. C; PEREIRA, R. D; PALMA-DIBB, R. G;DE SOUSA-NETO, M. D. Bond strength of epoxy resin-based root canal sealer to human root dentin irradiated with Er,Cr:YSGG laser. **Lasers Surg. Med.**, v.48,n.10,p. 985-994,2016.

FRANKENBERGERA,R; , ZEILINGERA,I; KRECHA, M; MÖRIGA,G; NAUMANN C, M; BRAUN,A; KRÄMER,N; ROGGENDORF, M. Stability of endodontically treated teeth with differently invasive restorations: Adhesive vs. non-adhesive cusp stabilization. **Dent Mater.**v.31,n.11,p.1312-20,2015.

GARCÍA BARBERO, E. Incrustaciones estéticas. En: García Barbero J, editor.Patología y terapéutica dental Operatoria dental y endodoncia. 2a Edición. Barcelona: Elsevier;. p. 413-21,2015.

GARCÍA-HERRAIZ, A; LEIVA-GARCÍA, R; CAÑIGRAL-ORTIZ, A; SILVESTRE, FJ; GARCÍA-ANTÓN,J. Confocal laser scanning microscopy for the study of the morphological changes of the postextraction sites. **Microsc Res Tech.** v.75,n.4,p.513-9, 2012.

GAROUSHI S, TANNER J, KEULEMANS F, LE BELL-RÖNNLÖF AM, LASSILA L, VALLITTU PK. Fiber Reinforcement of Endodontically Treated Teeth: What Options Do We Have? Literature Review. **Eur J Prosthodont Restor Dent.** doi: 10.1922/EJPRD\_2002Garoushi10. [Epub ahead of print], 2020.

GUESS, PC; VAGKOPOULOU, T; ZHANG, Y; WOLKEWITZ, M; STRUB JR. Marginal and internal fit of heat pressed versus CAD/CAM fabricated all-ceramic onlays after exposure to thermo-mechanical fatigue. **J Dent.**v.42,n.2, p.199-209. 2014.

HOOSHMAND, T; TABARI, N; KESHVAD, A. Marginal leakage and microhardness evaluation of low-shrinkage resin-based restorative materials. **Gen Dent.**, v.61, n. 1, p.46–50. 2013.

KALBURGE, V; YAKUB, SS; KALBURGE, J; HIREMATH, H; CHANDURKAR, A. A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth, with variable marginal ridge thicknesses, restored with composite resin and composite resin reinforced with Ribbond: an in vitro study. **Indian J Dent Res.**,v.24,n.2,p.193–8, 2013.

KASSEM IA, FARRAG IE, ZIDAN SM, ELGUINDY JF, ELBASTY RS. Marginal gap and fracture resistance of CAD/CAM ceramill COMP and cerasmart endocrowns for restoring endodontically treated molars bonded with two adhesive protocols: an in vitro study. **Biomater Investig Dent.** v.25, n.1, p.50-60, 2020.

KHULLAR P.; RAISINGANI D.; GUPTA S.; KUMAR KHATRI R. A Survey Report on Effect of Root Canal Fillings and Coronal Restorations on the Periapical Status of Endodontically Treated Teeth in a Selected Group of Population. **Int J Clin Pediatr Dent.**, v.6, n.2, p. 89–94. 2013.

KOPPERUD, S.E; TVEIT, A.B; GAARDEN, T; SANDVIK, L; ESPELID I. Longevity of posterior dental restorations and reasons for failure. **Eur J Oral Sci.**,v.120, n.6, p.539-48. 2012.

KRISHNNAN, U; MOULE, A; MICHAEL,U; SWAIN,M. Fractographic Analysis of a Split Tooth Presenting Radiographically as a Horizontal Root Fracture in an Unrestored Mandibular Second Molar. **J Endod.**, v.44,n.2,p.304-311,2018.

LANDER, E; DIETSCHI,D. Endocrowns: A clinical report Erika. **Quintessence Int.**, v. 39,n.2,p.99-106,2008.

LANDYS, BD; JONASSON, P; KVIST, T. Long-term survival of endodontically treated teeth at a public dental specialist clinic. **J Endod.**, v.41,n.2,p. 176–81, 2015.

LIBONATI A, DI TARANTO V, GALLUSI G, MONTEMURRO E, CAMPANELLA V. CAD/CAM Customized Glass Fiber Post and Core With Digital Intraoral Impression: A Case Report. **Clin Cosmet Investig Dent.** v.10, n.12, p.17-24, 2020.

