

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

MAURÍCIO MEDINA

**RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE E
RESTAURADOS COM DIFERENTES TÉCNICAS E MATERIAIS DENTÁRIOS**

ALFENAS / MG

2024

MAURÍCIO MEDINA

**RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE E
RESTAURADOS COM DIFERENTES TÉCNICAS E MATERIAIS DENTÁRIOS**

Dissertação apresentada à banca como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas pela Universidade Federal de Alfenas. Área de Concentração: Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Frederico dos Reis Goyatá

ALFENAS / MG

2024

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Central

Medina, Maurício .

Resistência à Fratura de Dentes Tratados Endodonticamente e Restaurados com Diferentes Técnicas e Materiais Dentários / Maurício Medina. - Alfenas, MG, 2024.

58 f. : il. -

Orientador(a): Frederico dos Reis Goyatá.

Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2024.

Bibliografia.

1. Dente Tratado Endodonticamente. 2. Resistência à Fratura. 3. Prótese Dentária. I. Goyatá, Frederico dos Reis, orient. II. Título.

Ficha gerada automaticamente com dados fornecidos pelo autor.

MAURÍCIO MEDINA

RESISTÊNCIA À FRATURA DE DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE E RESTAURADOS COM DIFERENTES TÉCNICAS E MATERIAIS DENTÁRIOS

O Presidente da banca examinadora abaixo assina a aprovação da Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Odontologia

Aprovada em: 09 de julho de 2024.

Prof. Dr. Frederico dos Reis

Goyatá Presidente da

Banca Examinadora

Instituição: Universidade Federal de Alfenas - MG

Prof. Dr. Bruno Martini Guimarães

Instituição: Universidade Federal de Alfenas - MG

Prof. Dr. Leonardo César Costa

Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora - MG



Documento assinado eletronicamente por **Frederico dos Reis Goyata, Professor do Magistério Superior**, em 09/07/2024, às 15:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1275977** e o código CRC **E9F02AEF**.

Aos meus amores Talita, Levi (*in memoriam*) e Vitória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente, porque sem Ele não teria forças para estar hoje aqui.

Agradeço à minha esposa, Talita Yane da Silva Medina, pessoa que em todo tempo está ao meu lado, me dando condições para continuar, me entendendo, me ouvindo, me socorrendo em meio ao caos que muitas vezes a vida se tornou.

Agradeço aos meus filhos Levi e Vitório por serem o combustível que me impulsiona a perseguir os sonhos e buscar condições melhores para nossa família. Papai os ama incondicionalmente e eternamente.

À minha mãe, Mary Machado, e à minha sogra, Ana Maria da Silva, por todo o suporte, incentivo e orações.

Aos meus colegas de Mestrado, que nessa jornada estiveram ao meu lado. Essa conquista é de todos nós. Em especial agradeço à Bruna Silveira Troca e ao Henrique Matheus Alves Felizardo pelo companheirismo de todo tempo.

A todos os Professores que transmitiram conhecimento ímpar nesse Programa: muito obrigado! Vou carregar sempre um pouco de vocês comigo e para sempre.

À Professora Dra. Francisca Isabel Ruela por me escutar, direcionar e ser esteio para me reerguer.

À Professora Dra. Lísia Aparecida Costa Gonçalves, por sua ternura, prontidão em me ajudar sempre que necessitei.

Ao Professor Dr. Daniel Augusto de Faria Almeida por ter esse coração gigante, por me apoiar, por me escutar sempre, por se tornar um amigo muito querido.

Ao meu querido amigo, irmão de coração, Leandro Daniel (Pouso Alegre/MG) pela concessão do fotopolimerizador Valo para que eu realizasse a pesquisa. Te admiro muito, aprendo contigo demais trabalhando ao seu lado. Obrigado pelas oportunidades e portas que você tem aberto para mim. Deus te abençoe sempre!

Ao grande parceiro, amigo generoso que é o Thiago Rocha (Prothi_se, Alfenas/MG) que, por ser um grande apaixonado/incentivador de pesquisas clínicas/científicas, de pronto me estendeu a mão e realizou o processo todo de CAD/CAM com tanta maestria (como em todos seus trabalhos). Muita gratidão por tudo!

A todos os funcionários e colaboradores da Universidade Federal de Alfenas, Faculdade de Odontologia, que em todo momento estiveram dispostos a ajudar e

auxiliar no que necessitei. Em especial aos colaboradores da Clínica Integrada por serem tão especiais e solícitos comigo no meu tempo de estágio docente.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP por abrir novamente as portas para mim e permitir que realizássemos os testes em seu Laboratório de Materiais Dentários. Um agradecimento mais que especial ao Marcos Blanco Cangiani (“Marcão”) pelo auxílio em todo o teste de compressão desenvolvido.

Às empresas Angelus e SDI por me concederem parte dos materiais que necessitei para desenvolver este trabalho.

