

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Gustavo Henrique Sousa

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FRATURA DE MOLARES INFERIORES
TRATADOS ENDODONTICAMENTE E ESTRUTURALMENTE FRAGILIZADOS
RESTAURADOS COM RESINA COMPOSTA, RESINAS REFORÇADAS POR
FIBRAS E RESTAURAÇÕES DO TIPO *ONLAY*: um estudo *in vitro***

Belo Horizonte

2026

Gustavo Henrique Sousa

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FRATURA DE MOLARES INFERIORES
TRATADOS ENDODONTICAMENTE E ESTRUTURALMENTE FRAGILIZADOS
RESTAURADOS COM RESINA COMPOSTA, RESINAS REFORÇADAS POR
FIBRAS E RESTAURAÇÕES DO TIPO *ONLAY*: um estudo *in vitro***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração: Clínicas Odontológicas.

Linha de Pesquisa: Propriedades físicas, químicas e biológicas dos materiais odontológicos.

Orientador: Prof. Dr. Frank Ferreira Silveira

Belo Horizonte

2026

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

S725a	<p>Sousa, Gustavo Henrique</p> <p>Avaliação da resistência à fratura de molares inferiores tratados endodonticamente e estruturalmente fragilizados restaurados com resina composta, resinas reforçadas por fibras e restaurações do tipo <i>onlay</i>: um estudo <i>in vitro</i> / Gustavo Henrique Sousa. Belo Horizonte, 2026.</p> <p>77 f. : il.</p>
	<p>Orientador: Frank Ferreira Silveira</p> <p>Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia</p>
	<p>1. Dentística operatória. 2. Teste de materiais (Odontologia). 3. Resinas compostas. 4. Restaurações intracoronárias. 5. Molares. 6. Endodontia. 7. Técnicas In Vitro. I. Silveira, Frank Ferreira. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.</p>

SIB PUC MINAS

CDU: 616.314-089

Gustavo Henrique Sousa

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FRATURA DE MOLARES INFERIORES
TRATADOS ENDODONTICAMENTE E ESTRUTURALMENTE FRAGILIZADOS
RESTAURADOS COM RESINA COMPOSTA, RESINAS REFORÇADAS POR
FIBRAS E RESTAURAÇÕES DO TIPO *ONLAY*: um estudo *in vitro***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Clínicas Odontológicas.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Profa. Dra. Kênia Maria Pereira Soares de Toubes – UNIUBE
- 2- Prof. Dr. Alberto Nogueira da Gama Antunes – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Frank Ferreira Silveira – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 20 de fevereiro de 2026

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Prof. Dr. Frank Ferreira Silveira
Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia**

AGRADECIMENTOS

Este trabalho nasceu de encontros e se sustentou em presenças que tornaram o percurso possível.

Ao meu orientador, Professor Dr. Frank Ferreira Silveira, um líder nato, agradeço pelos ensinamentos que ultrapassaram a técnica. Seu exemplo, expresso na postura, na polidez e na inteligência serena com que orienta, foi fonte contínua de aprendizado e referência.

A Professora Dra. Kênia Toubes, endodontista e pesquisadora ímpar, agradeço por ascender em mim a fagulha da pesquisa.

A Sidney, Vinícius e Carla, agradeço pelas mãos disponíveis que entraram em prática e tornaram o caminho mais fácil.

A Professora Ana Cristina La Guárdia, minha gratidão por assumir meus lugares quando precisei estar ausente, cobrindo meus passos com generosidade e permitindo ter tranquilidade para chegar até aqui.

A Marcela e Amália, agradeço a amizade que fez do mestrado um espaço de partilha e crescimento.

A todos meus amigos e familiares que entenderam minhas inúmeras ausências.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pelo apoio financeiro fundamental.

Este trabalho se conclui porque foi sustentado por quem esteve presente, de formas visíveis e invisíveis.

RESUMO

A restauração de molares tratados endodonticamente e estruturalmente fragilizados representa um desafio clínico, especialmente em situações nas quais a espessura das cúspides remanescentes é reduzida. Embora a literatura apresente divergências sobre o desempenho biomecânico, novas estratégias, como resinas reforçadas por fibras e restaurações com cobertura cuspídea (*onlays*), têm sido propostas. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar e comparar a resistência à fratura e os padrões de falha de molares inferiores tratados endodonticamente e fragilizados, restaurados com diferentes protocolos restauradores diretos e semi-diretos. Trata-se de um estudo experimental *in vitro*, no qual molares inferiores humanos extraídos foram submetidos ao tratamento endodôntico e preparados com cavidades méso-ocluso-distal (MOD), padronizando a espessura das cúspides remanescentes em 2 mm. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em seis grupos, de acordo com o protocolo restaurador adotado: grupo controle (G1); resina composta convencional (G2), resina composta associada à fibra contínua de polietileno (G3), resina composta reforçada por fibras curtas (G4), associação entre resina reforçada por fibras curtas e fibra contínua de polietileno (G5), restauração *onlay* em resina composta semi-direta (G6). Após os procedimentos restauradores, os corpos de prova foram submetidos a ensaio de carga monotônica até a fratura em máquina universal, registrando-se os valores máximos de carga e analisando-se a favorabilidade clínica dos padrões de fratura. Os resultados demonstraram que os grupos G4 e G6 apresentaram resistência à fratura estatisticamente semelhante ao grupo controle (G1), indicando comportamento biomecânico próximo ao dente hígido. Em contraste, os grupos G2 e G3 apresentaram menores valores de resistência à fratura e maior prevalência de padrões de fratura desfavoráveis. O grupo G5 (associação de fibras curtas e longas), resultou em desempenho intermediário. Com base nos resultados obtidos, em molares tratados endodonticamente com 2 mm de espessura de cúspides remanescentes, a resina reforçada por fibras curtas utilizada em associação com uma camada final de resina composta convencional demonstrou uma previsibilidade biomecânica semelhante à das restaurações semi-diretas do tipo *onlay*, além de favorecer padrões de falha clinicamente mais favoráveis.

Palavras-chave: Dentística operatória. Teste de materiais. Resinas compostas. *Onlays*.

ABSTRACT

The restoration of endodontically treated and structurally compromised molars represents a clinical challenge, particularly in situations in which the thickness of the remaining cusps is reduced. Although the literature presents divergent findings regarding biomechanical performance, new strategies such as fiber-reinforced composite resins and restorations with cuspal coverage (onlays) have been proposed. Therefore, the aim of the present study was to evaluate and compare the fracture resistance and failure patterns of structurally compromised, endodontically treated mandibular molars restored using different direct and semi-direct restorative protocols. This was an *in vitro* experimental study in which extracted human mandibular molars were subjected to endodontic treatment and prepared with mesio-occluso-distal (MOD) cavities, standardizing the thickness of the remaining cusps at 2 mm. The specimens were randomly allocated into six groups according to the restorative protocol: control group (G1); conventional composite resin (G2); composite resin associated with continuous polyethylene fiber (G3); short fiber-reinforced composite resin (G4); combination of short fiber-reinforced composite and continuous polyethylene fiber (G5); and semi-direct composite resin onlay restoration (G6). Following the restorative procedures, the specimens were subjected to monotonic load-to-fracture testing in a universal testing machine, recording the maximum load values and analyzing the clinical favorability of the fracture patterns. The results demonstrated that groups G4 and G6 presented fracture resistance statistically similar to the control group (G1), indicating a biomechanical behavior close to that of intact teeth. In contrast, groups G2 and G3 showed lower fracture resistance values and a higher prevalence of unfavorable fracture patterns. Group G5 (combination of short and long fibers) exhibited intermediate performance. Based on the results obtained, in endodontically treated molars with 2 mm of remaining cusp thickness, short fiber-reinforced composite associated with a final layer of conventional composite resin demonstrated biomechanical predictability comparable to that of semi-direct onlay restorations, while also promoting more clinically favorable failure patterns.

Keywords: Operative dentistry. Materials testing. Composite resins. Onlays.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Preparo da cavidade mésio-ocluso-distal.....	28
Figura 2: a) Aspecto do preparo após redução das cúspides remanescentes; b) Redução vestibular e lingual; c – d) Aspecto final do preparo onlay; e – f); Restauração do caixa oclusão, aspecto final dos elementos	29
Figura 3: a) Aspecto do acesso endodôntico; b) Aspecto clínico da obtenção do comprimento de patência dos canais; c) Aspecto clínico da prova dos cones; d) Aspecto radiográfico inicial; e) Aspecto radiográfico da obtenção do comprimento de patência dos canais; f) Prova dos cones; g) Aspecto final da obturação do sistema de canais radiculares.....	30
Figura 4: a) Inserção da cera sobre a raiz dos elementos; b) Inclusão dos elementos no acrílico autopolimerizável; c) Aspecto após o início da reação exotérmica e derretimento da cera; d) Aspecto após a limpeza criteriosa da cera; e – f) Manipulação do Impregum; g) Inserção do Impregum no alvéolo artificial; h) Conclusão do ligamento periodontal artificial	32
Figura 5: a) Limpeza do preparo com pedra pomes e água; b) Condicionamento ácido seletivo em esmalte; c) Aplicação do sistema adesivo conforme preconiza o fabricante.....	35
Figura 6: a) Materiais utilizados na reconstrução das paredes proximais; b) Adaptação da matriz e construção da parede proximal; c) Inserção de uma camada de resina flow; d) Aspecto final após a reconstrução.....	36
Figura 7: a) Materiais utilizados para a restauração do acesso endodôntico; b) Aspecto após a completa restauração do acesso endodôntico; c) Inserção da camada de resina flow em toda parede pulpar do preparo	37
Figura 8: Distribuição dos espécimes entre os seis grupos	37
Figura 9: a) Materiais utilizados no sistema incremental; b) incrementos horizontais de 2 mm; c) Anatomia oclusal sendo esculpida; d – e) reabilitação concluída	38
Figura 10: a) Materiais utilizados; b) Aplicação da camada de resina no assolhado da cavidade e inserção da fita Ribbond; c) Ribbond colocado de forma que as paredes vestibular e lingual ficaram cobertas com 2 mm de fibra; d) Aspecto final da restauração.....	39
Figura 11: a) Materiais utilizados; b) Inserção da resina EverX Posterior pela técnica bulk-fill com auxílio da seringa Centrix; c) Aspecto após correta inserção; d) Restauração finalizada	40
Figura 12: a) Materiais utilizados; b) Inserção da camada de resina EverX Posterior com auxílio da seringa Centrix; c) Inserção da fibra Ribbond conforme descrito anteriormente; d) Restauração concluída	41

Figura 13: a – b) Materiais utilizados no acabamento e polimento das superfícies proximais e oclusal.....	42
Figura 14: a) Espécime posicionado na EMIC para ensaios universais; b) Carbono interposto entre a esfera de compressão e o elemento; c) Conferência da distribuição dos pontos de contato; d) Aspecto do elemento após a conclusão do ensaio	43
Figura 15: a) Exemplo de fratura favorável; b) Exemplo de fratura desfavorável.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: A composição dos materiais usados no estudo	33
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD/CAM	<i>Computer-Aided Desing/Computer-Aided Manufacturing</i>
EDTA	Ácido Etilenodiaminotetracético
E _{max}	Dissilicato de Lítio
FR	Fita Ribbond
G1	Grupo 1
G2	Grupo 2
G3	Grupo 3
G4	Grupo 4
G5	Grupo 5
G6	Grupo 6
ml	Mililitros
Mm	Milímetros
MOD	Mésio-ocluso-distal
N	Newtons
NaOCl	Hipoclorito de Sódio
PVC	Policloreto de Vinila
RCFC	Resina Composta Reforçada por Fibras

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
2	OBJETIVOS.....	25
2.1	Objetivo geral.....	25
2.2	Objetivos específicos.....	25
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1	Aspectos éticos.....	27
3.2	Seleção das amostras.....	27
3.3	Preparo cavitário.....	27
3.4	Tratamento Endodôntico.....	29
3.5	Inclusão dos dentes e simulação do ligamento periodontal.....	30
3.6	Composição dos materiais reabilitadores.....	32
3.7	Preparo da superfície adesiva.....	35
3.8	Reconstrução das paredes proximais, oclusal e restauração do acesso endodôntico.....	36
3.9	Distribuição experimental e protocolos restauradores.....	37
3.9.1	<i>Grupo 1 (G1) – Controle.....</i>	<i>38</i>
3.9.2	<i>Grupo 2 (G2) – Resina composta nano-híbrida.....</i>	<i>38</i>
3.9.3	<i>Grupo 3 (G3) – Resina composta nano-híbrida associada à fibra de polietileno.....</i>	<i>38</i>
3.9.4	<i>Grupo 4 (G4) – Resina com fibras curtas reforçadas EverX Posterior.....</i>	<i>39</i>
3.9.5	<i>Grupo 5 (G5) – Associação de resina com fibras curtas e fibra de polietileno.....</i>	<i>40</i>
3.9.6	<i>Grupo 6 (G6) – Restauração onlay em resina composta semi-direta.....</i>	<i>41</i>
3.10	Acabamento e polimento.....	41
3.11	Ensaio mecânico.....	42
3.12	Classificação dos modos de falha.....	43
3.13	Análise estatística.....	44
4	ARTIGO CIENTÍFICO.....	45
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
	REFERÊNCIAS.....	71
	ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP PUC Minas.....	75

1 INTRODUÇÃO

Elementos dentários submetidos ao tratamento endodôntico apresentam maior suscetibilidade à fratura (Khaled Al-Omiri *et al.*, 2010). Embora o acesso endodôntico convencional e a instrumentação dos canais radiculares contribuam de forma relativamente modesta para o enfraquecimento estrutural (Corsentino *et al.*, 2018; Özyürek *et al.*, 2018), a perda de estruturas anatômicas fundamentais, como as cristas marginais, e a remoção substancial de dentina podem reduzir significativamente a resistência à fratura desses dentes (Corsentino *et al.*, 2018; Özyürek *et al.*, 2018; Shirani *et al.*, 2023). Ademais, em cavidades do tipo mésio-óculo-distal (MOD), observa-se uma deflexão das cúspides remanescentes, a qual se intensifica proporcionalmente ao volume cavitário e às propriedades mecânicas do material restaurador empregado, podendo culminar na falha restauradora (Aregawi; Fok, 2021).

Dessa forma, o reforço de dentes tratados endodonticamente, especialmente molares inferiores, os quais se mostram mais propensos à ocorrência de trincas e fraturas (de Toubes *et al.*, 2022), tem despertado crescente interesse entre clínicos e especialistas (Selvaraj *et al.*, 2023; Volom *et al.*, 2023). Tradicionalmente, esses dentes eram reabilitados com retentores intracanais e restaurações indiretas totais. No entanto, com o avanço dos conceitos adesivos e a ênfase em uma odontologia menos invasiva que prioriza a preservação da estrutura dental sadia, novas abordagens restauradoras têm sido cada vez mais utilizadas (Carvalho *et al.*, 2018). Dento desta óptica, estratégias restauradoras que evitam o uso de retentores intracanais, adotando o reforço intracoronário através de fibras de reforço com ou sem proteção cuspídea, têm ganhado destaque na literatura contemporânea, reforçando a necessidade de investigações mais aprofundadas que fundamentem decisões clínicas baseadas em evidências científicas consistentes (Bijelic-Donova *et al.*, 2025; Canobra *et al.*, 2024; Garoushi *et al.*, 2021; Selvaraj *et al.*, 2023; Soto-Cadena *et al.*, 2023).

Embora o uso de resinas compostas convencionais na reabilitação de dentes posteriores fragilizados seja amplamente difundido; estes materiais apresentam limitações, como a contração de polimerização, que pode comprometer a interface adesiva (Atalay *et al.*, 2016), e a baixa tenacidade à fratura, que predispõe a falhas catastróficas e um prognóstico desfavorável, tornando seu uso em áreas de tensão questionado (Heintze *et al.*, 2022; Shafiei *et al.*, 2021). Para contornar essas limitações, o uso de fibras de reforço tem sido proposto como uma estratégia promissora, uma vez que evidências disponíveis na literatura demonstram sua eficácia em aumentar a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente (Bijelic-Donova *et al.*, 2025; Selvaraj *et al.*, 2023).