LIMA, FF; NETO, CF; RUBO, JH; SANTOS, GC JR; MORAES COELHO SANTOS, MJ. Marginal adaptation of CAD-CAM onlays: Influence of preparation design and impression technique. **J Prosthet Dent.**,v.120,n.3,p.396-402, 2018.

LIN, C.; CHANG, C.; KO, C. Multifactorial analysis of an MOD restored human premolar using auto-mesh finite element approach. **J. Oral Rehabil.** v.28, n.6, p.576–585. 2001.

LYU JX, YU WQ, SHE WJ, WENG WM. Fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars restored with different CAD/CAM all-ceramic restorations. **Shanghai Kou Qiang Yi Xue.** v.28, n.6, p.578-580, 2019.

MANNOCCI F. Research that matters: restoration of endodontically treated teeth. **Int Endod J.**,v.46,n.5,p.389–90, 2013.

MANNOCCI, F;COWIE, J Restoration of endodontically treated teeth. **Br Dent J.**,v.216, p.341–6, 2014.

MANTRI, S.P; MANTRI, S.S. Management of shrinkage stresses in direct restorative light-cured composites: a review. **J Esthet Restor Dent**; v.25, n.5,p.305–13.2013.

MASHYAKHY M, JABALI A, KARALE R, PARTHIBAN G, SAJEEV S, BHANDI S. Comparative evaluation of fracture toughness and marginal adaptation of two restorative materials in nonendodontically and endodontically treated teeth: An in vitro study. **Niger J Clin Pract.** v.23, n.3, p.349-354, 2020.

MEDIGE, J; DENG, Y; XINYI, Y; DAVIS, EL;JOYNT, RB. Effect of restorative materials on cuspal flexure. **Quintessence Int.**, v.26,n.8,p. 571-576, 1995.

MERGULHÃO VA, DE MENDONÇA LS, DE ALBUQUERQUE MS, BRAZ R. Fracture Resistance of Endodontically Treated Maxillary Premolars Restored With Different Methods. **Oper Dent.** v.44, n.1, p.E1-E11, 2019.

OĞUZ Eİ, KILIÇARSLAN MA, ÖZCAN M. Effect of endodontic access simulation on the fracture strength of lithium-disilicate and resin-matrix ceramic CAD-CAM crowns. **J Esthet Restor Dent.** doi: 10.1111/jerd.12591. [Epub ahead of print]. 2020.

OZ FD.; BOLAY S. Comparative Evaluation of Marginal Adaptation and Fracture Strength of Different Ceramic Inlays Produced by CEREC Omnicam and Heat-Pressed Technique. **Int J Dent.** v.26. 2018.

PECIE R, ONISOR I, KREJCI I, BORTOLOTTO T. Marginal adaptation of direct class II composite restorations with different cavity liners. **Oper Dent.** V.38,n.6,p. 210-20,2013.

PRATT, I; AMINOSHARIAE, A; MONTAGNESE,T; WILLIAMS, K; KHALIGHINEJAD, N; MICKEL, A. Eight-Year Retrospective Study of the Critical Time Lapse between Root Canal Completion and Crown Placement: Its Influence on the Survival of Endodontically Treated Teeth. **J.Endod.**,v.42,n.11,p.1598-1603, 2016.

REEH, E; MESSER,H; DOUGLAS, W. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. **J. Endod.** v.15,n.11,p. 512–516, 1989.

RITTER, A.V.; BARATIERI, L.N. Ceramic restorations for posterior teeth: guidelines for the clinician. **J. Esthet. Restor. Dent.** v.11, n. 2, p.72–86. 1999.

ROCCA, GT; GREGOR, L; SANDOVAL, MJ. In vitro evaluation of marginal and internal adaptation after occlusal stressing of indirect class II composite restorations with different resinous bases and interface treatments. Post-fatigue adaptation of indirect composite restorations. **Clin Oral Investig.**v.16,n.5,p.1385–93. 2012.

RODRIGUES MP, SOARES PBF, GOMES MAB, PEREIRA RA, TANTBIROJN D, VERSLUIS A, SOARES CJ. Direct resin composite restoration of endodontically-treated permanent molars in adolescents: bite force and patient-specific finite element analysis. **J Appl Oral Sci.** 28:e20190544, 2020.