Ao grande e querido Professor Dr. Frederico dos Reis Goyatá. Primeiramente obrigado por me aceitar neste Programa e apostar em mim, sem ao menos me conhecer. Não consigo expressar muito bem em palavras o quanto sou grato por todo esse tempo. Por sempre conversar comigo, por me estender a mão quando precisei, por não desistir de mim e desse estudo que desenvolvemos, por me transmitir tanto e não guardar para si o que sabe, por ser essa pessoa que compartilha esse conhecimento o tempo todo (e quanto conhecimento você tem!), que deseja que todo Dentista tenha acesso a novas técnicas, que quer ver a Odontologia sempre no seu mais alto nível, que se dedica de corpo e alma à nossa profissão. MUITÍSSIMO obrigado, serei eternamente grato.

À CAPES por me fornecer a bolsa por certo período em que realizei o trabalho.

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

“Veni, vidi, vici”
(JULIO CÉSAR, 47 a. C.)

RESUMO

Dentes tratados endodonticamente apresentam um grande risco à fratura quando comparados aos dentes com vitalidade pulpar. As fraturas estão mais concentradas em pré-molares devido ao formato anatômico, a proporção de coroa e raiz desfavorável e conseqüente exposição às forças de cisalhamento e compressão. Além disto, o acesso endodôntico e a instrumentação em si comprometem a integridade estrutural da porção coronária, resultando em maior deflexão de cúspide durante a função principalmente em cavidades mesio-ocluso-distais (MOD). Com o objetivo de aumentar a resistência à fratura, pode-se utilizar os pinos intrarradiculares e as fibras para reforço estrutural (fibra de vidro ou fibra de polietileno). Diversos materiais e técnicas são descritos na literatura para a restauração de dentes com cavidades MOD, como as resinas compostas e as cerâmicas dentárias indicadas para técnicas diretas ou indiretas. Neste trabalho, foram utilizados 50 primeiros pré-molares superiores tratados endodonticamente, com preparo MOD e restaurados de acordo com os grupos (n=10 descritos a seguir: (GI) restauração direta com resina composta microhíbrida (controle); (GII) restauração direta com resina composta microhíbrida e pinos intrarradiculares de fibra de vidro; (GIII) restauração direta com resina composta microhíbrida reforçada com fita de fibra de vidro trançada; (GIV) restauração direta com resina composta microhíbrida e reforço com fragmentos de pino de fibra de vidro e (GV) restauração indireta com cerâmica feldspática. Finalizados os procedimentos restauradores, os dentes foram armazenados em estufa por 24 horas e submetidos aos testes de compressão até fratura do conjunto. Os valores das médias obtidos neste estudo (GI 495,70N; GII 463,13N; GIII 921,47N; GIV 628,45N; GV 510,93N), levando-se em consideração as limitações do mesmo, demonstram que não há um material que aumente a resistência à fratura de forma estatisticamente significativa. Porém, há de se observar as médias e medianas apresentadas para os grupos III (Interlig) e IV (Fragmentos de Pinos) com valores numéricos maiores com relação à resistência à fratura.

Palavras-chave: Dente Tratado Endodonticamente; Resistência à Fratura; Prótese Dentária.

ABSTRACT

Endodontically treated teeth present a greater risk of fracture compared to teeth with pulp vitality. Fractures are more concentrated in premolars due to their anatomical shape, unfavorable crown-to-root ratio and exposure to shear and compressive forces. Furthermore, endodontic access and often the instrumentation itself compromise structural integrity of the coronal portion, resulting in greater cusp deflection during function, especially in mesio-occluso-distal (MOD) cavities. In order to increase resistance to fracture, intraradicular posts and fibers for structural reinforcement (glass fiber or polyethylene fiber) can be used. Several materials and techniques are described in the literature for the restoration of teeth with MOD cavities, such as composite resins and dental ceramics recommended for direct or indirect techniques. In this study, 50 endodontically treated upper first premolars were used, with MOD preparation and restored according to the groups (n=10 described below: (GI) direct restoration with microhybrid composite resin (control); (GII) direct restoration with microhybrid composite resin and intraradicular fiberglass posts; (GIII) direct restoration with microhybrid composite resin and braided fiberglass tape (GIV) direct restoration with microhybrid composite resin and reinforcement with glass fiber post fragments and (GV) indirect restoration with feldspathic ceramics. Once the restorative procedures were completed, the teeth were stored in an oven for 24 hours and subjected to compression tests until the set fractured. The average values obtained in this study (GI 495,70N; GII 463,13N; GIII 921,47N; GIV 628,45N; GV 510,93N), considering its limitations, demonstrate that there is no material that increases fracture resistance in a statistically significant way. However, it is important to observe the averages and medians presented for groups III (Interlig) and IV (Pin Fragments) with higher numerical values in relation to fracture resistance.