A fibra de polietileno Ribbond é constituída por fibras entrelaçadas de polietileno de alto peso molecular, caracterizadas por elevada resistência à tração e comportamento elástico, o que confere ao material grande capacidade de resistir à deformação e adaptar-se à morfologia cavitária (Zotti *et al.*, 2023, 2024). O tratamento por plasma de gás frio ao qual a fibra é submetida reduz a tensão superficial e melhora a interação química com a matriz resinosa, favorecendo a adesão aos compósitos (Reeh; Messer; Douglas, 1989; Tekçe *et al.*, 2017). Essas características permitem uma transferência mais homogênea das forças ao longo da restauração, com menor concentração de tensões na resina, além de contribuir para a interrupção da propagação de trincas (Bijelic-Donova *et al.*, 2025; Khan *et al.*, 2013; Shafiei *et al.*, 2021; Soto-Cadena *et al.*, 2023; Zotti *et al.*, 2023, 2024). Em função de sua flexibilidade e biocompatibilidade, a Ribbond tem sido indicada como estratégia de reforço em restaurações complexas, ou até mesmo substituindo retentores intracanal (Yuen *et al.*, 2025).

Em paralelo, a EverX Posterior é uma resina composta reforçada por fibras curtas (RCFC) constituída por uma matriz polimérica semi-interpenetrante acrescida por fibras curtas de vidro E silanizadas e vidro de bário, dispersas de forma aleatória na matriz resinosa (Eapen *et al.*, 2017). Essa disposição aleatória das fibras promove reforço em múltiplas orientações, mimetizando a organização das fibras colágenas da dentina e tornando esse compósito uma alternativa adequada para a substituição do tecido perdido. Tem sido relatado que esse arranjo contribui para a interrupção da propagação de trincas e para o aumento da tenacidade à fratura dos elementos restaurados (Garoushi *et al.*, 2006, 2013, 2021, 2023; Garoushi; Vallittu; Lassila, 2007, 2011).

Apesar das evidências indicarem que esses materiais podem melhorar a resistência à fratura de reabilitações em dentes estruturalmente fragilizados, a literatura ainda destaca que, quando a espessura das paredes remanescentes é igual ou inferior a 2 milímetros (mm), recomenda-se a realização de restaurações com proteção cuspídea (Scotti *et al.*, 2013). Nesse contexto, o uso de fibras de reforço surge como uma alternativa potencialmente interessante, por possibilitar tratamentos menos invasivos, com redução do número de sessões clínicas e menor custo para o paciente.

Considerando a ausência de estudos que avaliem o uso de fibras de reforço e restaurações do tipo *onlay* em molares tratados endodonticamente com espessura das cúspides remanescentes padronizada em 2 mm, torna-se relevante investigar o comportamento biomecânico dessas estratégias restauradoras em um cenário estruturalmente desfavorável. Assim, o presente estudo propôs-se a avaliar e comparar a resistência à fratura e os padrões de falha de molares tratados endodonticamente restaurados por diferentes protocolos, incluindo

resinas convencionais, resinas reforçadas por fibras e restaurações com cobertura cuspídea, visando contribuir para o esclarecimento das divergências observadas na literatura e fornecer subsídios para decisões clínicas baseadas em evidências científicas.

A hipótese nula é que não haverá diferença significativa na resistência à fratura entre os materiais utilizados para restaurar molares inferiores tratados endodonticamente e estruturalmente fragilizados

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo foi realizar uma avaliação da resistência à fratura de molares inferiores tratados endodonticamente, com cavidade MOD e espessura remanescentes das cúspides padronizadas em 2 mm. Foram investigadas diferentes abordagens restauradoras, incluindo resina composta convencional nanohíbrida, resina composta reforçada com fibra de polietileno, resina composta com fibras de vidro curtas, resina composta associada a fibras longas de polietileno e fibras de curtas associadas, além da restauração semi-direta *onlay*. A análise levou em consideração a força máxima aplicada, buscando fornecer dados que possam fundamentar a escolha dos materiais e técnicas restauradoras mais eficazes para otimizar a resistência à fratura em dentes tratados endodonticamente.

2.2 Objetivos específicos

- a) avaliar a resistência à fratura de molares inferiores tratados endodonticamente e estruturalmente fragilizados, restaurados com diferentes protocolos restauradores diretos e semi-diretos;
- b) identificar os diferentes tipos de fraturas: restauráveis ou não restauráveis mediante o tipo de restauração.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aspectos éticos

Este conteúdo foi submetido e autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUC Minas, sob parecer nº 7.288.400 (ANEXO A).

3.2 Seleção das amostras

Foram selecionados 90 molares inferiores humanos hígidos, sem restaurações extensas ou história de tratamento endodôntico, provenientes do banco de dentes da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

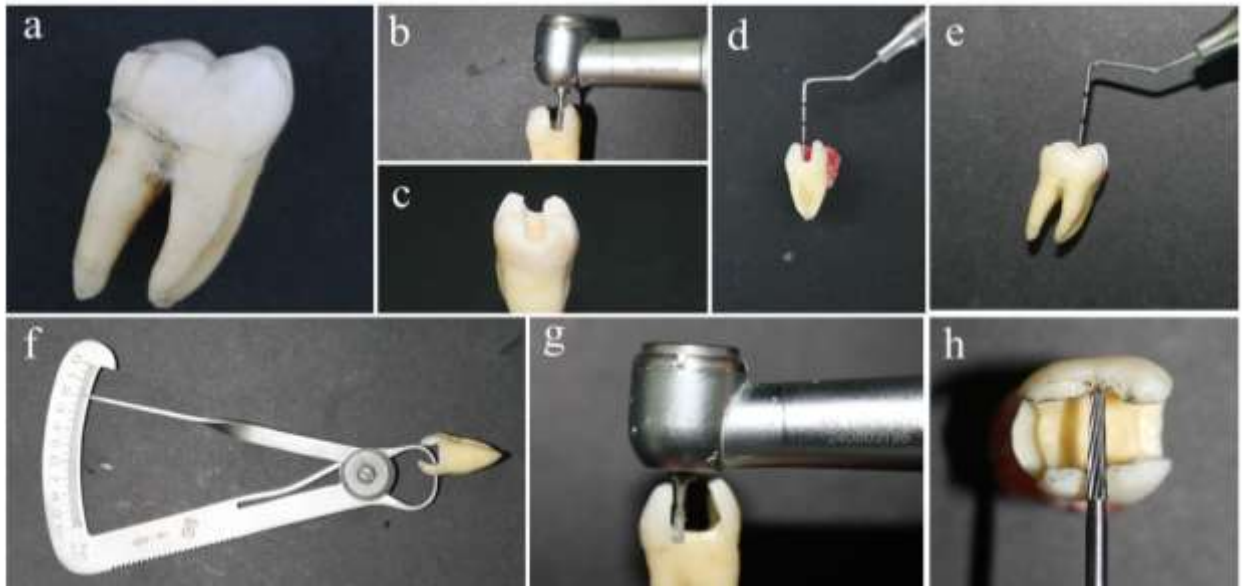
Os critérios de inclusão foram espécimes hígidos, com rizogênese completa, com as seguintes dimensões para reduzir a variabilidade anatômica: altura coronária aproximada de 7,5 mm, largura méso-distal de 10,8 mm e largura vestibulo-lingual de 9,5 mm, admitindo-se variação de ± 1 mm. Os dentes foram mantidos em solução de timol a 0,1% até o momento dos procedimentos experimentais.

3.3 Preparo cavitário

O preparo cavitário foi realizado por um único operador experiente para garantir a reprodutibilidade, seguindo a metodologia de Mondelli et al. (2018). Para os preparos tipo *inlay* de Classe II MOD (mésio-ocluso-distal):

- a) **Instrumentos utilizados:** Brocas carbide 245 (Kavo) e diamantadas 1151 e 1111 (KG Sorensen);
- b) **Características do preparo:** As paredes vestibular e lingual foram confeccionadas com convergência no sentido oclusal. Ângulos internos foram arredondados. A parede pulpar foi plana e perpendicular ao longo eixo do dente;
- c) **Dimensões padronizadas:** A profundidade da cavidade foi fixada em 4 mm, medida com sonda milimetrada Williams Millennium (Golgran) (Fig. 1 a-h). A espessura das cúspides remanescentes foi uniformizada em 2 mm, verificada com especímetro (Ice), resultando em variação na distância vestibulo-lingual.

Figura 1: Preparo da cavidade mésio-ocluso-distal



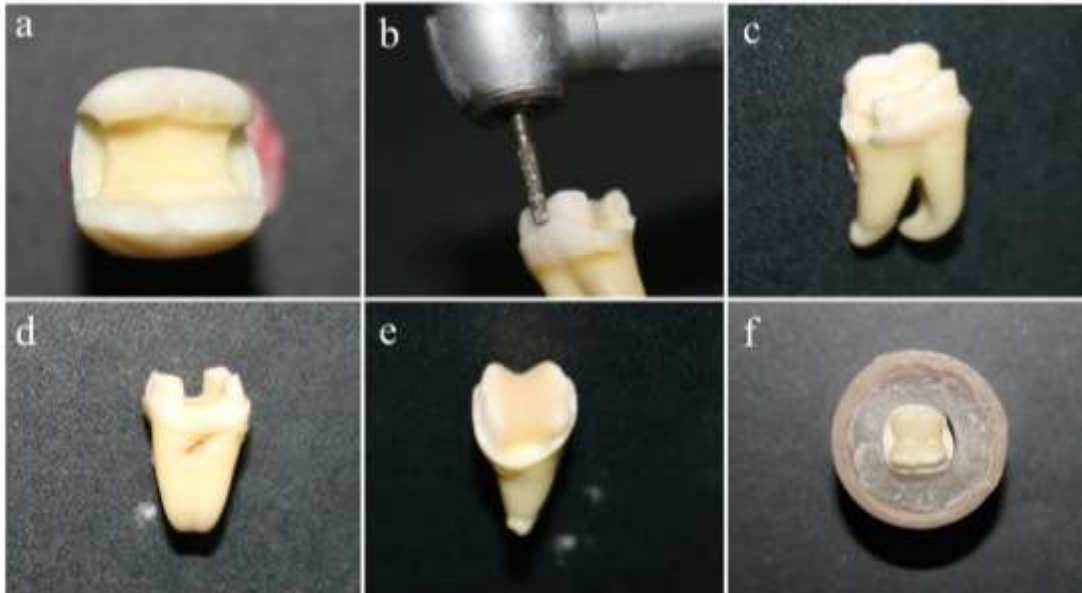
Legenda: a) Elemento hígido; b) Preparo da caixa oclusal; c) Preparo da caixa oclusal; d – e) Conferência da profundidade da caixa; f) Conferência da espessura das cúspides em 2 milímetros; g) Preparo da caixa proximal; h) Preparo finalizado com biselamento do ângulo cavo-superficial.

Fonte: Arquivo pessoal

Para os preparos *onlay*:

- a) **Instrumentos utilizados:** Pontas 170L (Kavo), multilaminada 7204 (Kavo) e 3203 carbide (Kavo);
- b) **Redução Oclusal:** Após a confecção do preparo MOD, realizou-se uma redução oclusal plana de 2,0 mm nas cúspides de trabalho e 1,5 mm nas cúspides de não trabalho, visando a resistência e preservação coronária;
- c) **Paredes Circundantes:** As paredes circundantes foram feitas com leve expulsividade oclusal para facilitar o assentamento das restaurações (Fig. 2 a-f).

Figura 2: a) Aspecto do preparo após redução das cúspides remanescentes; b) Redução vestibular e lingual; c – d) Aspecto final do preparo *onlay*; e – f); Restauração do caixa oclusão, aspecto final dos elementos



Fonte: Arquivo pessoal

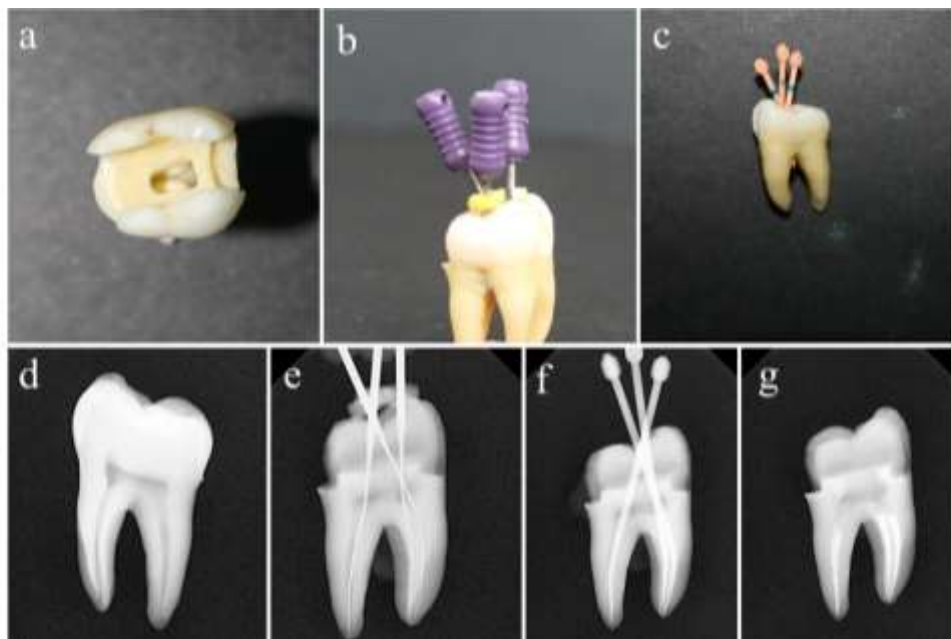
3.4 Tratamento Endodôntico

O tratamento endodôntico foi executado da seguinte forma:

- a) **Acesso:** Foi realizado um acesso endodôntico minimamente invasivo, preservando os preparos cavitários (Fig. 3 a);
- b) **Determinação do Comprimento de Trabalho:** Utilizaram-se limas K #10 (VDW GmbH, Munique, Alemanha);
- c) **Instrumentação:** Foi utilizado o sistema rotatório ProTaper Ultimate até o instrumento F3 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) (Fig. 3 b);
- d) **Irrigação:** Durante a instrumentação, foi realizada irrigação com 2 ml de Hipoclorito de Sódio (NaOCl) 2,5% entre cada instrumento;
- e) **Irrigação Final:** Concluído o preparo, a irrigação final consistiu em 5 ml de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) 17%, seguidos por 5 ml de NaOCl e, por fim, enxágue copioso com água destilada;
- f) **Obturação:** Foi utilizada a técnica de cone único com o cone calibrado F3 do Sistema Ultimate (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e cimento AH Plus JET (Dentsply De Trey, Konstanz, Alemanha) (Fig. 3 c, f-g);

- g) **Limpeza da Câmara Pulpar:** Após a obturação, a câmara pulpar foi limpa com álcool 70% e nova dentina foi exposta com auxílio de uma broca carbide esférica número 4 acionada em baixa rotação (Kavo).

Figura 3: a) Aspecto do acesso endodôntico; b) Aspecto clínico da obtenção do comprimento de patência dos canais; c) Aspecto clínico da prova dos cones; d) Aspecto radiográfico inicial; e) Aspecto radiográfico da obtenção do comprimento de patência dos canais; f) Prova dos cones; g) Aspecto final da obturação do sistema de canais radiculares



Fonte: Arquivo pessoal

3.5 Inclusão dos dentes e simulação do ligamento periodontal

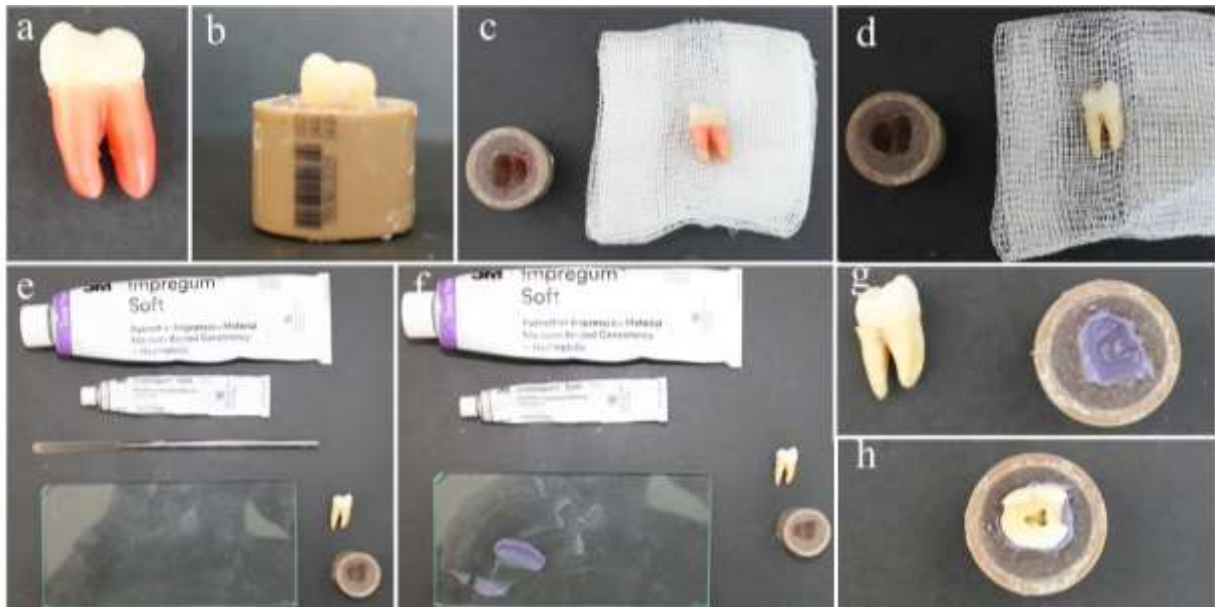
A simulação do ligamento periodontal e a inclusão dos dentes foram realizadas da seguinte forma:

- a) **Simulação do Espaço do Ligamento Periodontal:** As superfícies radiculares foram cobertas com uma fina camada de cera utilidade aquecida (Asfer, São Caetano do Sul, Brasil) para criar um espaço uniforme ao redor das raízes (Fig. 4 a);

- b) **Inclusão no Anel de PVC:** Cada espécime foi incluído em um anel de policloreto de vinila (PVC) (reductor de pressão Tigre, Joinville, Brasil) com 25 mm de diâmetro interno e 25 mm de altura;
- c) **Preenchimento com Resina Acrílica:** O anel foi preenchido com resina acrílica autopolimerizável Jet (Clássico, São Paulo, Brasil) até 1 mm apicalmente à junção amelo-cementária (Fig. 4 b);
- d) **Posicionamento:** O longo eixo do dente foi mantido paralelo ao eixo longitudinal do anel durante a inclusão;
- e) **Remoção da Cera:** Durante a polimerização da resina acrílica, a reação exotérmica derreteu a cera utilidade. A cera fundida foi completamente removida das raízes e do molde negativo na base acrílica utilizando gaze esterilizada. Isso resultou na formação de um espaço preciso e contínuo ao redor da raiz, correspondente à espessura original da cera (Fig. 4 c-d).