RUSCHEL GH, BACCHI A, MORIS ICM, POOLE SF, RIBEIRO RF, GOMES ÉA. Internal and Marginal Fit and Fracture Strength of Narrow Diameter Dental Implant-Abutment Assembly. **Braz Dent J.** v.31, n.2, p.127-134, 2020.

SALAMEH, Z; OUNSI, HF; ABOUSHELIB, MN; AL-HAMDAN, R; SADIG, W; FERRARI, M. Effect of different onlay systems on fracture resistance and failure pattern of endodontically treated mandibular molars restored with and without glass fiber posts. **Am J Dent.** v.23,n.2,p.81-6, 2010.

SARKIS-ONOFRE R, AMARAL PINHEIRO H, POLETTO-NETO V, BERGOLI CD, CENCI MS, PEREIRA-CENCI T. Randomized controlled trial comparing glass fiber posts and cast metal posts. **J Dent.** v.96, p.103334, 2020.

SHAH S, SHILPA-JAIN DP, VELMURUGAN N, SOORIAPRAKAS C, KRITHIKADATTA J. Performance of fibre reinforced composite as a post-endodontic restoration on different endodontic cavity designs- an in-vitro study. **J Mech Behav Biomed Mater.** 104:103650, 2020.

SILVA AS, CARVALHO SANTOS AC, DE SOUSA CANESCHI C, MACHADO VC, MOREIRA AN, DOS SANTOS ALVES MORGAN LF, TAVARES WLF. Adaptable fiberglass post after 3D guided endodontic treatment: Novel approaches in restorative dentistry. **J Esthet Restor Dent.** doi: 10.1111/jerd.12589. [Epub ahead of print]. 2020.

SOARES, CJ; RODRIGUES, M; FARIA-E-SILVA,A; SANTOS-FILHO, P; VERÍSSIMO,C;KIM HYEON-CHEOL; VERLUIA A. How Biomechanics Can Affect The Endodontic Treated Teeth And Their Restorative Procedures?. **Braz. Oral Res.**v.32,n.1,p.169-183, 2018.

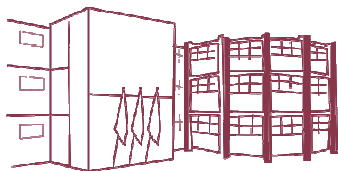
SOARES, P.V., SANTOS-FILHO, P.C.F., MARTINS, L.R.M., SOARES, C.J., A. Influence of restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary premolars. Part I: fracture resistance and fracture mode. **J. Prosthet. Dent.** v.99,n.1, 30–37. 2008.

TEKÇE N, AYDEMİR S, DEMİRÇİ M, TUNCER S, SANCAK Eİ, BAYDEMİR C. Clinical Performance of Direct Posterior Composite Restorations with and without Short Glass-fiber-reinforced Composite in Endodontically Treated Teeth: 3-year Results. **J Adhes Dent.** v.22, n.2, p.127-137, 2020.

WANDSCHER, VF; BERGOLI, CD; LIMBERGER, IF; ARDENGHI, TM; VALANDRO, LF. Preliminary results of the survival and fracture load of roots restored with intracanal posts: weakened vs nonweakened roots. **Oper Dent.**,v.39, n.5, p.541-555, 2014.

ZARRATI,S; MAHBOUB,F. Marginal Adaptation of Indirect Composite, Glass-Ceramic Inlays and Direct Composite: An In Vitro Evaluation. **J Dent.**, V.7,n.2,p.77-83,2010.

ZHU, Z.; DONG, X. Y.; HE, S.; PAN, X.; TANG, L. Effect of post placement on the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review. **Int. J. Prosthodont.**, v. 28, n. 5, p. 475–483, 2015.



### Folha de Informação

Em consonância com a Resolução CoCEx-CoG nº 7.497/2018, informamos que a Comissão de Graduação da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP/USP) em sua 531ª Reunião Ordinária, realizada em 03 de junho de 2024, **aprovou**, fundamentando-se na sugestão da Subcomissão para Avaliação dos Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs) da Unidade, **a inclusão deste trabalho na Biblioteca Digital de Trabalhos Acadêmicos da USP (BDTA).**

Cumpre-nos destacar que a disponibilização deste trabalho na BDTA foi autorizada pelos autores (estudante e docente orientador), conforme menção constante no trabalho e documentação existente no Serviço de Graduação da FORP.

Ribeirão Preto, 03 de junho de 2024.

**Prof. Dr. Michel Reis Messoria**  
Presidente da Comissão de Graduação  
FORP/USP