Keywords: *Root Canal Obturation; Flexural Strength; Dental Prosthesis.*

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 1 - | Pré-molar tratado endodonticamente e cavidade MOD..... | 27 |
| Figura 2 - | Esquema da cavidade MOD standard (Dalkiliç, 2019)..... | 27 |
| Figura 3 - | Medida da parede vestibular, respeitando-se os 2,5mm de espessura..... | 28 |
| Figura 4 - | Medida da parede palatina, respeitando-se os 2,5mm de espessura..... | 28 |
| Figura 5 - | Pontas diamantadas utilizadas..... | 28 |
| Figura 6 - | Paquímetro MTX316119 – 150 mm..... | 29 |
| Figura 7 - | Microaplicador Points (SDI)..... | 30 |
| Figura 8 - | Adesivo universal ZipBond (SDI)..... | 30 |
| Figura 9 - | Resina Bulk Fill Aura (SDI)..... | 30 |
| Figura 10 - | Fotopolimerizador VALO (Ultradent, USA)..... | 31 |
| Figura 11 - | Pino Splendor SAP (Angelus)..... | 31 |
| Figura 12 - | Agente de União Prosil (FGM)..... | 32 |
| Figura 13 - | Fibra de vidro trançada Interlig (Angelus, Brasil)..... | 33 |
| Figura 14 - | Pino Splendor SAP e sua respectiva luva(Angelus, Brasil) aguardando volatilização do agente de união (Prosil, FGM, Brasil)..... | 34 |
| Figura 15 - | Cimento resinoso dual autoadesivo (Set PP, SDI, Austrália)..... | 34 |
| Figura 16 - | Pinos de fibra de vidro cimentados perpendicularmente à cavidade MOD..... | 35 |
| Figura 17 - | Condicionamento seletivo de esmalte com Condac 37 (FGM, Brasil)..... | 35 |
| Figura 18 - | Arquivos STL gerados pelo escaneamento das cavidades MOD..... | 37 |
| Figura 19 - | Inlays de cerâmica feldspática em modelo impresso (oclusal)..... | 37 |
| Figura 20 - | Inlays de cerâmica feldspática em modelo impresso (lateral)..... | 38 |
| Figura 21 - | Condicionamento da porção interna da cerâmica feldspática com ácido fluorídrico a 10% (Condac Porcelana, FGM, Brasil)..... | 39 |
| Figura 22 - | Aplicação do silano..... | 39 |
| Figura 23 - | Dentes fixados aos tubos de PVC..... | 40 |
| Figura 24 - | Corpos de Prova Finalizados..... | 40 |
| Figura 25 - | Máquina de testes universais (Instron, MA, USA)..... | 41 |
| Figura 26 - | Máquina de testes universais vista aproximada (Instron, MA, USA)..... | 41 |
| Figura 27 - | Haste da máquina de testes universais com ponta esférica de 5 mm de diâmetro (Instron, MA, USA)..... | 42 |
| Figura 28 - | Fratura completa do conjunto restaurador..... | 42 |
| Figura 29 - | Nicho confeccionado na oclusal dos pré-molares dos corpos de prova..... | 43 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|------------|---|----|
| Quadro 1 – | Materiais utilizados no estudo | 25 |
| Quadro 2 – | Valores estimados dos materiais utilizados neste estudo | 26 |

LISTA DE TABELAS

| | | | |
|------------|--|-------|----|
| Tabela 1 – | Resultados Grupo I (Bulk Fill) | | 44 |
| Tabela 2 – | Resultados Grupo II (Splendor SAP) | | 44 |
| Tabela 3 – | Resultados Grupo III (Interlig) | | 45 |
| Tabela 4 – | Resultados Grupo II (Fragmentos Pino) | | 45 |
| Tabela 5 – | Resultados Grupo II (CAD-CAM) | | 46 |
| Tabela 6 – | Mediana, valores mínimo e máximo por grupo | | 47 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 | REVISÃO DA LITERATURA | 17 |
| 3 | OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS | 23 |
| 3.1 | Objetivo Geral | 23 |
| 3.2 | Objetivos Específicos | 23 |
| 4 | MATERIAIS E MÉTODOS | 24 |
| 4.1 | Quantidade da Amostra | 24 |
| 4.2 | Materiais | 24 |
| 4.2.1 | Valores dos Materiais | 25 |
| 4.3 | Métodos | 26 |
| 4.3.1 | Tratamento Endodôntico | 26 |
| 4.3.2 | Preparo das Amostras | 27 |
| 4.3.3 | Técnicas restauradoras | 29 |
| 4.3.4 | Randomização do Grupo | 39 |
| 4.3.5 | Corpos de Prova | 40 |
| 4.3.6 | Teste de Compressão | 41 |
| 5 | RESULTADOS | 44 |
| 5.1 | Resultados Apresentados | 44 |
| 5.2 | Análise Estatística | 46 |
| 6 | DISCUSSÃO | 48 |
| 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 53 |
| | REFERÊNCIAS | 54 |