Após a completa polimerização da resina e limpeza do molde, o espaço criado foi preenchido com material de moldagem à base de poliéter Impregum™ (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), de viscosidade média, sendo os dentes reposicionados em suas respectivas bases. Esse procedimento permitiu reproduzir de forma adequada as propriedades elásticas e de amortecimento do ligamento periodontal natural (Fig. 4 e-h).

Figura 4: a) Inserção da cera sobre a raiz dos elementos; b) Inclusão dos elementos no acrílico autopolimerizável; c) Aspecto após o início da reação exotérmica e derretimento da cera; d) Aspecto após a limpeza criteriosa da cera; e – f) Manipulação do Impregum; g) Inserção do Impregum no alvéolo artificial; h) Conclusão do ligamento periodontal artificial



Fonte: Arquivo pessoal

3.6 Composição dos materiais reabilitadores

Tabela 1: A composição dos materiais usados no estudo

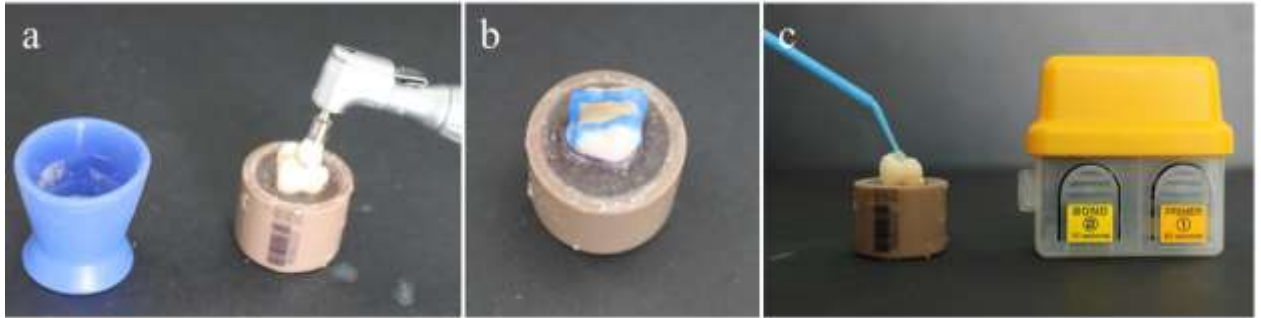
MATERIAL	FABRICANTE	COMPOSIÇÃO
Condac 37% - Ácido fosfórico	FGM, Joinville, Brasil	Ácido fosfórico, espessante, corante azul e água deionizada.
Adesivo Clearfil SE Bond	Kuraray Noritake Dental Inc., Kurashiki, Okayama, Japão.	Primer: MDP, HEMA, dimetacrilato hidrófilo, camforquinona, água; Bond: MDP, Bis-GMA, HEMA, dimetacrilato hidrofóbico, sílica coloidal
Vitra APS (Resina Composta Nano-híbrida)	FGM Dental Group, Joinville, SC, Brasil	Componentes ativos: matriz monomérica contendo UDMA (tretano dimetacrilato) e TEGDMA (trietileno glicol dimetacrilato), composição fotoiniciadora (APS), coiniador, estabilizante e silano. Componentes inativos: carga de zircônia, sílica e pigmentos
Ribbon (Fibra de polietileno)	Ribbon Inc., Seattle, WA, EUA	Polietileno de ultra-alto peso molecular, homopolímero H-(CH ₂ -CH ₂) _n -H
EverX Posterior	GC, Tokyo, Japan	Bis-GMA, PMMA, TEGMA, preenchido com fibras de vidro curtas e preenchido com vidro de bário (74,2% peso, 53,6% volume)
Resina composta Filtek™ Z350 XT	3M ESPE, St. Paul, Minnesota, EUA.	Matriz orgânica à base de Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, TEGDMA. Carga inorgânica: nanométrica de sílica (≈20 nm) e zircônia (≈4–11 nm), com silanização das partículas.
Resina composta fluida GrandioSO Flow	VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha	Matriz orgânica à base de Bis-GMA, Bis-EMA e TEGDMA; elevada carga inorgânica de partículas de vidro de bário-alumínio-silicato e sílica micronizada/nanométrica, com partículas silanizadas.
Cimento resinoso RelyX™ ARC	3M ESPE, St. Paul, Minnesota, EUA.	Sistema resinoso à base de Bis-GMA, TEGDMA e UDMA; carga inorgânica de vidro radiopaco silanizado; sistema iniciador químico (peróxido/amina) e fotoiniciador.
Resina composta fluida Opallis Flow	FGM Dental Group, Joinville, SC, Brasil	Matriz orgânica à base de Bis-GMA, Bis-EMA e TEGDMA; carga inorgânica de vidro de bário-alumínio-silicato e sílica, com partículas silanizadas; sistema fotoiniciador à base de CQ.

Lista de abreviações: APS, Advanced Polymerization System; Bis-EMA, bisfenol A etoxilado dimetacrilato; Bis-GMA, bisfenol A glicidil metacrilato; CQ, canforoquinona; HEMA, 2-hidroxietil metacrilato; MDP, 10-metacrililoixi-decildihidrogenofosfato; PMMA, polimetilmetacrilato; TEGDMA, trietilenoglicol dimetacrilato; e UDMA, uretano dimetacrilato.

Fonte: Elaborado pelo autor

3.7 Preparo da superfície adesiva

Figura 5: a) Limpeza do preparo com pedra pomes e água; b) Condicionamento ácido seletivo em esmalte; c) Aplicação do sistema adesivo conforme preconiza o fabricante



Fonte: Arquivo pessoal

Para o preparo da superfície adesiva, foi realizada uma profilaxia prévia com pedrapomes (SS White, Rio de Janeiro, Brasil) e água, utilizando escova de Robinson em baixa rotação, com o objetivo de remover detritos e biofilme da superfície dental (Fig. 5 a). Em seguida, a superfície dentinária foi jateada com óxido de alumínio (MicroEtcher II, Danville Materials, Califórnia, EUA), promovendo limpeza adicional e aumento da energia superficial do substrato dentinário.

O condicionamento seletivo do esmalte foi realizado com gel de ácido fosfórico a 35% (Codac, FGM, Joinville, Brasil) por 15 segundos, seguido de aspiração cuidadosa com cânula endodôntica (Ultradent, South Jordan, EUA) e irrigação abundante com água destilada. Após o condicionamento, as cavidades foram secas com jato de ar isento de óleo, mantendo a dentina levemente úmida (Fig. 5 b).

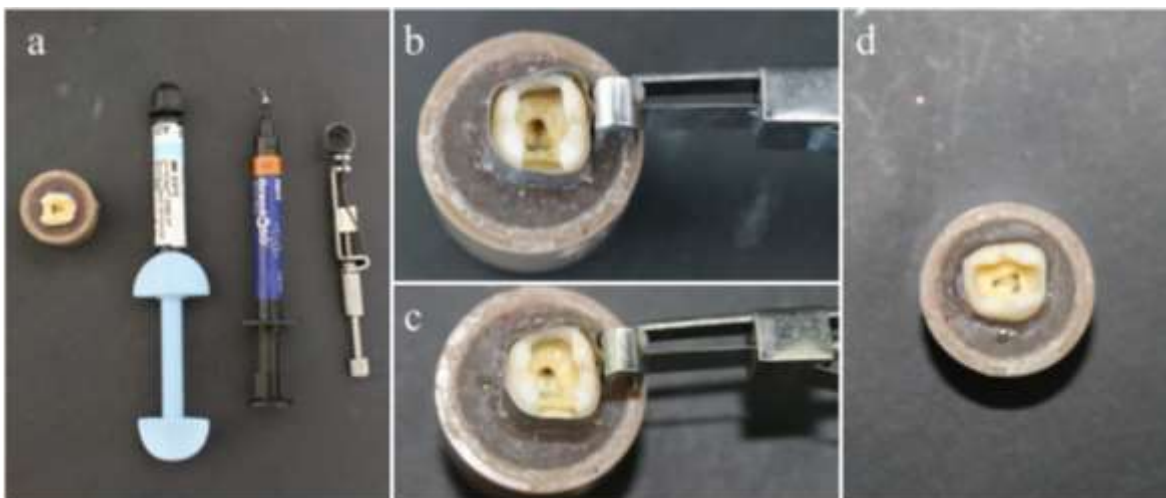
Na sequência, aplicou-se o sistema adesivo autocondicionante de dois passos Clearfil™ SE Bond (Kuraray Noritake Dental Inc., Okayama, Japão), obedecendo rigorosamente às recomendações do fabricante quanto ao tempo de aplicação e fotopolimerização (Fig. 5 c). Finalmente, uma camada de 0,5 mm de resina composta fluida Opallis Flow (FGM, Joinville, Brasil) foi inserida sobre toda a superfície dentinária e fotopolimerizada por 20 segundos com a unidade de luz LED VALO™ (Ultradent, South Jordan, EUA).

3.8 Reconstrução das paredes proximais e restauração do acesso endodôntico

Após a conclusão dos procedimentos adesivos as paredes axiais mesial e distal foram conformadas com o auxílio de porta-matriz Tofflemire (Golgran, São Caetano do Sul, Brasil) e matriz metálica (Indusbello, Londrina, Brasil), com espessura de 0,07 mm e 5 mm de largura. As paredes proximais ausentes foram reconstruídas com incrementos de aproximadamente 1 mm de resina composta nano-híbrida Filtek™ Z350 (3M ESPE, Itapetininga, São Paulo, Brasil), sendo cada incremento fotopolimerizado por 20 segundos com unidade de luz LED VALO™ (Ultradent, South Jordan, EUA), com intensidade ≥ 1200 mW/cm² (Fig. 6 a – b).

Por fim, aplicou-se resina composta fluida Grandioso Heavy Flow (VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha) para o selamento dentinário imediato, seguida de fotopolimerização final por 20 segundos (Fig. 6 c).

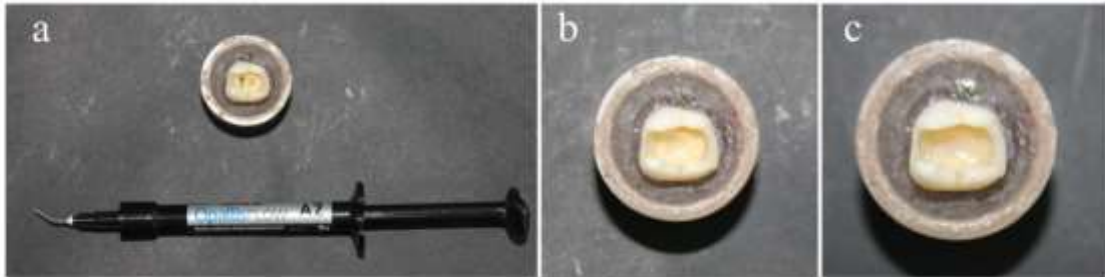
Figura 6: a) Materiais utilizados na reconstrução das paredes proximais; b) Adaptação da matriz e construção da parede proximal; c) Inserção de uma camada de resina flow; d) Aspecto final após a reconstrução



Fonte: Arquivo pessoal

Os acessos endodônticos foram restaurados com a mesma resina composta fluida Opallis Flow (FGM, Joinville, Brasil), aplicada em incrementos horizontais de 2 mm, sendo que cada incremento foi fotopolimerizado individualmente por 20 segundos com o fotopolimerizador VALO™ (Ultradent, South Jordan, EUA) (Fig. 7 a – c).

Figura 7: a) Materiais utilizados para a restauração do acesso endodôntico; b) Aspecto após a completa restauração do acesso endodôntico; c) Inserção da camada de resina flow em toda parede pulpar do preparo

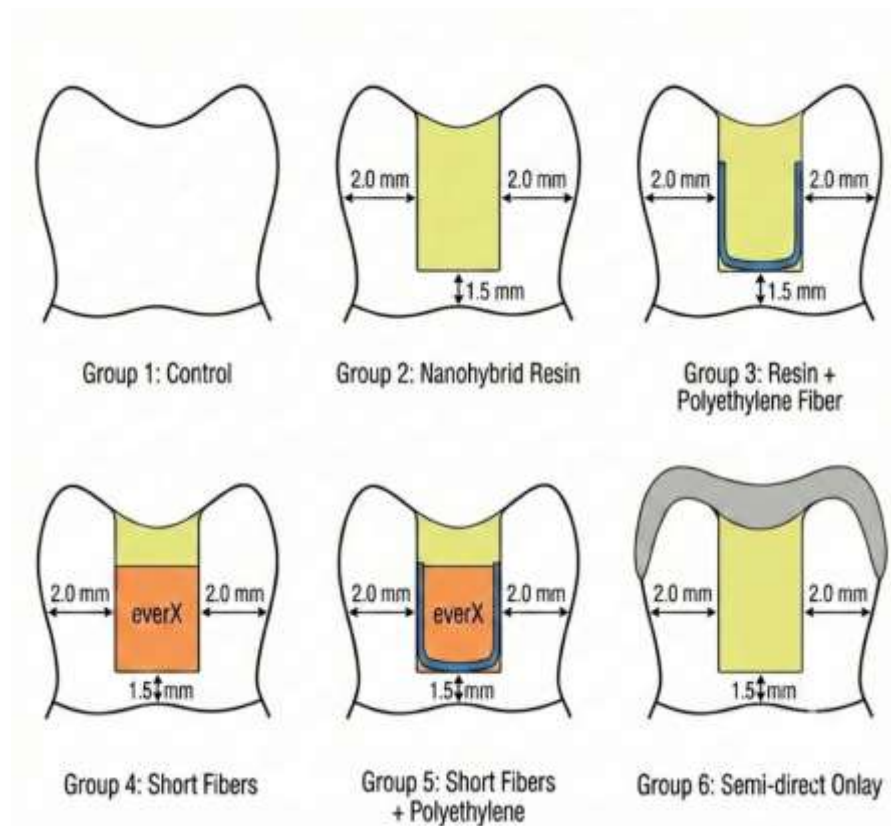


Fonte: Arquivo pessoal

3.9 Distribuição experimental e protocolos restauradores

Os espécimes foram alocados aleatoriamente em seis grupos (n = 15):

Figura 8: Distribuição dos espécimes entre os seis grupos



Fonte: Arquivo pessoal

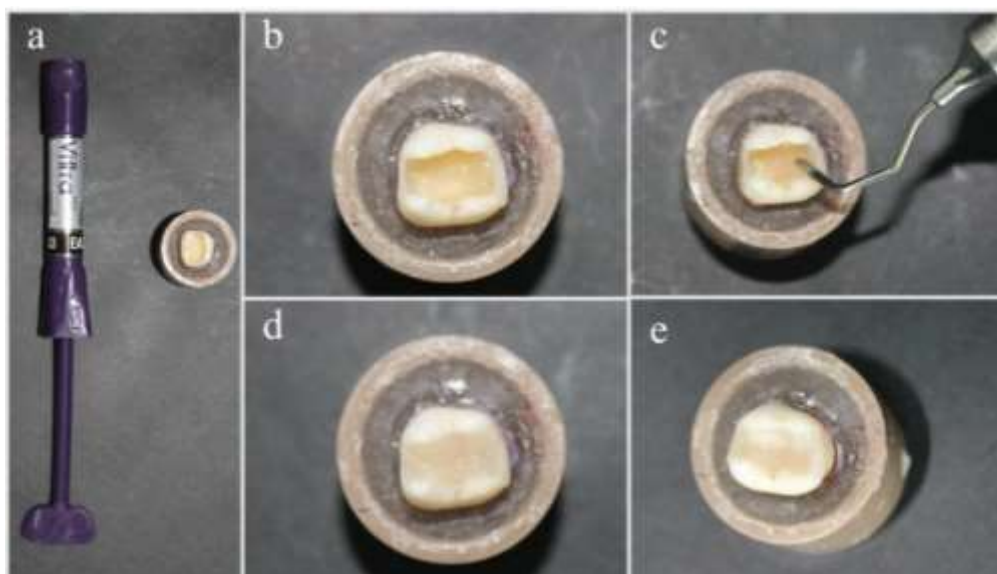
3.9.1 Grupo 1 (G1) – Controle

O grupo controle foi composto por dentes hígidos, sem qualquer tipo de intervenção restauradora.