1 INTRODUÇÃO

Deparar-se com dentes tratados endodonticamente é muito comum na prática clínica. Também é uma situação clínica corriqueira os pré-molares com grande perda de estrutura dentária, por cárie anterior ao tratamento endodôntico ou pelo acesso endodôntico. O tratamento endodôntico está associado a uma redução na resistência flexural do dente e maior susceptibilidade à fratura (Alshiddi; Aljinbaz, 2016; Gokturk *et al.*, 2018; Reeh; Messer; Douglas, 1989; Vyas *et al.*, 2018). O preparo químico-mecânico, a instrumentação endodôntica e a desidratação da dentina contribuem sobremaneira para o aumento da fragilidade do remanescente dental (Goyatá *et al.*, 2008; Hshad *et al.*, 2018; Turkistani; Dimashkieh; Rayyan, 2020; Yazdi; Sohrabi; Mostofi, 2020).

Os dentes pré-molares, devido ao seu formato anatômico, possuem uma grande chance de sofrer fratura em suas cúspides. Além disto, o aumento do número de pacientes que exercem hábitos parafuncionais (bruxismo e apertamento dental) irão tornar estes dentes mais expostos a forças oblíquas parafuncionais (cisalhamento) e forças compressivas além dos limites funcionais (Mastrogianni *et al.*, 2021).

Desta forma, é importante o Cirurgião-Dentista compreender a necessidade de se melhorar a resistência à fratura destes dentes (Khan *et al.*, 2018; Kuijper *et al.*, 2019). As restaurações diretas ou indiretas após tratamento endodôntico sem a realização de um reforço coronário com materiais resinosos e fibras contribuirão para o aumento significativo na probabilidade de fraturas dentárias catastróficas (Spicciarelli *et al.*, 2021). A associação das resinas compostas com as fibras de reforços poderá contribuir para minimizar ou reduzir o risco de fratura.

A constante evolução das técnicas e dos materiais adesivos possibilita ao cirurgião dentista elencar diferentes metodologias para o tratamento restaurador com o objetivo de se preservar ao máximo o remanescente dentário e restaurá-lo seguindo os princípios biomecânicos (Daher; Feilzer; Krejci, 2016; Dalkiliç *et al.*, 2019). Não há um consenso na literatura com relação ao material restaurador e à técnica ideal para se restaurar um dente posterior tratado endodonticamente (Gokturk *et al.*, 2018).

Restaurações de resina composta são usualmente a primeira escolha para dentes posteriores devido à possibilidade de um preparo mais conservador, resultado estético em sessão única e melhor custo-benefício (Demarco *et al.*, 2012).

Estima-se que por volta de um bilhão de restaurações em resina composta são realizadas no mundo.

Embora muito comuns, as restaurações em resina composta, apresentam uma taxa de insucesso de 5% quando analisados parâmetros de desgastes e fraturas (Albar; Khayat, 2022; Da Rosa Rodolpho *et al.*, 2006).

Por muitos anos, os pinos intrarradiculares foram indicados nas restaurações e, também, para melhorar a retenção do material restaurador utilizado. Diversos tipos de pinos são relatados ao longo dos últimos 30 anos, porém os pinos de fibra de vidro são aqueles que apresentam características mecânicas semelhantes à dentina e possibilitam a redução de fraturas radiculares, além de aumentar a retenção de restaurações coronárias (Kharouf *et al.*, 2023). Alguns estudos clínicos randomizados concluíram que o pino de fibra de vidro foi um fator significativo para a sobrevivência dentária e sucesso restaurador em pré-molares tratados endodonticamente com diferentes níveis de perda de tecido coronário (Ferrari *et al.*, 2012). Inseridos horizontalmente em cavidades do tipo classe II (MOD, OD, OM), mostraram-se capazes de aumentar a resistência e reduzir o risco de fraturas (Abdulrab *et al.*, 2023).

Nos tempos atuais, com o desenvolvimento de novos materiais e técnicas associadas às tecnologias, como o sistema CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) tem sido possível a confecção de restaurações indiretas com melhores propriedades mecânicas, ópticas e estéticas. Neste sistema é possível minimizar falhas restauradoras e melhorar o desempenho clínico. Algumas cerâmicas, como a feldspática, o dissilicato de lítio, são muito utilizadas nas restaurações indiretas em dentes posteriores devido às suas propriedades mecânicas e estéticas superiores quando comparadas às resinas compostas. No entanto, eles são intrinsecamente frágeis e susceptíveis a trincas sob carga de contato, devido ao seu alto módulo de elasticidade, dificuldade de reparo, lascamento na superfície e possibilidade de efeitos abrasivos em dentes antagonistas (Suksawat; Angwaravong; Angwarawong, 2023). A cerâmica feldspática é utilizada na Odontologia há mais de 50 anos como cobertura dos copings metálicos nas coroas metalo-cerâmicas e em restaurações parciais em dentes posteriores e anteriores. São elaboradas pela técnica da estratificação manual e cocção em forno cerâmico e, também por meio dos blocos cerâmicos elaborados pelo sistema CAD/CAM (Attar; Aldharrab; Ajaj, 2023).

Desta forma, é importante que possamos avaliar e discutir as diferentes filosofias restauradoras para a reabilitação de dentes tratados endodonticamente. Definir o material dentário e a técnica poderão contribuir sobremaneira para a longevidade clínica destes dentes. A hipótese nula deste estudo seria a de não haver diferença estatisticamente significativa entre as filosofias restauradoras propostas para aumento da resistência à fratura de primeiros pré-molares superiores tratados endodonticamente.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O dente é composto por esmalte, dentina e complexo pulpar. Os tecidos que o compõem estão susceptíveis a cáries, as quais, ao longo de sua evolução, podem levar à perda da vitalidade pulpar. A existência de histórico de traumas dentários também pode resultar neste mesmo diagnóstico.

A perda de vitalidade e o tratamento endodôntico resultam em importantes alterações estruturais e bioquímicas no elemento dentário, resultando em alterações importantes na estética e/ou biomecânica dos dentes (Muniz, 2010).

Desta forma, a resistência à fratura dos dentes pode em muitas ocasiões estar diminuída. Alguns dos fatores que podem influenciar tal situação são a presença de cáries, trauma, erosão, envelhecimento, má oclusão e acidentes (Gokturk *et al.*, 2018; Vyas *et al.*, 2018).

Huang *et al.* (1992, p. 209) afirmaram que “dentes tratados endodonticamente apresentam maior risco de falha biomecânica do que nos dentes com vitalidade pulpar”. Além disso, outros autores afirmam que o tratamento endodôntico enfraquece o dente pela remoção de tecido para acesso à câmara pulpar e até mesmo pela instrumentação do canal radicular (Daher; Feilzer; Krejci, 2016; Goyatá *et al.*, 2008; Hannig *et al.*, 2005; Magne *et al.*, 2017). O prognóstico dos dentes tratados endodonticamente é influenciado por diferentes parâmetros, incluindo a extensão da perda tecidual, desenho e tamanho da cavidade de acesso, a profundidade do preparo e o tipo e material do pino e do núcleo (Abdulrab *et al.*, 2023). Preservar a maior quantidade de estrutura dentária seria fundamental para otimizar o comportamento biomecânico dos dentes desvitalizados, porém isto nem sempre é possível (Iaculli *et al.*, 2021).

Reeh *et al.* (1989, p. 512) reportaram que “a dureza de um dente tratado endodonticamente foi reduzido em 5%, enquanto a dureza de um dente nessa situação associado a um preparo cavitário MOD diminuiu 60%”. Isto também foi reportado em outro estudo (Basaran; Gokce, 2019). Essa fragilidade pode ser explicada pela ausência de vascularização, culminando com desidratação da dentina e conseqüente perda da elasticidade da dentina (Hshad *et al.*, 2018; Turkistani; Dimashkieh; Rayyan, 2020; Yazdi; Sohrabi; Mostofi, 2020).

Devido à sua forma anatômica, as fraturas de cúspides são mais concentradas em pré-molares; também a proporção de coroa desfavorável à raiz e exposição ao cisalhamento e forças de compressão aumentam a chance de fraturas. Outro fator a ser considerado para a alta incidência de fraturas de cúspides em pré-molares é a incidência de forças compressivas funcionais ou forças oblíquas parafuncionais que acometem os mesmos (Mastrogianni *et al.*, 2021). Além disso, o acesso endodôntico compromete a integridade de sua estrutura como um todo, resultando em maior deflexão de cúspide durante a função e conduz a uma maior probabilidade de ocorrência de fraturas. Acessos endodônticos conservadores aumentam a resistência à fratura (Mashyakhy *et al.*, 2020; Mergulhão *et al.*, 2019; Plotino *et al.*, 2017).

O prognóstico de pré-molares tratados endodonticamente é influenciado por diferentes parâmetros, tais como: a quantidade de perda de tecido mineral, a profundidade e design da cavidade após preparada, a presença de espessura de desgaste de 1,5 a 2,0 mm, o pino e o material de núcleo utilizado (Mergulhão *et al.*, 2019; Abdulrab *et al.*, 2023). Desta forma, a perda de dentina, bem como de suas estruturas anatômicas como cúspides, cristas e o teto da câmara pulpar, podem resultar na fratura do tecido dentário após a restauração final. Além destes fatores, a cárie dentária, o preparo cavitário, o acesso endodôntico e o preparo do canal radicular também são alguns fatores determinantes (Alshiddi; Aljinbaz, 2016; Gokturk *et al.*, 2018; Magne *et al.*, 2017).