3.9.2 Grupo 2 (G2) – Resina composta nano-híbrida

Os dentes foram restaurados exclusivamente com resina composta nano-híbrida Vitra APS (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil), aplicada em quatro incrementos horizontais de aproximadamente 2 mm cada, sendo cada camada fotopolimerizada por 20 segundos com unidade de luz LED VALO™ (Ultradent, South Jordan, EUA) (Fig. 9 a – e).

Figura 9: a) Materiais utilizados no sistema incremental; b) incrementos horizontais de 2 mm; c) Anatomia oclusal sendo esculpida; d – e) reabilitação concluída



Fonte: Arquivo pessoal

3.9.3 Grupo 3 (G3) – Resina composta nano-híbrida associada à fibra de polietileno

As amostras foram restauradas com resina composta nano-híbrida Vitra APS (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) associada à fita de fibra de polietileno Ribbond (Oraltech, Joinville, Santa Catarina, Brasil).

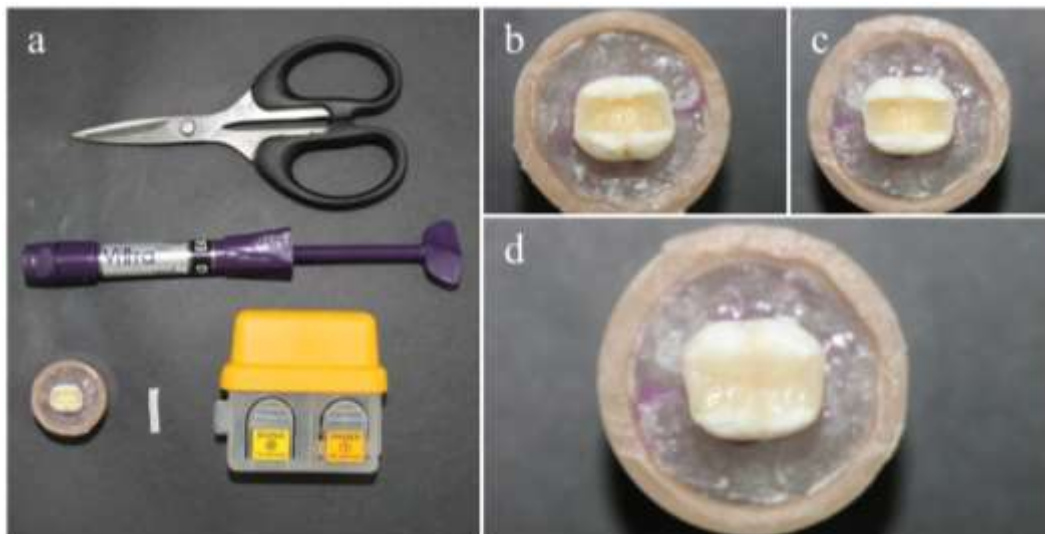
Uma tira de 6 mm de fibra foi cortada com tesoura Marine (Oraltech, Joinville, Santa Catarina, Brasil), umedecida com o bond do sistema adesivo Clearfil™ SE Bond (Kuraray

Noritake Dental Inc., Okayama, Japão) e mantida em ambiente escuro até o momento da inserção (aproximadamente 5 minutos). Paralelamente, uma fina camada de resina composta fluida Opallis Flow (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) foi aplicada no assoalho da cavidade e fotopolimerizada por 20 segundos.

Em seguida, uma segunda camada de resina composta foi aplicada sobre a resina fluida, e a fibra foi inserida no interior dessa camada, no sentido vestibulo-lingual, de modo que as paredes vestibular e lingual ficassem recobertas por 2 mm de fibra a partir do assoalho, configurando um reforço em forma de “papel de parede”. O conjunto foi fotopolimerizado por 20 segundos (Fig. 10 b – c).

O restante da cavidade foi preenchido com seis incrementos de 2 mm de resina composta Vitra APS, fotopolimerizados individualmente. A anatomia oclusal foi esculpida a mão livre (Fig. 10 d).

Figura 10: a) Materiais utilizados; b) Aplicação da camada de resina no assoalhado da cavidade e inserção da fita Ribbond; c) Ribbond colocado de forma que as paredes vestibular e lingual ficaram cobertas com 2 mm de fibra; d) Aspecto final da restauração



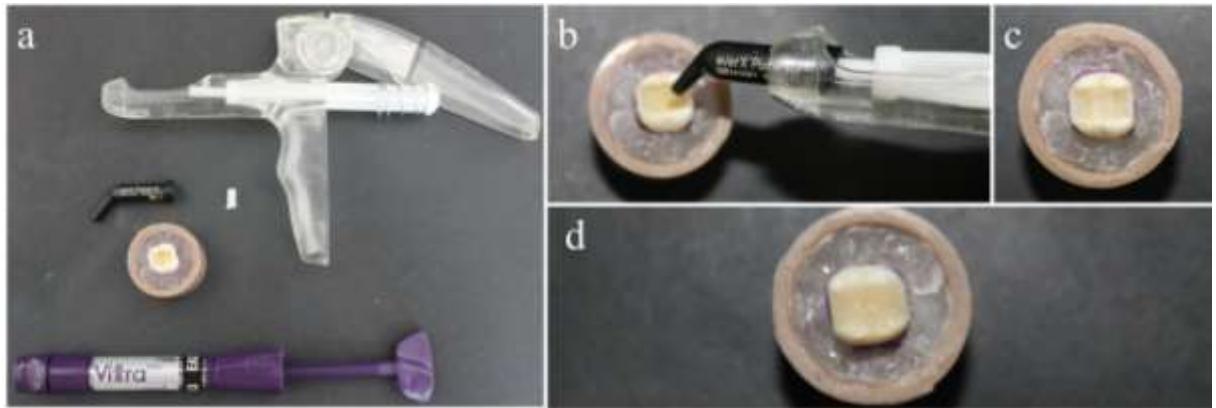
Fonte: Arquivo pessoal

3.9.4 Grupo 4 (G4) – Resina com fibras curtas reforçadas EverX Posterior

As cavidades foram restauradas com resina com fibras curtas reforçadas EverX Posterior (GC Corporation, Tóquio, Japão), aplicada pela técnica *bulk-fill* com seringa Centrix (Centrix Inc., Shelton, EUA) e fotopolimerizada por 40 segundos, conforme recomendação do fabricante (Fig. 11 b – c). A espessura máxima do material foi limitada a 3 mm da região oclusal,

e essa porção remanescente foi restaurada com resina composta nano-híbrida Vitra APS (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) (Fig. 11 d).

Figura 11: a) Materiais utilizados; b) Inserção da resina EverX Posterior pela técnica bulk-fill com auxílio da seringa Centrix; c) Aspecto após correta inserção; d) Restauração finalizada



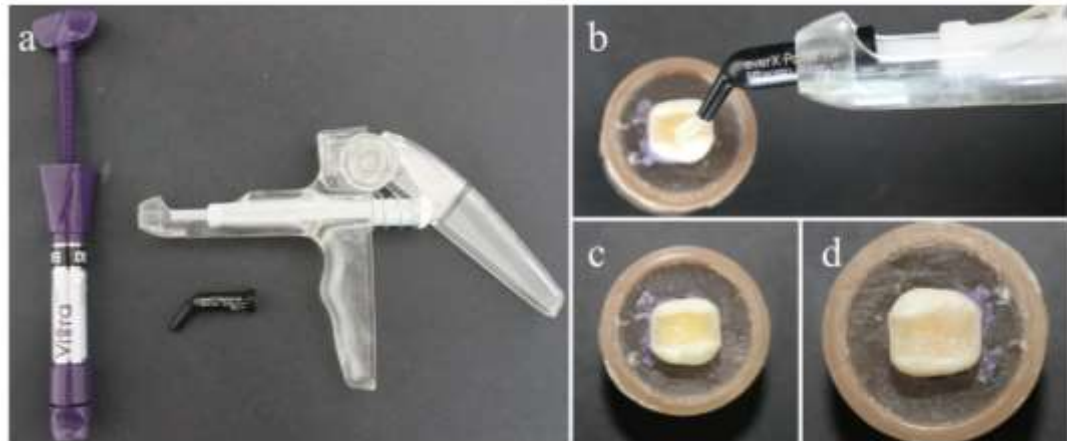
Fonte: Arquivo pessoal

3.9.5 Grupo 5 (G5) – Associação de resina com fibras curtas e fibra de polietileno

As cavidades foram restauradas com a associação entre resina com fibras curtas EverX Posterior (GC Corporation, Tóquio, Japão), fibra de polietileno Ribbond (Oraltech, Joinville, Santa Catarina, Brasil) e resina composta nano-híbrida Vitra APS (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil).

Uma fina camada de EverX Posterior foi aplicada sobre o assoalho cavitário, seguida da inserção da FR no mesmo padrão do Grupo 3 (Fig. 12 b – c). O volume restante da cavidade foi preenchido com resina Vitra APS em incrementos de 2 mm, fotopolimerizados individualmente por 20 segundos (Fig. 12 d).

Figura 12: a) Materiais utilizados; b) Inserção da camada de resina EverX Posterior com auxílio da seringa Centrix; c) Inserção da fibra Ribbond conforme descrito anteriormente; d) Restauração concluída



Fonte: Arquivo pessoal

3.9.6 Grupo 6 (G6) – Restauração onlay em resina composta semi-direta

As cavidades foram inicialmente restauradas com resina composta nano-híbrida Vitra APS (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil), conforme o protocolo do Grupo 2.

Posteriormente, as cúspides foram rebaixadas e o preparo foi realizado em formato *flat* para confecção de restauração *onlay* semi-direta. O molde do preparo foi obtido com silicone de adição Silic One (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil), sendo o modelo vertido em gesso tipo IV Golden Brown (Singletipo 4, Lascod S.p.A., Firenze, Itália).

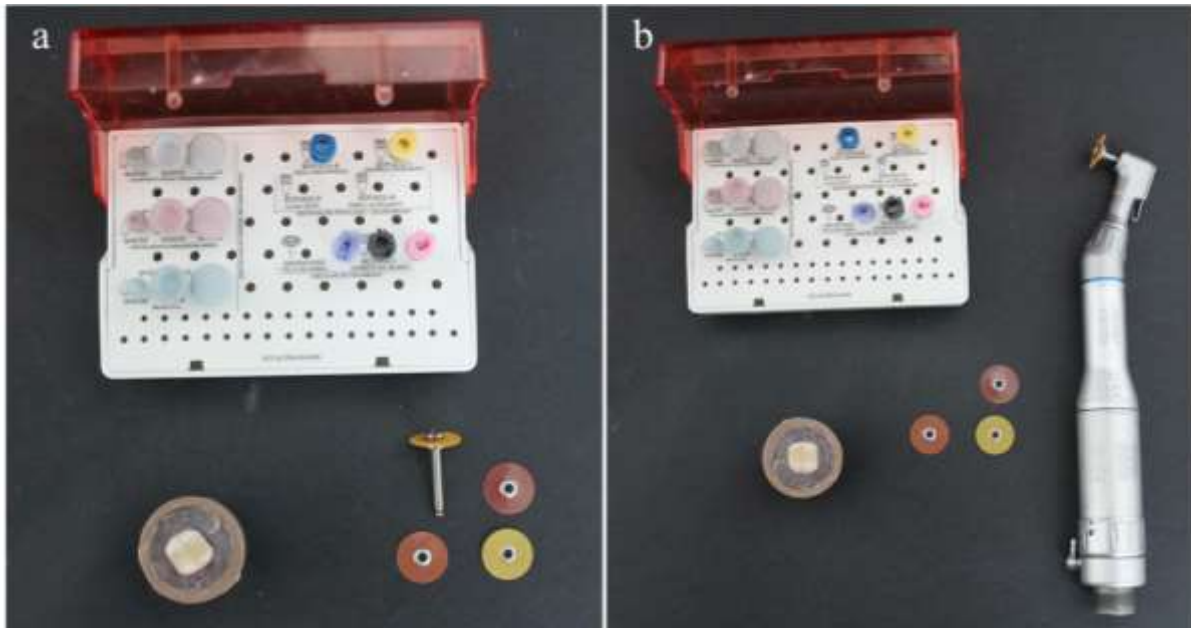
Os modelos foram isolados com vaselina em pasta, e as restaurações foram confeccionadas diretamente sobre o modelo em camadas incrementais da resina Vitra APS (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil). A anatomia oclusal foi esculpida a mão livre, as restaurações foram autoclavadas a 121°C por 15 minutos para esterilização.

A cimentação foi realizada com cimento resinoso dual RelyX™ ARC (3M ESPE, Itapetininga, São Paulo, Brasil), seguindo rigorosamente as instruções do fabricante.

3.10 Acabamento e polimento

As restaurações foram ajustadas e submetidas a acabamento inicial com discos abrasivos Sof-Lex (3M ESPE, Itapetininga, São Paulo, Brasil) e escovas espirais (American Burrs, Palhoça, Santa Catarina, Brasil), com subsequente polimento para obtenção de superfície lisa e anatômica (Fig. 13 a – b).

Figura 13: a – b) Materiais utilizados no acabamento e polimento das superfícies proximais e oclusal



Fonte: Arquivo pessoal

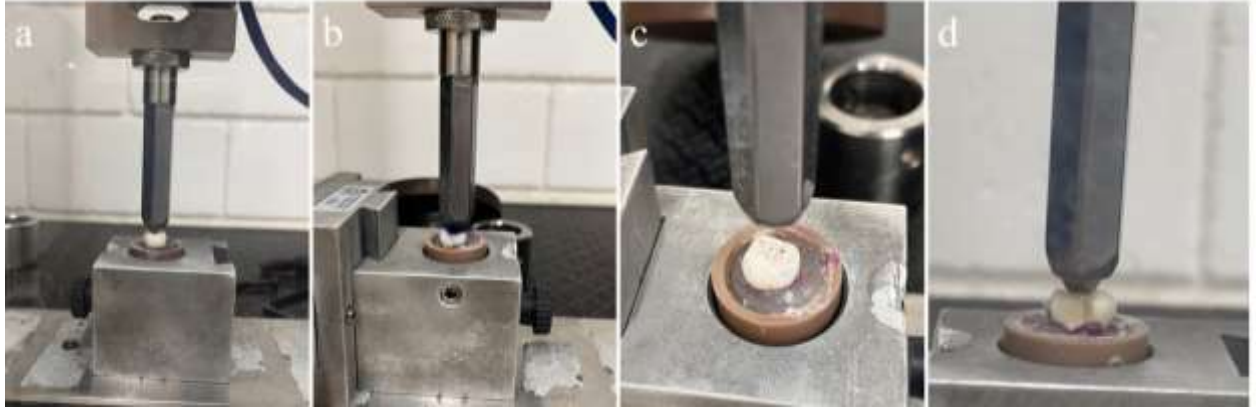
3.11 Ensaio mecânico

Após a finalização de todos os procedimentos restauradores, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão axial em uma máquina de ensaios universal (EMIC DL 2000, São José dos Pinhais, Brasil). Para garantir que a aplicação da carga compressiva ocorresse precisamente sobre a fossa central da restauração, foi interposta uma lâmina de carbono entre o pistão de aplicação e a superfície oclusal do espécime e os pontos foram conferidos antes que o ensaio fosse iniciado (Fig. 14 a – c).