A preservação e a conservação da estrutura dentária estão diretamente relacionadas com a resistência à fratura e à longevidade do dente restaurado, independente da técnica utilizada (Carvalho *et al.*, 2018). A remoção de uma crista marginal resulta em uma perda de 46% de rigidez dentária, enquanto a remoção de duas cristas marginais nos leva a uma perda de 63% de rigidez dentária (Bromberg *et al.*, 2016). O fato de os pilares (representados por cúspides) não estarem amarrados entre si devido às perdas de cristas marginais faz com que mesmo as forças axiais (que são desejáveis) acabem atuando como uma cunha, vindo a fraturar o dente (Muniz, 2010). A manutenção de tecido dentário após o tratamento endodôntico é um fator chave para proporcionar uma resistência mecânica ideal aos dentes anteriores e posteriores a fim de permitir sua função na boca (Comba *et al.*, 2021).

Levando-se em consideração tais informações, um protocolo minimamente invasivo no preparo intracanal deve ser priorizado, permitindo adaptação de um pino justaposto ao preparo mais conservador e desta forma não fragilizando mais ainda o dente após remoção de tecido dentário (Kharouf *et al.*, 2023). Os desgastes dentais quando realizados de forma equivocada durante o preparo protético das cavidades méso-ocluso-distais (MOD) também podem tornar o dente susceptível a fraturas após a restauração final (Dalkiliç *et al.*, 2019). Logo, o principal objetivo de uma restauração após o tratamento endodôntico é proporcionar um aumento na resistência à fratura da estrutura remanescente, além de devolver a anatomia, a função mastigatória e a estética dental (Khan *et al.*, 2018; Kuijper *et al.*, 2019). Também, deve-se proteger o sistema de canais radiculares de possíveis reinfecções (Suksawat; Angwaravong; Angwarawong, 2023).

Não há consenso na literatura com relação ao material dentário ideal para se restaurar um dente posterior tratado endodonticamente (Gokturk *et al.*, 2018; Hshad *et al.*, 2018; Mashyakhy *et al.*, 2020; Vyas *et al.*, 2018). Alguns autores afirmaram que somente a cobertura completa do dente com uma restauração metálica fundida (RMF) fornecerá a proteção necessária e garantirá o sucesso clínico da restauração. Outros recomendaram o uso de uma restauração em amálgama, restauração indireta do tipo RMF recobrimdo cúspides ou as restaurações diretas em resina composta (Sengun; Cobankara; Orucoglu, 2008). São também citados na literatura outras técnicas e materiais, como o uso de pinos e núcleos, coroas totais, resina composta, amálgama ou restaurações indiretas em cerâmicas (Mergulhão *et al.*, 2019). Além destes, são opções para reforçar a estrutura dentária os compósitos, compósitos reforçados com fibra e cimento de ionômero de vidro (Gokturk *et al.*, 2018). Há de se observar, que independentemente do material dentário utilizado, uma restauração final bem executada após a endodontia deverá reabilitar da forma do dente e a função mastigatória assim como restabelecer os contatos proximais e a estabilidade oclusal (Bromberg *et al.*, 2016).

As restaurações após o tratamento endodôntico sem a utilização dos pinos de fibra de vidro aumentam a probabilidade de danos irreparáveis e fraturas catastróficas (Spicciarelli *et al.*, 2021). Os retentores intrarradiculares se tornaram importantes nas reconstruções coronárias sob a forma dos núcleos diretos previamente à confecção das coroas protéticas (Santos; Neto; Goyatá, 2012; Scotti *et al.*, 2013).

Os pinos de fibra de vidro são os pinos de eleição devido às suas propriedades físicas e biomecânicas possuírem características semelhantes à dentina (Comba *et al.*, 2021).

Os pinos intrarradiculares tradicionalmente são indicados para promover a retenção do material restaurador ao remanescente coronário. Durante o preparo do canal radicular a remoção de dentina pela broca de preparo para adaptação do pino pode gerar estresse mecânico e enfraquecer a raiz (Carlini Jr, 1999). Dalkiliç (2019) afirmou que os pinos intrarradiculares aumentariam a resistência à fratura em dentes com extensa destruição coronária e que os pinos também apresentam um potencial de proporcionar maior resistência à fratura ao conjunto dente-restauração. (Bitter *et al.*, 2009; Mannocci *et al.*, 2005; Mergulhão *et al.*, 2019).

Outros estudos também mostraram que após a o tratamento endodôntico, os dentes que são restaurados com restaurações adesivas apresentaram-se mais resistentes à fratura do que os restaurados com amálgama de prata (Dalkiliç *et al.*, 2019; Hannig *et al.*, 2005; Oliveira; Denehy; Boyer, 1987; Wendt Jr; Harris; Hunt, 1987). Liu (2014) afirmou em seu estudo que as restaurações diretas com as resinas compostas em cavidades do tipo MOD podem apresentar uma maior resistência à fratura quando comparadas com as restaurações indiretas em cerâmicas. Os dentistas clínicos geralmente preferem a resina composta devido à sua excelente propriedade estética e mecânica, sua facilidade de uso e a capacidade de reforçar estruturas dentárias enfraquecidas. Desta forma, se um dente não estiver fraturado ou severamente destruído por cárie antes do tratamento endodôntico, uma simples restauração direta em resina composta pode ser suficiente para tratar o acesso endodôntico (Cheung, 2005; Oliveira; Denehy; Boyer, 1987; Iaculli *et al.*, 2021).

As resinas compostas denominadas *bulk-fill* apresentam-se como uma alternativa dentre os compósitos restauradores, principalmente devido ao seu favorável custo-benefício e à sua translucidez. Com estas resinas é possível a inserção de incrementos com até 4mm de espessura nas cavidades dentárias preparadas. Apresentam uma reduzida contração volumétrica à fotopolimerização, aumento da cura em profundidade e melhora nas propriedades físicas, permitindo uma restauração mais simples e rápida, inclusive em dentes tratados endodonticamente com amplas cavidades. Estas resinas mostraram-se como uma

excelente opção clínica para a restauração de dentes com extensa destruição coronária (Dalkiliç *et al.*, 2019; Gokturk *et al.*, 2018; Mashyakhly *et al.*, 2020; Sedrez-Porto *et al.*, 2020).

A restauração indireta em cerâmica é outra opção para se restaurar pré-molares tratados endodonticamente e com grande destruição coronária. A cerâmica é um material dentário que apresenta excelentes propriedades como: estabilidade química, biocompatibilidade, alta resistência à compressão, coeficiente de expansão térmica semelhante à estrutura dental e ótimo potencial estético. Atualmente, devido ao desenvolvimento de materiais e métodos dentro da Odontologia Digital e o crescente uso dos sistemas CAD/CAM, blocos cerâmicos à base de feldspato, dissilicato de lítio e zircônia têm sido utilizados para confecção de restaurações indiretas parciais (*inlays, onlays, overlays*) e coroas totais. Esta forma de apresentação das cerâmicas otimizou suas excelentes propriedades mecânicas e estéticas (Gokturk *et al.*, 2018; Hannig *et al.*, 2005; Mergulhão *et al.*, 2019). As restaurações indiretas também parecem promover uma melhor distribuição da tensão em cavidades MOD, reduzindo possibilidades de fraturas dentais (Bromberg *et al.*, 2016).

Daher *et al.* (2016) observaram em seu estudo que a utilização de “anéis” de fibra de vidro na forma de “fitas” envolvendo parte das paredes vestibular e lingual remanescentes de cavidades do tipo MOD em dentes tratados endodonticamente reduziram valores de deflexão das cúspides e de stress a nível cervical destes dentes. Desta forma, esta técnica possibilita aos cirurgiões dentistas uma alternativa restauradora mais simples e com excelente custo-benefício. Também, a utilização de malha de fibra de vidro associada a resina bisacrílica autopolimerizável para confecção de restaurações provisórias mostrou-se mais resistente do que as malhas de polietileno na mesma situação (Natarajan; Thulasingam, 2013). Ainda, um estudo afirmou que a resistência à compressão é maior em compósito reforçado com fibra de vidro quando comparado com compósito reforçado com fibra de polietileno (Spyrides; Bastian, 2004).

Karzoun *et al.* (2015) demonstraram que um pino de fibra de vidro cimentado horizontalmente, de forma perpendicular à cavidade do tipo MOD, pode aumentar significativamente a resistência de dentes tratados endodonticamente. A utilização destes pinos associados a uma restauração direta em resina composta pode

influenciar diretamente na resistência mecânica do dente – aumentando a resistência à fratura - e reduzir a ocorrência de fraturas não restauráveis em pré-molares (Abdulrab *et al.*, 2023). Dispostos na posição vestibulo-lingual eles permitem a dissipação eficiente da força aplicada ao dente. (Belli; Erdemir; Yildirim, 2006; Eskitascioglu; Kalkan, 2002; Hshad *et al.*; 2018; Khan *et al.*, 2018). O uso das fibras de vidro, em suas diferentes formas de aplicação, para reforço de restaurações diretas em resina composta tem crescido muito na prática clínica em Dentística e Prótese com resultados muito promissores (Galyan *et al.*, 2019).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi comparar a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, com cavidades MOD e diferentes filosofias restauradoras.