A carga foi aplicada perpendicularmente à superfície oclusal, paralela ao longo eixo do dente, a uma velocidade constante de 0,5 mm/min, até o momento da fratura do corpo de prova, com força máxima de 5000 N (Fig. 14 d).

Os valores de resistência à fratura foram registrados automaticamente em Newtons (N) por meio do software TESC, versão 3.04 (Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil), responsável pela aquisição e análise dos dados.

Figura 14: a) Espécime posicionado na EMIC para ensaios universais; b) Carbono interposto entre a esfera de compressão e o elemento; c) Conferência da distribuição dos pontos de contato; d) Aspecto do elemento após a conclusão do ensaio



Arquivo pessoal

3.12 Classificação dos modos de falha

As amostras fraturadas foram retiradas das bases de resina e inspecionadas sob lupa estereoscópica para a classificação do padrão de fratura, seguindo trabalhos previamente validados (Eliguzeloglu Dalkılıç *et al.*, 2019; Mohammadi *et al.*, 2009):

- a) **Fraturas reparáveis/favoráveis:** Fraturas que ocorreram acima do nível do osso simulado (até 1 mm apical à junção amelocementária – JAC) (Fig. 15 a).
- b) **Fraturas irreparáveis/desfavoráveis:** Fraturas que envolveram a porção radicular abaixo desse nível (Fig. 15 b)

Figura 15: a) Exemplo de fratura favorável; b) Exemplo de fratura desfavorável



Fonte: Arquivo Pessoal

3.13 Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados inicialmente por meio de estatística descritiva. Em seguida, foi empregada a regressão linear para avaliar a influência dos diferentes protocolos restauradores sobre os valores de carga máxima até a fratura. Os resultados foram expressos por meio dos coeficientes estimados (β), respectivos erros-padrão, valores de t e níveis de significância (p), adotando-se o Grupo 1 (controle) como categoria de referência. O nível de significância estatística foi fixado em 5% ($\alpha = 0,05$).

4 ARTIGO CIENTÍFICO

Avaliação da resistência à fratura de molares inferiores tratados endodonticamente e estruturalmente fragilizados restaurados com resina composta, resinas reforçadas por fibras e restaurações do tipo *onlay*: um estudo *in vitro*

Artigo escrito nas normas do **Brazilian Dental Journal**

Normas para submissão de artigos podem ser encontradas no seguinte endereço eletrônico: <https://www.scielo.br/journal/bdj/about/#instructions>

Avaliação da resistência à fratura de molares inferiores tratados endodonticamente e estruturalmente fragilizados restaurados com resina composta, resinas reforçadas por fibras e restaurações do tipo *onlay*: um estudo *in vitro*

Título resumido: Reforço de protocolos restauradores em molar

Gustavo Henrique Sousa¹, Frank Ferreira Silveira²

¹ Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Clínicas Odontológicas, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

² Departamento de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Autor correspondente: Dr. Frank Ferreira Silveira, Programa de Pós-graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Av. Dom José Gaspar, 500, Prédio 46/Sala 101 - Coração Eucarístico, CEP: 30535-901, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, Telefone: +55 31 3319-4414. E-mail: frankfoui@uol.com.br

RESUMO

A Restauração de molares tratados endodonticamente e estruturalmente fragilizados representa um desafio clínico, especialmente quando a espessura das cúspides remanescentes é reduzida. Embora a literatura apresente divergências quanto ao desempenho biomecânico, novas estratégias, como resinas reforçadas por fibras e restaurações com cobertura cuspídea (*onlays*), têm sido propostas. O objetivo deste estudo foi avaliar e comparar a resistência à fratura e os padrões de falha de molares inferiores tratados endodonticamente e fragilizados, restaurados por diferentes protocolos restauradores diretos e semi-diretos. Trata-se de um estudo experimental *in vitro*, no qual 90 molares inferiores humanos extraídos foram submetidos ao tratamento endodôntico e preparados com cavidades mésio-ocluso-distais (MOD), padronizando-se a espessura das cúspides remanescentes em 2 mm. Os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em seis grupos ($n = 15$): grupo controle (G1); resina composta convencional (G2); resina composta associada à fibra contínua de polietileno (G3); resina composta reforçada por fibras curtas (G4); associação entre fibras curtas e fibra contínua de polietileno (G5); e restauração *onlay* em resina composta semi-direta (G6). Após os procedimentos restauradores, os corpos de prova foram submetidos a ensaio de carga monotônica até fratura em máquina universal, registrando-se os valores máximos de carga e analisando-se a favorabilidade clínica dos padrões de fratura. Os resultados demonstraram que os grupos G4 e G6 apresentaram resistência à fratura estatisticamente semelhante ao grupo controle (G1), indicando comportamento biomecânico comparável ao dente hígido. Em contraste, os grupos G2 e G3 apresentaram menores valores de resistência à fratura e maior prevalência de padrões de fratura desfavoráveis, enquanto o grupo G5 apresentou desempenho intermediário. Conclui-se que, em molares tratados endodonticamente com espessura remanescente de cúspides de 2 mm, a resina composta reforçada por fibras curtas associada a uma camada final de resina composta convencional apresenta previsibilidade biomecânica semelhante à das restaurações semi-diretas do tipo *onlay*, além de favorecer padrões de falha clinicamente mais favoráveis.

Palavras-chave: dentística operatória, teste de materiais, resinas compostas, *onlays*.

INTRODUÇÃO

Elementos dentários submetidos ao tratamento endodôntico apresentam maior suscetibilidade à fratura (1). Embora o acesso endodôntico convencional e a instrumentação dos canais radiculares contribuam de forma relativamente modesta para o enfraquecimento estrutural (2), a perda de estruturas anatômicas fundamentais, como as cristas marginais, e a remoção substancial de dentina podem reduzir significativamente a resistência à fratura desses dentes (2,3). Ademais, em cavidades do tipo mésio-óculo-distal (MOD), observa-se uma deflexão das cúspides remanescentes, a qual se intensifica proporcionalmente ao volume cavitário e às propriedades mecânicas do material restaurador empregado, podendo culminar em falha restauradora (4).

Nesse contexto, o reforço de dentes tratados endodonticamente, especialmente molares inferiores, os quais se mostram mais propensos à ocorrência de trincas e fraturas (5), tem despertado crescente interesse entre clínico e científico (6,7). Tradicionalmente, esses dentes eram reabilitados com retentores intracanaís e restaurações indiretas totais. Entretanto, com o avanço dos sistemas adesivos e a ênfase em uma odontologia minimamente invasiva voltada à preservação da estrutura dental sadia, novas abordagens restauradoras têm sido cada vez mais utilizadas (8). Sob essa perspectiva, estratégias restauradoras que evitam o uso de retentores intracanaís, adotando o reforço intracoronário através de fibras de reforço com ou sem proteção cuspídea, têm ganhado destaque na literatura contemporânea, reforçando a necessidade de investigações mais aprofundadas que fundamentem decisões clínicas baseadas em evidências científicas consistentes (6, 9-12).

O uso de resinas compostas convencionais na reabilitação de dentes posteriores fragilizados é amplamente difundido; contudo, esses materiais apresentam limitações, como a contração de polimerização, que pode comprometer a interface adesiva (13), e a baixa tenacidade à fratura, favorecendo falhas catastróficas e pior prognóstico em casos de fratura, tornando seu uso em áreas de tensão questionado (14). Para contornar essas limitações, o uso de fibras de reforço tem sido proposto como uma estratégia promissora, uma vez que evidências disponíveis na literatura demonstram sua eficácia em aumentar a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente (6,11).

A fibra de polietileno Ribbond é constituída por fibras entrelaçadas de polietileno de alto peso molecular, caracterizadas por elevada resistência à tração e comportamento elástico, o que confere ao material grande capacidade de resistir à deformação e adaptar-se à morfologia cavitária (15,16). O tratamento por plasma de gás frio ao qual a fibra é submetida reduz a tensão

superficial e melhora a interação química com a matriz resinosa, favorecendo a adesão aos compósitos (17). Essas características permitem uma transferência mais homogênea das forças ao longo da restauração, com menor concentração de tensões na resina, além de contribuir para a interrupção da propagação de trincas (10,11, 14-16).

Paralelamente, a EverX Posterior é uma resina composta reforçada por fibras curtas (RCFC) constituída por uma matriz polimérica semi-interpenetrante acrescida por fibras curtas de vidro E silanizadas e vidro de bário, dispersas de forma aleatória na matriz resinosa (18). A disposição aleatória das fibras promove reforço em múltiplas orientações, mimetizando a organização das fibras colágenas da dentina e tornando esse compósito uma alternativa adequada para a substituição do tecido perdido. Tem sido relatado que esse arranjo contribui para a interrupção da propagação de trincas e para o aumento da tenacidade à fratura dos elementos restaurados (9, 19-22).

Apesar das evidências indicarem que esses materiais podem melhorar a resistência à fratura de reabilitações em dentes estruturalmente fragilizados, a literatura ainda destaca que, quando a espessura das paredes remanescentes é igual ou inferior a 2 milímetros (mm), recomenda-se a realização de restaurações com proteção cuspídea (23). Nesse cenário, o uso de fibras de reforço surge como uma alternativa potencialmente menos invasiva, capaz de preservar estrutura dental, reduzir custos e simplificar o tratamento.

Considerando a escassez de estudos que comparem diretamente o desempenho biomecânico de fibras de reforço e restaurações do tipo onlay em molares tratados endodonticamente com espessura cuspídea remanescente padronizada em 2 mm, torna-se relevante investigar essas estratégias restauradoras em um cenário estruturalmente desfavorável. Assim, o presente estudo propôs-se a avaliar e comparar a resistência à fratura e os padrões de falha de molares tratados endodonticamente restaurados por diferentes protocolos, incluindo resinas convencionais, resinas reforçadas por fibras e restaurações com cobertura cuspídea, visando contribuir para o esclarecimento das divergências observadas na literatura e fornecer subsídios para decisões clínicas baseadas em evidências científicas.

A hipótese nula testada foi que não havia diferença significativa na resistência à fratura entre os protocolos restauradores avaliados.

MATERIAL E MÉTODOS

Este conteúdo foi submetido e autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (parecer nº 7.288.400). Noventa molares inferiores humanos hígidos, extraídos por motivos não relacionados a esta pesquisa, foram obtidos do banco de dentes institucional. Os critérios de inclusão compreenderam dentes com rizogênese completa e dimensões semelhantes, a fim de reduzir a variabilidade anatômica (altura coronária aproximada de 7,5 mm, largura méso-distal de 10,8 mm e largura vestibulo-lingual de 9,5 mm, admitindo-se variação de ± 1 mm). Os dentes foram armazenados em solução de timol a 0,1% até o momento dos procedimentos experimentais.

Preparo cavitário

Todos os preparos cavitários de classe II méso-ocluso-distais (MOD) foram executados por um único operador experiente para maximizar a reprodutibilidade em conformidade com a metodologia apresentada por Mondelli *et al.* (24). Para os preparos destinados aos grupos restaurados com técnicas diretas, foram utilizadas brocas carbide 245 (Kavo, Joinville, Santa Catarina, Brasil) e pontas diamantadas 1151 e 1111 (KG Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil) sob refrigeração com água. As paredes vestibular e lingual foram preparadas com convergência no sentido oclusal, ângulos internos arredondados e parede pulpar plana e perpendicular ao longo do eixo dental. A espessura das cúspides remanescentes foi padronizada em 2 mm, verificada por especímetro (Ice, São Paulo, São Paulo, Brasil), portanto a distância vestibulo-lingual variou, já a profundidade da cavidade foi fixada em 4 mm, mensurada com sonda milimetrada Williams Millennium (Golgran, São Caetano do Sul, São Paulo, Brasil).

Para os preparos *onlay*, foram utilizadas pontas 170L (Kavo, Joinville, Santa Catarina, Brasil), multilaminada 7204 (Kavo, Joinville, Santa Catarina, Brasil), e 3203 carbide (Kavo, Joinville, Santa Catarina, Brasil). Após confecção do preparo MOD procedeu-se à redução oclusal plana de 2,0 mm nas cúspides de trabalho e 1,5 mm nas de não trabalho, respeitando os princípios de resistência e preservação coronária. As paredes circundantes foram confeccionadas com leve expulsividade oclusal para facilitar o assentamento das restaurações.

Tratamento Endodôntico

O acesso endodôntico foi realizado de forma minimamente invasivo, preservando os preparos cavitários. O comprimento de trabalho foi determinado com limas K #10 (VDW GmbH, Munique, Alemanha) e a instrumentação foi efetuada com sistema rotatório ProTaper Ultimate até o instrumento F3 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Durante a

instrumentação, realizou-se irrigação com Hipoclorito de Sódio (NaOCl) (Lenza Farma, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil) 2,5%, utilizando-se 2 mL entre cada instrumento. Ao término do preparo químico-mecânico procedeu-se à irrigação final com 5 mL de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) (Lenza Farma, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil) a 147% seguida de 5 mL de irrigação abundante com água destilada. A obturação foi efetuada por técnica de cone único utilizando o cone calibrado F3 do Sistema Ultimate (Dentsply Maillefer, Bellaigues, Suíça) e cimento AH Plus JET (Dentsply De Trey, Konstanz, Alemanha). Após a obturação, a câmara pulpar foi limpa utilizando álcool 70% e a nova dentina foi exposta com auxílio de broca carbide esférica nº 4 em baixa rotação (Kavo, Joinville, Santa Catarina, Brasil), visando padronizar a superfície adesiva.

Inclusão dos dentes e simulação do ligamento periodontal

As superfícies radiculares de todos os dentes foram recobertas com uma fina camada de cera utilidade aquecida, com uma espessura aproximada de 0,2 – 0,3 mm (Asfer, São Caetano do Sul, Brasil), com o objetivo de criar um espaço uniforme ao redor das raízes, simulando o ligamento periodontal (Fig. 1 a). Em seguida, cada espécime foi incluído em um anel de policloreto de vinila (PVC), correspondente a um redutor de pressão (Tigre, Joinville, Brasil), com 25 mm de diâmetro interno e 25 mm de altura, preenchido com resina acrílica autopolimerizável Jet (Clássico, São Paulo, São Paulo, Brasil) até o nível correspondente a 1 mm apical à junção amelo-cementária (Fig. 1 b). Durante o processo de inclusão, manteve-se o longo eixo do dente paralelo ao eixo longitudinal do anel, assegurando o correto posicionamento dos espécimes.

Durante a reação exotérmica decorrente da polimerização da resina acrílica, observou-se o derretimento da cera utilidade, que se fundiu e foi completamente removida das raízes e do molde negativo formado na base acrílica, utilizando-se gaze esterilizada. Essa etapa possibilitou a formação de um espaço preciso e contínuo ao redor da raiz, correspondente à espessura originalmente ocupada pela cera (Fig. 1 c-d).

Após a completa polimerização da resina e limpeza do molde, o espaço criado foi preenchido com material de moldagem à base de poliéster Impregum™ (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), de viscosidade média, sendo os dentes reposicionados em suas respectivas bases. Esse procedimento permitiu reproduzir de forma adequada as propriedades elásticas e de amortecimento do ligamento periodontal natural (Fig. 1 e-h).

Preparo da superfície adesiva

Para o preparo da superfície adesiva, foi realizada uma profilaxia prévia com pedrapomes (SS White, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil) e água, utilizando escova de Robinson em baixa rotação, com o objetivo de remover detritos e biofilme da superfície dental. Em seguida, a superfície dentinária foi jateada com óxido de alumínio (MicroEtcher II, Danville Materials, Califórnia, EUA), promovendo limpeza adicional e aumento da energia superficial do substrato dentinário.

O condicionamento seletivo do esmalte foi realizado com gel de ácido fosfórico a 35% (Codac, FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) por 15 segundos, seguido de aspiração cuidadosa com cânula endodôntica (Ultradent, South Jordan, EUA) e irrigação abundante com água destilada. Após o condicionamento, as cavidades foram secas com jato de ar isento de óleo, mantendo a dentina levemente úmida.

Na sequência, aplicou-se o sistema adesivo autocondicionante de dois passos Clearfil™ SE Bond (Kuraray Noritake Dental Inc., Okayama, Japão), conforme as recomendações do fabricante quanto ao tempo de aplicação e fotopolimerização. Posteriormente, foi inserida uma camada de 0,5 mm de resina composta fluida GrandioSO Heavy Flow (VOCO GmbH, Alemanha) sobre toda a superfície dentinária, a qual foi fotopolimerizada por 20 segundos utilizando a unidade de luz LED VALO™ (Ultradent, South Jordan, EUA).

Reconstrução das paredes proximais, oclusal e restauração do acesso endodôntico

Após a conclusão dos procedimentos adesivos as paredes axiais mesial e distal foram conformadas com o auxílio de porta-matriz Tofflemire (Golgran, São Caetano do Sul, Brasil) e matriz metálica (Indusbello, Londrina, Brasil), com espessura de 0,07 mm e 5 mm de largura. As paredes proximais ausentes foram reconstruídas com incrementos de aproximadamente 1 mm de resina composta nano-híbrida Filtek™ Z350 (3M ESPE, Itapetininga, São Paulo, Brasil), sendo cada incremento fotopolimerizado por 20 segundos com unidade de luz LED VALO™ (Ultradent, South Jordan, EUA), com intensidade ≥ 1200 mW/cm².

Por fim, aplicou-se resina composta fluida Grandioso Heavy Flow (VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha) para o selamento dentinário imediato, seguida de fotopolimerização final por 20 segundos.

Os acessos endodônticos foram restaurados com a mesma resina composta fluida aplicada em incrementos horizontais de 2 mm, sendo que cada incremento foi fotopolimerizado

individualmente por 20 segundos com o fotopolimerizador VALO™ (Ultradent, South Jordan, EUA).

A escultura oclusal foi realizada seguindo as referências anatômicas individuais de cada espécime, de modo a restabelecer a morfologia original de cada dente.

Distribuição experimental e protocolos restauradores

Os espécimes foram alocados aleatoriamente em seis grupos (n = 15) (Fig. 2):

- a) Grupo 1 (G1) (Controle): Dentes hígidos foram utilizados como grupo controle, sem qualquer preparo cavitário ou intervenção restauradora;
- b) Grupo 2 (G2) (Resina composta nano-híbrida): As cavidades foram restauradas com resina composta nano-híbrida Vittra APS (FGM Dental Group, Joinville, SC, Brasil) e fotopolimerizadas com unidade LED VALO™ (Ultradent Products, Inc., South Jordan, Utah, EUA);
- c) Grupo 3 (G3) (Resina composta + fibra de polietileno): As cavidades foram restauradas com resina composta nano-híbrida Vittra APS (FGM Dental Group, Joinville, SC, Brasil), associada à fibra de polietileno Ribbond (Ribbond Inc., Seattle, WA, EUA), previamente umedecida com o “bond” do sistema adesivo CLEARFIL™ SE Bond (Kuraray Noritake Dental Inc., Kurashiki, Okayama, Japão). Uma fibra com 3 mm de largura foi posicionada no sentido vestibulo-lingual, ocupando aproximadamente dois terços da extensão da cavidade, e adaptada sobre uma camada de resina fluida Opallis Flow (FGM Dental Group, Joinville, SC, Brasil).
- d) Grupo 4 (G4) (Fibras curtas): As cavidades foram restauradas com resina reforçada por fibras curtas everX Posterior (GC Dental Products Corp., Kasugai, Aichi, Japão) (com distribuição por GC Corporation, Tóquio, Japão) e recobertas na porção oclusal final com Vittra APS (FGM Dental Group, Joinville, SC, Brasil);
- e) Grupo 5 (G5) (Fibras curtas + fibra de polietileno): As cavidades foram restauradas com everX Posterior (GC Dental Products Corp., Kasugai, Aichi, Japão), associado à fibra Ribbond (Ribbond Inc., Seattle, WA, EUA) e finalizado com Vittra APS (FGM Dental Group, Joinville, SC, Brasil);
- f) Grupo 6 (G6) (*Onlay* semi-direto): Após restauração inicial com Vittra APS (FGM Dental Group, Joinville, SC, Brasil), as restaurações onlay foram confeccionadas

em modelo obtido com silicone de adição Silic-One (FGM Dental Group, Joinville, SC, Brasil) e vazado com gesso tipo IV, sendo cimentadas com cimento resinoso dual RelyX™ ARC (3M Oral Care, St. Paul, Minnesota, EUA).

As restaurações foram ajustadas e submetidas a acabamento inicial com discos abrasivos Sof-Lex (3M ESPE, Itapetininga, São Paulo, Brasil) e escovas espirais (American Burrs, Palhoça, Santa Catarina, Brasil), com subsequente polimento para obtenção de superfície lisa e anatômica.

Ensaio mecânico

Após a conclusão de todos os procedimentos restauradores, os espécimes foram submetidos ao ensaio de compressão axial em uma máquina de ensaios universal (EMIC DL 2000, São José dos Pinhais, Brasil). Para assegurar a aplicação uniforme da carga sobre a fossa central da restauração, uma lâmina de carbono foi interposta entre o pistão aplicador e a superfície oclusal do espécime, compressiva ocorresse precisamente sobre a fossa central da restauração, foi interposta uma lâmina de carbono entre o pistão de aplicação e a superfície oclusal do espécime, permitindo a verificação prévia dos pontos de contatos, antes que o ensaio fosse iniciado.

A carga compressiva foi aplicada perpendicularmente à superfície oclusal, paralela ao longo eixo do dente, a uma velocidade constante de 0,5 mm/min, até a ocorrência da fratura, com carga máxima pré-estabelecida de 5000 N.

Os valores de resistência à fratura foram registrados automaticamente em Newtons (N) por meio do software TESC, versão 3.04 (Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil), responsável pela aquisição e armazenamento dos dados.

Classificação dos modos de falha

Após o ensaio mecânico, os espécimes fraturados foram removidos das bases de resina examinados sob lupa estereoscópica para avaliação do padrão de fratura. Os modos de falha foram classificados de acordo com critérios previamente validados (25):

- a) **Fraturas favoráveis (reparáveis):** fraturas localizadas acima do nível ósseo simulado, isto é, até 1 mm apical à junção cimento-esmalte (JCE) (Fig. 3a);

- b) **Fraturas desfavoráveis (irreparáveis):** fraturas que se estenderam abaixo desse nível, envolvendo a porção radicular (Fig. 3b).

Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados inicialmente por meio de estatística descritiva. Em seguida, empregou-se a regressão linear para avaliar a influência dos diferentes protocolos restauradores sobre os valores de carga máxima até a fratura. Os resultados foram expressos por meio dos coeficientes estimados (β), respectivos erros-padrão, valores de t e níveis de significância (p). O Grupo 1 (controle) foi adotado como categoria de referência para as comparações. O nível de significância estatística foi fixado em 5% ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS

Os valores de carga máxima até a fratura (N) apresentaram ampla variação entre os seis grupos avaliados. O gráfico *box-plot* (Fig. 4) ilustra a distribuição dos dados, revelando diferenças marcantes na mediana e na amplitude interquartil dos valores de fratura, especialmente entre os grupos restaurados exclusivamente com resina composta e aqueles submetidos a protocolos híbridos ou semi-diretos. O Grupo 1 (controle) apresentou os maiores valores médios de resistência, funcionando como referência para interpretação dos demais protocolos restauradores.

A regressão linear foi utilizada para avaliar o efeito dos diferentes grupos restauradores sobre os valores de fratura. O modelo apresentou $R = 0,488$ e $R^2 = 0,238$, indicando que aproximadamente 23,8% da variabilidade na resistência pode ser explicada pelo tipo de tratamento restaurador (Tabela 1).

A Tabela 2 resume os coeficientes estimados para os grupos, tomando o Grupo 1 (controle) como referência.

Em comparação ao grupo controle, o Grupo 2 apresentou redução significativa da resistência à fratura ($\beta = -579,7$ N; $p = 0,008$), enquanto o Grupo 3 exibiu a maior perda de resistência entre os protocolos avaliados ($\beta = -921,9$ N; $p < 0,001$). O Grupo 4 não diferiu estatisticamente do controle ($\beta = -347,2$ N; $p = 0,106$), indicando comportamento biomecânico semelhante. O Grupo 5 apresentou redução significativa da resistência em relação ao controle ($\beta = -521,1$ N; $p = 0,016$), porém com desempenho superior ao Grupo 3. Por sua vez, o Grupo 6 não mostrou diferença estatisticamente significativa quando comparado ao controle ($\beta = -65,0$ N; $p = 0,761$), evidenciando comportamento mecânico próximo ao dente hígido.

Os dados reforçam que G4 (EverX) e G6 (*onlay* semi-direto) apresentaram restabelecimento mais eficiente da resistência à fratura, enquanto G2, G3 e G5 mostraram reduções variáveis, porém significativas em relação ao controle.

A análise dos padrões de fratura (Fig. 5) demonstrou maior proporção de fraturas desfavoráveis nos grupos restaurados com resina composta convencional (G2) e nos grupos reforçados com fibra de polietileno (G3 e G5). Em contrapartida, observou-se predominância de fraturas favoráveis nos grupos restaurados com resina reforçada por fibras curtas (G4) e com restauração *onlay* semi-direta (G6), indicando comportamento biomecânico mais semelhante ao dente hígido.

DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou diferentes protocolos restauradores em molares tratados endodonticamente submetidos a preparos MOD extensos e demonstrou que o tipo de material restaurador exerce influência significativa tanto na resistência à fratura quanto no padrão de falha observado. Os resultados levaram à rejeição da hipótese nula, indicando diferenças biomecanicamente relevantes entre as estratégias testadas. Como esperado, o grupo controle apresentou os maiores valores de resistência, enquanto as restaurações com resina composta convencional (G2) e aquelas associadas à fibra de polietileno (G3 e G5) resultaram em reduções expressivas na capacidade de suportar carga.

As escolhas metodológicas foram direcionadas à simulação de um cenário clínico desafiador e reprodutível. A padronização da espessura das cúspides remanescentes em 2 mm, em detrimento da largura vestibulo-lingual, permitiu avaliar o desempenho restaurador sob condições biomecanicamente desfavoráveis, caracterizadas por maior deflexão cuspal, estratégia que difere de estudos prévios e acrescenta novas evidências (16,26,27). A utilização de molares inferiores como modelo experimental fundamentou-se em evidências que demonstram maior prevalência de trincas e fraturas nesse grupo dentário (5), tornando-o adequado para investigação biomecânica.

O grupo G2 apresentou redução significativa da resistência à fratura, corroborando estudos que demonstram que a resina composta convencional, isoladamente, não restabelece a resistência mecânica de dentes tratados endodonticamente fragilizados (28–30). Embora alguns autores tenham observado desempenho semelhante entre resinas convencionais e sistemas reforçados por fibras (31), os achados do presente estudo reforçam as limitações biomecânicas dessa abordagem em cavidades extensas.

O grupo G3, no qual a fibra de polietileno foi associada à resina convencional, apresentou o menor desempenho mecânico. Apesar da expectativa de reforço estrutural, esse resultado está em consonância com Canobra et al. (12), que observaram menor resistência à fratura com a técnica “papel de parede”. Outros estudos também relataram ausência de diferença significativa entre restaurações convencionais e aquelas reforçadas com fibras de polietileno (30,31), enquanto investigações anteriores evidenciaram ganho de resistência com o uso de fibras (14–16). Esses resultados divergentes sugerem que o desempenho das fibras contínuas depende fortemente do desenho cavitário e da técnica restauradora adotada (11).

A extensão do preparo cavitário influencia diretamente a deflexão das cúspides remanescentes, favorecendo a concentração de tensões e a formação de trincas (32). No presente estudo, a padronização da espessura cuspeada em 2 mm resultou em caixas oclusais amplas, intensificando a deflexão cuspal e reproduzindo um cenário biomecanicamente desfavorável (4). Além disso, a técnica de inserção e o posicionamento das fibras em relação às trajetórias de propagação de trincas influenciam diretamente a longevidade restauradora (11). Configurações alternativas, como a esplintagem oclusal, têm demonstrado desempenho superior quando comparadas à técnica de “papel de parede” utilizada neste estudo (27).

Adicionalmente, evidências indicam que a utilização de fibras de polietileno pode estar associada à formação de gaps na interface adesiva em cavidades MOD, comprometendo a integridade do complexo dente-restauração (33). A necessidade de impregnação prévia da fibra constitui uma etapa técnica crítica, e a presença de vazios ou excesso de monômero residual pode comprometer a interface fibra-resina e reduzir as propriedades mecânicas (26). Estudos que relataram desempenho insatisfatório também posicionaram a fibra sob resina composta convencional ou diretamente sobre o assoalho cavitário, sugerindo influência do material intermediário (12,31).

No grupo G5, a associação entre fibras curtas e fibras longas resultou em desempenho intermediário. Resultados semelhantes foram relatados por Soto-Cadena et al. (10), embora com valores absolutos superiores. Bal et al. (30) observaram desempenho máximo ao posicionar a fibra de polietileno cervicalmente e recobri-la com EverX Posterior. No presente estudo, a inserção da fibra acima do material restaurador pode ter limitado o efeito sinérgico esperado, possivelmente em razão da adaptação limitada das fibras contínuas.

Por outro lado, o grupo G4, restaurado com resina reforçada por fibras curtas (EverX Posterior) como substituto dentinário, não diferiu estatisticamente do grupo controle. Esse achado está alinhado com estudos que demonstram desempenho mecânico semelhante ao de dentes hígidos (10,28,31). O reforço multidirecional promovido pela distribuição aleatória das

fibras, aliado à capacidade de dissipar tensões e interromper a propagação de trincas, contribui para o aumento da tenacidade à fratura (18,19,21). Evidências indicam ainda que maior volume desse compósito está associado ao aumento da resistência do conjunto restaurador (22), corroborando a técnica empregada neste estudo.

O grupo G6 (onlay semi-direto) apresentou comportamento biomecânico semelhante ao grupo controle e ao G4, corroborando estudos que demonstram desempenho comparável entre restaurações com cobertura cuspídea e compósitos reforçados por fibras curtas (7,31,34). Em contraste, Garoushi et al. (9,20) relataram que restaurações indiretas em dissilicato de lítio podem não restabelecer a resistência de molares severamente fragilizados, possivelmente devido ao maior módulo de elasticidade e à menor capacidade de deformação desse material (35).

O desempenho do G6 pode ser atribuído à cobertura cuspídea, que redistribui as tensões oclusais, reduz a deflexão das cúspides remanescentes e limita a propagação de trincas radiculares, favorecendo fraturas mais reparáveis, conforme evidenciado neste estudo. Embora restaurações com cobertura cuspídea sejam referência clínica para proteção estrutural, poucos estudos compararam diretamente seu desempenho com materiais reforçados por fibras; assim, os resultados sugerem que tanto a restauração onlay quanto a resina composta reforçada por fibras curtas podem proporcionar comportamento biomecânico semelhante em molares tratados endodonticamente fragilizados.

Em relação ao padrão de fraturas, os grupos G4 e G6 apresentaram maior frequência de fraturas favoráveis, indicando que estratégias restauradoras com melhor dissipação de tensões tendem a resultar em modos de falha menos catastróficos. Esse comportamento está de acordo com estudos prévios (15,16,28,34), embora divirja parcialmente de outros achados (7,9). Em contraste, G2, G3 e G5 apresentaram maior frequência de fraturas desfavoráveis, comportamento consistente com limitações biomecânicas previamente descritas (12,15,16).

Entre os pontos fortes do estudo destacam-se a padronização da espessura cuspídea remanescente em 2 mm, a amostra numericamente robusta e a avaliação de protocolos restauradores clinicamente relevantes. Esses aspectos permitiram uma análise biomecânica consistente da resistência à fratura e dos padrões de falha. Os achados sugerem que resinas reforçadas por fibras curtas, associadas a uma camada final de resina composta convencional, podem oferecer previsibilidade biomecânica semelhante à de restaurações semi-diretas do tipo onlay em molares tratados endodonticamente e estruturalmente fragilizados.

Como limitações, destacam-se o caráter *in vitro* do estudo, a ausência de ensaios de fadiga mecânica e a não realização de termociclagem, fatores que poderiam reproduzir de

maneira mais fidedigna as condições clínicas de longo prazo. Estudos futuros devem investigar o comportamento desses materiais sob carregamento cíclico e envelhecimento térmico, bem como avaliar o posicionamento das fibras, a sequência de inserção dos materiais restauradores e diferentes protocolos adesivos, visando esclarecer os resultados ainda conflitantes descritos na literatura.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e dentro das limitações deste estudo *in vitro*, conclui-se que o desempenho biomecânico de molares inferiores tratados endodonticamente e estruturalmente fragilizados é fortemente influenciado pelo protocolo restaurador empregado. As resinas compostas reforçadas por fibras curtas e as restaurações semi-diretas do tipo onlay em resina composta apresentaram resistência à fratura semelhante à dos dentes hígidos, além de maior prevalência de padrões de falha clinicamente favoráveis, indicando elevada previsibilidade biomecânica.

REFERÊNCIAS

1. Khaled Al-Omiri M, Mahmoud AA, Rayyan MR, Abu-Hammad O. Fracture resistance of teeth restored with post-retained restorations: An overview. *J Endod.* 2010; 36: 1439-49.
2. Corsentino G, Pedullà E, Castelli L, Liguori M, Spicciarelli V, Martignoni M, et al. Influence of Access Cavity Preparation and Remaining Tooth Substance on Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth. *J Endod.* 2018; 44(9): 1416-21.
3. Shirani F, Saatchi M, Shirani M, Jafari N. Evaluation of the fracture resistance of conservative and ultraconservative access cavity designs with different treatment modalities: an in vitro study. *Biomed Res Int.* 2023; 2023: 7247375.
4. Aregawi WA, Fok ASL. Shrinkage stress and cuspal deflection in MOD restorations: analytical solutions and design guidelines. *Dent Mater.* 2021; 37(5): 783-95.
5. De Toubes KMS, Soares CJ, Soares RV, Côrtes MI de S, Tonelli SQ, Bruzinga FFB, et al. The correlation of crack lines and definitive restorations with the survival and success rates of cracked teeth: a long-term retrospective clinical study. *J Endod.* 2022; 48(2): 190-9.
6. Selvaraj H, Krithikadatta J, Shrivastava D, Onazi MA Al, Algarni HA, Munaga S, et al. Systematic review fracture resistance of endodontically treated posterior teeth restored with fiber reinforced composites- a systematic review. *BMC Oral Health.* 2023; 23(1): 566.
7. Volom A, Vincze-Bandi E, Sárosi T, Alleman D, Forster A, Jakab A, et al. Fatigue performance of endodontically treated molars reinforced with different fiber systems. *Clin Oral Investig.* 2023; 27(6): 3211-20.
8. Carvalho MA de, 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.* 2018; 32(suppl 1).
9. Garoushi S, Sungur S, Boz Y, Ozkan P, Vallittu PK, Uctasli S, et al. Influence of short-fiber composite base on fracture behavior of direct and indirect restorations. *Clin Oral Investig.* 2021; 25(7): 4543-52.
10. Soto-Cadena SL, Zavala-Alonso NV, Cerda-Cristerna BI, Ortiz-Magdaleno M. Effect of short fiber-reinforced composite combined with polyethylene fibers on fracture resistance of endodontically treated premolars. *J Prosthet Dent.* 2023; 129(4): 598.e1-598.e10.
11. Bijelic-Donova J, Bath A, Rocca G, Bella E di, Saratti C. Can fiber-reinforced composites increase the fracture resistance of direct composite restorations in structurally compromised teeth? a systematic review and meta-analysis of laboratory studies. *Oper Dent.* 2025; 50(1): E1-29.

12. Canobra L, Parra-Gatica E, Sanhueza V, Medina C, Wendler M. Fracture resistance and failure mode of polyethylene fiber-reinforced resin-based restorations in structurally compromised premolars: an in vitro study. *Oper Dent*. 2024; 49(4): 455-64.
13. Atalay C, Yazici A, Horuztepe A, Nagas E, Ertan A, Ozgunaltay G. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with bulk fill, bulk fill flowable, fiber-reinforced, and conventional resin composite. *Oper Dent*. 2016; 41(5): E131-40.
14. Shafiei F, Dehghanian P, Ghaderi N, Doozandeh M. Fracture resistance of endodontically treated premolars restored with bulk-fill composite resins: The effect of fiber reinforcement [Internet]. *Dent Res J*. 2021; 18: 60.
15. Zotti F, Hu J, Zangani A, Albanese M, Paganelli C. Fracture strength and ribbon fibers: In vitro analysis of MOD restorations. *J Clin Exp Dent*. 2023; 15(4): e318-23.
16. Zotti F, Ferrari F, Paganelli C, Pilati F, Lanzaretti G, Arlacchi D, et al. Increasing the fracture strength of MOD restorations with Ribbon fibers. *J Clin Exp Dent*. 2024; 16(6): e707-13.
17. Tekçe N, Pala K, Tuncer S, Demirci M, Serim ME. Influence of polymerisation method and type of fibre on fracture strength of endodontically treated teeth. *Aust Endod J*. 2017; 43(3): 115-22.
18. Eapen AM, Amirtharaj LV, Sanjeev K, Mahalaxmi S. Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth Restored with 2 Different Fiber-reinforced Composite and 2 Conventional Composite Resin Core Buildup Materials: An In Vitro Study. *J Endod*. 2017; 43(9): 1499-504.
19. Garoushi S, Säilynoja E, Vallittu PK, Lassila L. Physical properties and depth of cure of a new short fiber reinforced composite. *Dent Mater*. 2013; 29(8): 835-41.
20. Garoushi S, Akbaşak-Sungur AÖ, Erkut S, Vallittu PK, Uctasli S, Lassila L. Evaluation of fracture behavior in short fiber-reinforced direct and indirect overlay restorations. *Clin Oral Investig*. 2023; 27(9): 5449-58.
21. Garoushi S, Vallittu PK, Lassila LVJ. Short glass fiber reinforced restorative composite resin with semi-inter penetrating polymer network matrix. *Dent Mater*. 2007; 23(11): 1356-62.
22. Garoushi S, Lassila LVJ, Tezvergil A, Vallittu PK. Load bearing capacity of fibre-reinforced and particulate filler composite resin combination. *J Dent*. 2006; 34(3): 179-84.
23. Scotti N, Rota R, Scansetti M, Paolino DS, Chiandussi G, Pasqualini D, et al. Influence of adhesive techniques on fracture resistance of endodontically treated premolars with various residual wall thicknesses. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2013; 110(5): 376-82.

24. Mondelli J, Franco EB, Valera RC, Ishikiriama A, Pereira JC, Francischone CE. *Dentística: procedimentos pré-clínicos*. São Paulo: Santos; 2018.
25. Eliguzeloglu Dalkılıç E, Kazak M, Hisarbeyli D, Fildisi MA, Donmez N, Deniz Arisu H. Can Fiber Application Affect the Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth Restored with a Low Viscosity Bulk-Fill Composite? *Biomed Res Int*. 2019;2019: 3126931.
26. 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*. 2020; 104: 103650.
27. Ibrahim RH, ElKassas DW, Nabih SM, Salem MN, Haridy R. The impact of different fiber placement techniques on the fracture resistance of premolars restored with direct resin composite, in vitro study. *J Funct Biomater*. 2025; 16(6): 225.
28. Naik A, de Ataide I de N, Fernandes M. Fracture resistance of endodontically treated premolars using nanohybrid composite, fiber-reinforced composite, horizontal glass fiber posts, and ceramic inlays: an in vitro study. *J Endod*. 2023; 49(12): 1739-46.
29. Nezir M, Dinçtürk BA, Sarı C, Alp CK, Altınışık H. Effect of fiber-reinforced direct restorative materials on the fracture resistance of endodontically treated mandibular molars restored with a conservative endodontic cavity design. *Clin Oral Investig*. 2024; 28(6): 316.
30. Bal L, Keskin C, Sakallı AK, Özcan B, Koçyiğit İG. Effect of combined use of reinforcement materials on the fracture resistance of MOD cavity restorations in endodontically treated teeth. *Clin Oral Investig*. 2025; 29(10): 481.
31. Mohammadipour HS, Farajzadeh M, Toutouni H, Gazerani A, Sekandari S. Fracture Resistance of fiber-reinforced vs. conventional resin composite restorations in structurally compromised molars: an in vitro study. *Int J Dent*. 2025; 2025(1): 5169253.
32. Kose B, Arslan S. Evaluation of cuspal deflection and fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different restorative material combinations. *Clin Oral Investig*. 2025; 29(8): 380.
33. Deger C, Özdoğan Z, Oglakci B, Eliguzeloglu Dalkilic E. The effect of different intermediary layer materials under resin composite restorations on volumetric cuspal deflection, gap formation, and fracture strength. *Oper Dent*. 2023; 48(1): 108-16.
34. Hafez ME, Abd El-ghany AA, Taha AI, Amin A. In vitro assessment of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with short fiber reinforced resin based composite and ceramic overlays. *BMC Oral Health*. 2025; 25(1): 211.

35. Chung SM, Yap AUJ, Tsai KT, Yap FL. Elastic modulus of resin-based dental restorative materials: A microindentation approach. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2005; 72(2): 246-53.

TABELAS

Tabela 1. Medidas de Ajustamento do Modelo

Modelo	R	R ²
1	0.488	0.238

Tabela 2. Coeficientes do Modelo - Valor de quebra em Newton (N)

Preditor	Estimativas	Erro-padrão	t	p
Intercepto ^a	1999.7	150	13.292	< .001
Grupo:				
Grupo 2 – Grupo 1 (Controle)	-579.7	213	-2.725	0.008
Grupo 3 – Grupo 1 (Controle)	-921.9	213	-4.333	<.001
Grupo 4 – Grupo 1 (Controle)	-347.2	213	-1.632	0.106
Grupo 5 – Grupo 1 (Controle)	-521.1	213	-2.449	0.016
Grupo 6 – Grupo 1 (Controle)	-65.0	213	-0.306	0.761

^a Representa o nível de referência

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. a) Inserção da cera sobre a raiz dos elementos; b) Inclusão dos elementos no acrílico autopolimerizável; c) Aspecto após o início da reação exotérmica e derretimento da cera; d) Aspecto após a limpeza criteriosa da cera; e – f) Manipulação do Impregum; g) Inserção do Impregum no alvéolo artificial; h) Conclusão do ligamento periodontal artificial.

Figura 2. Distribuição dos espécimes entre os seis grupos

Figura 3. a) Exemplo de fratura favorável; b) Exemplo de fratura desfavorável.

Figura 4. Gráfico Box-plot dos valores de quebra

Figura 5. Associação entre o tipo de protocolo restaurador e o padrão de fratura

FIGURAS

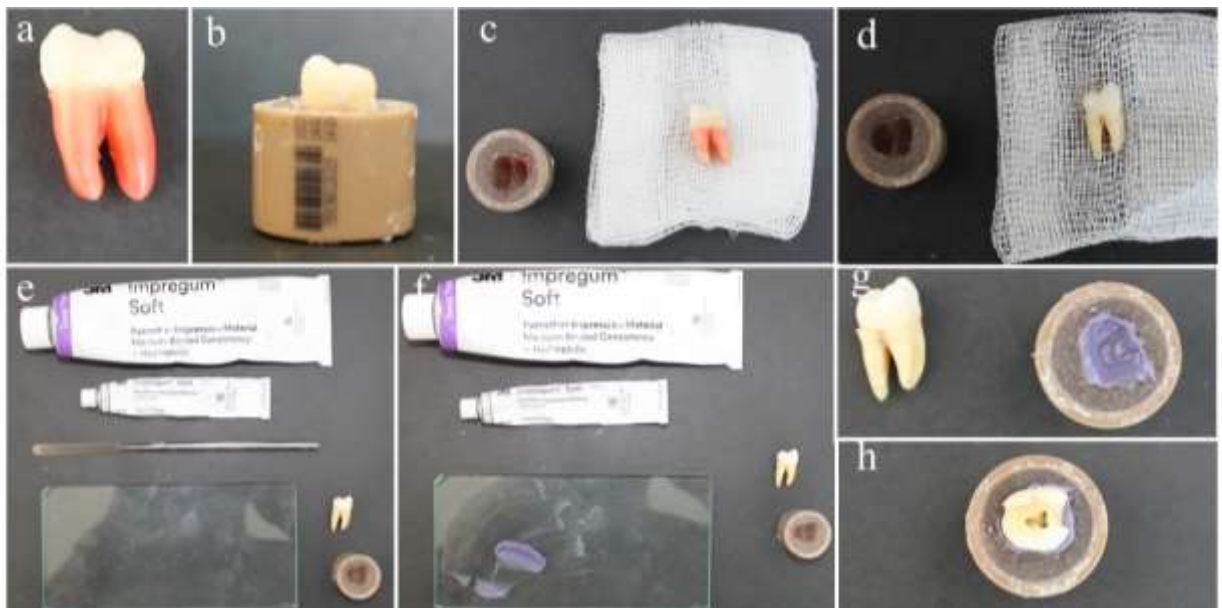


Figura 1. a) Inserção da cera sobre a raiz dos elementos; b) Inclusão dos elementos no acrílico autopolimerizável; c) Aspecto após o ínicio da reação exotérmica e derretimento da cera; d) Aspecto após a limpeza criteriosa da cera; e – f) Manipulação do Impregum; g) Inserção do Impregum no alvéolo artificial; h) Conclusão do ligamento periodontal artificial.

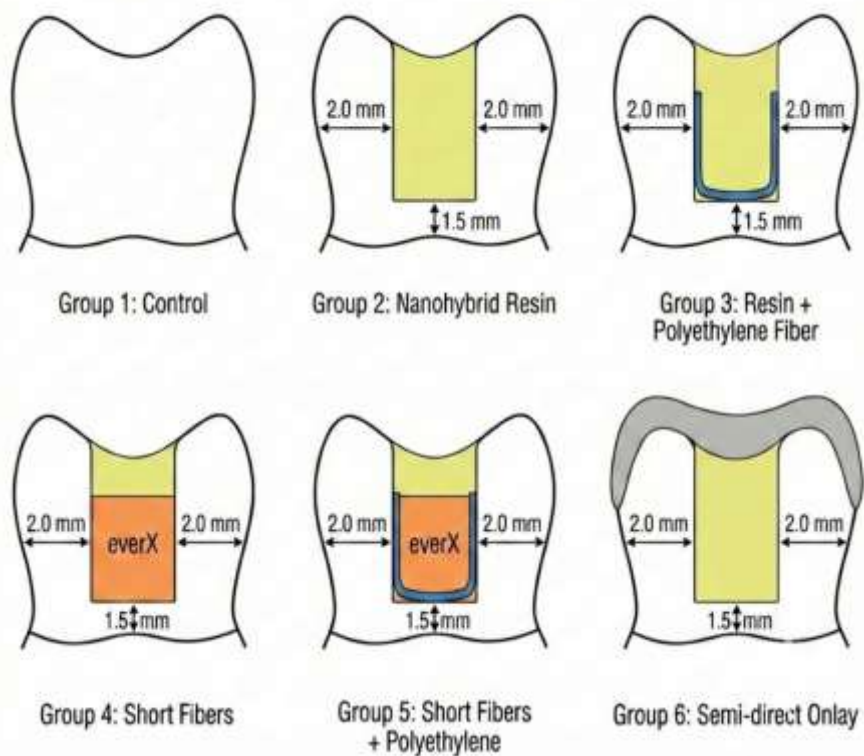


Figura 2. Distribuição dos espécimes entre os seis grupos

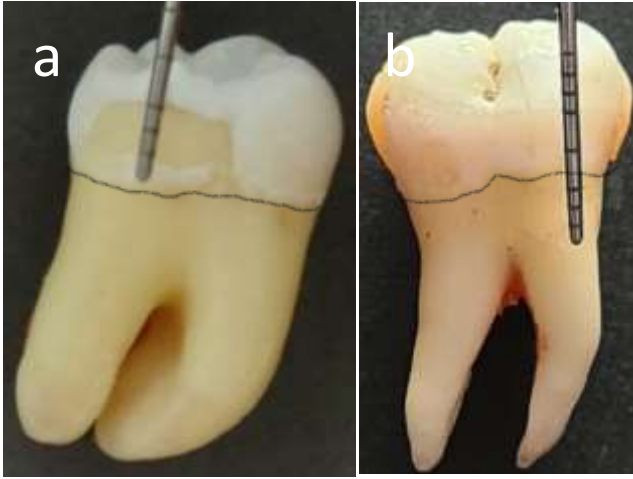


Figura 3. a) Exemplo de fratura favorável; b) Exemplo de fratura desfavorável.

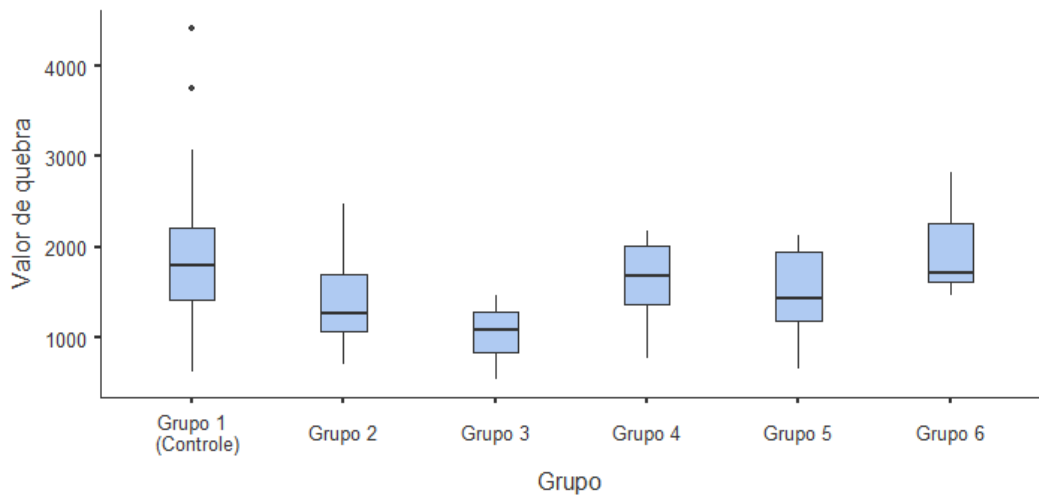


Figura 4. Gráfico Box-plot dos valores de quebra

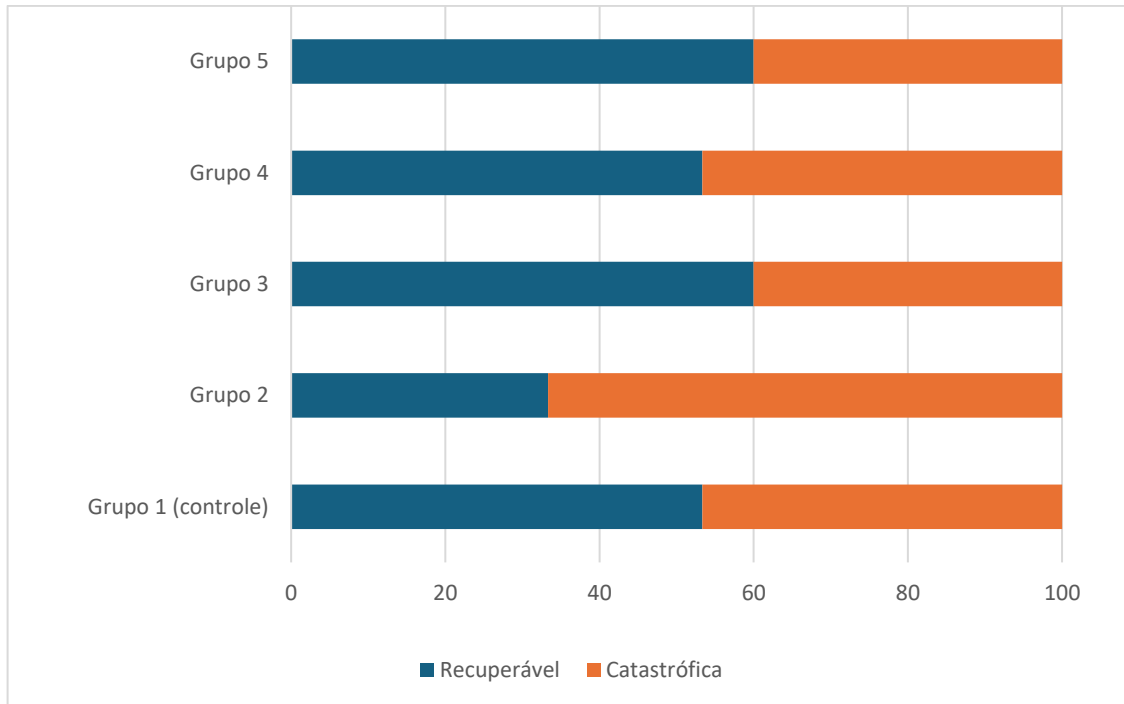


Figura 5. Associação entre o tipo de protocolo restaurador e o padrão de fratura

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos e dentro das limitações do presente estudo *in vitro*, conclui-se que o desempenho biomecânico de molares inferiores tratados endodonticamente e estruturalmente fragilizados podem ser fortemente influenciados pelo protocolo restaurador empregado. As resinas reforçadas por fibras curtas e as restaurações semi-diretas do tipo *onlay* em resina composta apresentaram resistência à fratura semelhante à dos dentes hígidos, além de maior prevalência de padrões de falha clinicamente favoráveis, indicando maior previsibilidade biomecânica.

REFERÊNCIAS

- AREGAWI, W. A.; FOK, A. S. L. Shrinkage stress and cuspal deflection in MOD restorations: analytical solutions and design guidelines. **Dental Materials**, v. 37, n. 5, p. 783-795, May 2021.
- ATALAY, C. *et al.* Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with bulk fill, bulk fill flowable, fiber-reinforced, and conventional resin composite. **Operative Dentistry**, v. 41, n. 5, p. E131-E140, Sept./Oct. 2016.
- BIJELIC-DONOVA, J. *et al.* Can fiber-reinforced composites increase the fracture resistance of direct composite restorations in structurally compromised teeth? A systematic review and meta-analysis of laboratory studies. **Operative Dentistry**, v. 50, n. 1, p. E1-E29, Jan. 2025.
- CANOBRA, L. F. *et al.* Fracture resistance and failure mode of polyethylene fiber-reinforced resin-based restorations in structurally compromised premolars: an in vitro study. **Operative Dentistry**, v. 49, n. 4, p. 455-464, July 2024.
- CARVALHO, M. A. *et al.* Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. **Brazilian Oral Research**, v. 32, Suppl. 1, 2018.
- CORSENTINO, G. *et al.* Influence of access cavity preparation and remaining tooth substance on fracture strength of endodontically treated teeth. **Journal of Endodontics**, v. 44, n. 9, p. 1416-1421, Sept. 2018.
- DE TOUBES, K. M. S. *et al.* The correlation of crack lines and definitive restorations with the survival and success rates of cracked teeth: a long-term retrospective clinical study. **Journal of Endodontics**, v. 48, n. 2, p. 190-199, Feb. 2022.
- EAPEN, A. M. *et al.* Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with two different fiber-reinforced composite and two conventional composite resin core buildup materials: an in vitro study. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 9, p. 1499-1504, Sept. 2017.
- ELIGUZELOGLU DALKILIÇ, E. *et al.* Can fiber application affect the fracture strength of endodontically treated teeth restored with a low viscosity bulk-fill composite? **BioMed Research International**, v. 2019, p. 3126931, Jan. 2019.
- GAROUSHI, S. *et al.* Evaluation of fracture behavior in short fiber-reinforced direct and indirect overlay restorations. **Clinical Oral Investigations**, v. 27, n. 9, p. 5449-5458, Sept. 2023.
- GAROUSHI, S. *et al.* Influence of short-fiber composite base on fracture behavior of direct and indirect restorations. **Clinical Oral Investigations**, v. 25, n. 7, p. 4543-4552, July 2021.
- GAROUSHI, S. *et al.* Load bearing capacity of fibre-reinforced and particulate filler composite resin combination. **Journal of Dentistry**, v. 34, n. 3, p. 179-184, Mar. 2006.
- GAROUSHI, S. *et al.* Physical properties and depth of cure of a new short fiber reinforced composite. **Dental Materials**, v. 29, n. 8, p. 835-841, Aug. 2013.

GAROUSHI, S.; VALLITTU, P. K.; LASSILA, L. V. Fracture toughness, compressive strength and load-bearing capacity of short glass fibre-reinforced composite resin. **The Chinese Journal of Dental Research**, v. 14, n. 1, p. 15-19, 2011.

GAROUSHI, S.; VALLITTU, P. K.; LASSILA, L. V. J. Short glass fiber reinforced restorative composite resin with semi-inter penetrating polymer network matrix. **Dental Materials**, v. 23, n. 11, p. 1356-1362, Nov. 2007.

HEINTZE, S. D. *et al.* Clinical efficacy of resin-based direct posterior restorations and glass-ionomer restorations: an updated meta-analysis of clinical outcome parameters. **Dental Materials**, v. 38, n. 5, p. e109-e135, May 2022.

KHALED AL-OMIRI, M. *et al.* Fracture resistance of teeth restored with post-retained restorations: an overview. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 9, p. 1439-1449, Sept. 2010.

KHAN, S. I. *et al.* Effect of two different types of fibers on the fracture resistance of endodontically treated molars restored with composite resin. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 15, n. 2, p. 167-171, Apr. 2013.

MOHAMMADI, N. *et al.* Effect of fiber post and cusp coverage on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars directly restored with composite resin. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 10, p. 1428-1432, Oct. 2009.

MONDELLI, J. *et al.* **Dentística: procedimentos pré-clínicos**. São Paulo: Santos, 2018.

ÖZYÜREK, T. *et al.* The effects of endodontic access cavity preparation design on the fracture strength of endodontically treated teeth: traditional versus conservative preparation. **Journal of Endodontics**, v. 44, n. 5, p. 800-805, May 2018.

REEH, E. S.; MESSER, H. H.; DOUGLAS, W. H. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. **Journal of Endodontics**, v. 15, n. 11, p. 512-516, Nov. 1989.

SCOTTI, N. *et al.* Influence of adhesive techniques on fracture resistance of endodontically treated premolars with various residual wall thicknesses. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 110, n. 5, p. 376-382, Sept. 2013.

SELVARAJ, H. *et al.* Systematic review fracture resistance of endodontically treated posterior teeth restored with fiber-reinforced composites: a systematic review. **BMC Oral Health**, v. 23, n. 1, p. 566, Aug. 2023.

SHAFIEI, F. *et al.* Fracture resistance of endodontically treated premolars restored with bulk-fill composite resins: the effect of fiber reinforcement. **Dental Research Journal**, v. 18, p. 60, July 2021.

SHIRANI, F. *et al.* Evaluation of the fracture resistance of conservative and ultraconservative access cavity designs with different treatment modalities: an in vitro study. **BioMed Research International**, v. 2023, p. 7247375, July 2023.

SOTO-CADENA, S. L. *et al.* Effect of short fiber-reinforced composite combined with polyethylene fibers on fracture resistance of endodontically treated premolars. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 129, n. 4, p. 598.e1-598.e10, Apr. 2023.

TEKÇE, N. *et al.* Influence of polymerisation method and type of fibre on fracture strength of endodontically treated teeth. **Australian Endodontic Journal**, v. 43, n. 3, p. 115-122, Dec. 2017.

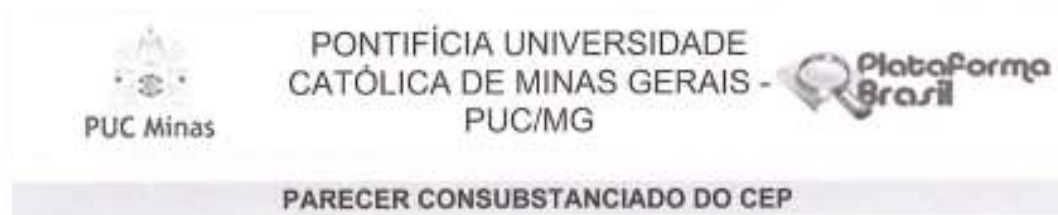
VOLOM, A. *et al.* Fatigue performance of endodontically treated molars reinforced with different fiber systems. **Clinical Oral Investigations**, v. 27, n. 6, p. 3211-3220, June 2023.

YUEN, J. J. X. *et al.* Clinical outcomes of nonmetallic customized post-and-core systems: a systematic review. **Journal of Endodontics**, Nov. 2025. Online ahead of print.

ZOTTI, F. *et al.* Fracture strength and Ribbond fibers: in vitro analysis of MOD restorations. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 15, n. 4, p. e318-e323, Apr. 2023.

ZOTTI, F. *et al.* Increasing the fracture strength of MOD restorations with Ribbond fibers. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 16, n. 6, p. e707-e713, June 2024.

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP PUC Minas



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAR O REFORÇO DAS ESTRUTURAS DENTÁRIAS EM DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE COMPARANDO RESINA COMPOSTA COM FIBRA DE VIDRO EVERX COM RIBBOND

Pesquisador: SIDNEY MOREIRA MATTOS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 83872324.2.0000.5137

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio
Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.266.400

Apresentação do Projeto:

Restaurar dentes tratados endodonticamente com trincas, raízes dilatadas ou paredes radiculares enfraquecidas é uma tarefa complexa e frequente em consultórios odontológicos. O propósito deste estudo será avaliar a resistência à fratura em dentes tratados endodonticamente restaurados com resina composta, associada ou não ao uso de fibra de polietileno, resina composta com fibras curtas ou elas combinadas. Trata-se de um estudo laboratorial que avaliará o reforço de dentes tratados endodonticamente. Para essa finalidade serão utilizados oitenta dentes humanos hígidos e com coroas de dimensões semelhantes. Excetuando os espécimes do grupo controle (n=15) que não receberão nenhuma restauração, os demais serão submetidos à preparação da cavidade de acesso endodôntico; serão instrumentados usando limas rotatórias ProTaper rotate, até o tamanho F5, obturados usando a técnica de cone único com calibre compatível com a lima. Será aplicado nas cavidades um sistema adesivo autocondicionante de duas etapas de acordo com as instruções do fabricante. Após esses processos os espécimes serão divididos, aleatoriamente, em cinco grupos (n=13) e restaurados sendo que, o grupo 1 será restaurado com resina composta nanohíbrida e, nos grupos 2, 3, 4 e 5 a resina composta será associada com: no grupo 2 Ribbond, no grupo 3 resina com fibras curtas Everx, no grupo 4 Everx e Ribbond e no grupo 5

Endereço: Av. Itaú, nº 525 - Prédio 80, sala 201

Bairro: Coração Eucarístico

CEP: 30.535-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3319-4517

Fax: (31)3319-4517

E-mail: cep.proppg@pucminas.br



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUC/MG



Continuação do Parecer: 7.288.400

onlay em resina composta. Será feita a padronização da superfície oclusal, por meio da impressão da oclusal utilizando um molde produzido com barreira gengival fotopolimerizável.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- Avaliar a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com resina composta, associada ou não ao uso de fibra de polietileno, resina composta com fibras curtas ou elas combinadas.

Objetivos Secundários:

- Verificar se a combinação de Ribbond com resina de fibras curtas será mais resistente à fratura, comparado aos demais materiais utilizados, quando submetida à carga intermitente.
- Identificar quais os tipos de fraturas serão reparáveis ou não reparáveis.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Os riscos são mínimos e serão controlados pelo armazenamento adequado e desinfecção das amostras, minimizando a ocorrência de perda e contaminação. Todos os instrumentos e materiais de consumo serão utilizados de acordo com as normas dos fabricantes.

Benefícios: A avaliação dos métodos de restauração para dentes tratados endodonticamente que apresentam perda da estrutura coronal grave poderá ajudar os profissionais proporcionando maior segurança na restauração.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O estudo atende aos requisitos éticos da pesquisa envolvendo seres humanos. Propõe dispensa do TCLE com a seguinte justificativa: "O estudo não envolve indivíduos, mas sim dentes humanos extraídos por motivos periodontais, obtidos no banco de dentes da PUC MG". Apresenta o Termo de Transferência de Material Biológico do Biobanco da PUC Minas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória foram anexados e estão de acordo com as normas vigentes.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto e tendo em vista as Resoluções que norteiam a pesquisa envolvendo Seres Humanos, consideramos o protocolo de pesquisa SEM PENDÊNCIAS, devendo o pesquisador

Endereço: Av. Itaú, nº 525 - Prédio 80, sala 201

Bairro: Coração Eucarístico

CEP: 30.535-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3319-4517

Fax: (31)3319-4517

E-mail: cep.propgg@pucminas.br



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUC/MG



Continuação do Parecer: 7.288/400

acatar as orientações conforme o disposto no Parecer Consubstanciado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa e CEP, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS n.º 466, de 2012, e na Norma Operacional n.º 001, de 2013, do CNS, manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_2428880.pdf	10/10/2024 16:12:21		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Brochura_Projeto.pdf	10/10/2024 16:09:09	SIDNEY MOREIRA MATTOS	Aceito
Declaração de concordância	termo_compromisso.pdf	10/10/2024 16:05:09	SIDNEY MOREIRA MATTOS	Aceito
Doutos	termo_compromisso_utilizacao_dados_1 cust.pdf	10/10/2024 16:04:12	SIDNEY MOREIRA MATTOS	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	Biobanco.pdf	10/10/2024 16:00:39	SIDNEY MOREIRA MATTOS	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	10/10/2024 16:00:04	SIDNEY MOREIRA MATTOS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 12 de Dezembro de 2024

Assinado por:
CRISTIANA LEITE CARVALHO
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Itaú, n.º 525 - Prédio 80, sala 201

Bairro: Coração Eucarístico

CEP: 30.535-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3319-4517

Fax: (31)3319-4517

E-mail: cep.proppeg@pucminas.br