3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos referem-se as avaliações de resistência, a saber:

- a) avaliar se apenas as restaurações de resina bulk-fill isoladas promoverão um aumento na resistência à fratura do conjunto restaurador;
- b) avaliar se a utilização de pinos de fibra de vidro cimentados intracanal promoverão uma maior resistência à fratura quando comparados à utilização de malha de fibra de vidro;
- c) avaliar se as restaurações de resina reforçadas com fibra promoverão uma resistência mecânica à compressão maior com relação à técnica com cerâmica;
- d) avaliar se as restaurações confeccionadas com fragmentos de pinos de fibra de vidro promoverão um aumento na resistência mecânica à compressão do conjunto restaurador;
- e) avaliar se as cerâmicas confeccionadas pela técnica CAD/CAM promoverão um aumento na resistência mecânica à compressão do conjunto restaurador.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Quantidade da Amostra

O cálculo amostral foi baseado em estudos anteriores. Foram utilizados 50 pré-molares com coroas íntegras, livres de lesões de cárie ou fraturas, os quais foram obtidos em banco de dentes da Faculdade de Odontologia de Alfenas, da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG); estes foram divididos aleatoriamente em 5 (cinco) grupos (n=10) (Alshiddi; Aljinbaz, 2016; Attar; Aldharrab; Ajaj, 2023; Bromberg *et al.*, 2016; Plotino *et al.*, 2017). O Projeto de Pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e à Plataforma Brasil, sendo aprovado (CAAE 65938622.8.0000.5142).

Nestes dentes foram confeccionadas cavidades MOD, seguindo-se um mesmo padrão para todos. Após os preparos, foram restaurados representando os grupos testes: (GI) restauração direta com resina composta (controle); (GII) restauração direta com resina composta e pinos intrarradiculares de fibra de vidro; (GIII) restauração direta com resina composta e malha trançada de fibra de vidro; (GIV) restauração direta com resina composta, com reforço de pino intrarradicular e reforçados por fragmentos de pino de fibra de vidro perpendiculares à cavidade MOD e (GV) restauração indireta com cerâmica feldspática pelo método CAD/CAM.

4.2 Materiais

Os materiais utilizados no estudo estão listados no quadro 1:

Estes materiais foram utilizados em todas as etapas do processo de realização deste trabalho em questão.

Quadro 1 – Materiais.

| Material | Composição | Fabricante |
|--|--|-------------------------------------|
| Bloco cerâmico Empress CAD | Cerâmica Feldspática | IPS Ivoclar Vivadent, Liechtenstein |
| Cimento resinoso dual autoadesivo (Set PP) | Cimento resinoso dual autoadesivo | SDI Austrália |
| Adesivo (Zip Bond) | Agente adesivo universal | SDI Austrália |
| Prosil | Agente silano | FGM, Joinville, Brasil |
| Resina Composta (Aura Bulk Fill) | UDMA; BISGMA; BISEMA; TEGDMA | SDI Austrália |
| Ácido fosfórico (Condac 37) | Ácido Fosfórico 37% | FGM, Joinville, Brasil |
| Ácido Fluorídrico 10% (Condac Porcelana) | Ácido Fluorídrico 10% | FGM, Joinville, Brasil |
| Pino de fibra de vidro (Splendor SAP) | Pino de fibra de vidro | Angelus, Londrina, Brasil |
| Fibra de Vidro Trançada (Interlig) | Fibra de Vidro impregnada em resina composta fotopolimerizável | Angelus, Londrina, Brasil |
| Pontas Diamantada (3131, 4137, 2200) | Pontas diamantadas | Prima Dental / Angelus |
| Aplicador descartável (Points) | Pincel microaplicador (espessura média) | SDI Austrália |
| Aparelho fotopolimerizador (Valo) | Fotopolimerizador LED | Ultadent, USA |

Fonte: Elaboração do autor.

4.2.1 Valores dos Materiais

No quadro 2 apresenta-se a relação dos valores, em Reais, de materiais orçados em 23 de setembro de 2023:

Quadro 2 – Valores estimados dos materiais.

| | |
|--|--------------------------|
| Cimento resinoso dual autoadesivo (Set PP) | 282,90 |
| Adesivo (Zip Bond) | 281,90 |
| Prosil | 68,99 |
| Resina Composta (Aura Bulk Fill) | 138,90 |
| Ácido fosfórico (Condac 37) | 20,03 |
| Ácido Fluorídrico 10% (Condac Porcelana) | 33,40 |
| Pino de fibra de vidro (Sistema Splendor SAP) | 139,90 |
| Fibra de Vidro (Interlig) | 237,90 |
| Pontas Diamantada (3131, 4137, 2200) - unidade | 19,90 |
| Aplicador descartável (Points) | 126,90 |
| Aparelho fotopolimerizador (VALO) | Propriedade do Mestrando |

Fonte: Loja virtual Dental Cremer. Disponível em: www.dentalcremer.com.br

4.3 Métodos

4.3.1 Tratamento Endodôntico

Inicialmente foi realizado o tratamento endodôntico dos dentes seguindo-se a sequência: abertura da câmara pulpar com broca 1016HL; seguiu-se à irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5%; procedeu-se a exploração inicial dos canais com limas #10 e #15 tipo K manual; após, utilizou-se lima de glide path 15.04 rotatória Univy e limas de instrumentação rotatória 25.06 e 30.06 Univy. Seguiu-se com a limpeza do canal intrarradicular, para remoção da smear layer, durante 3 minutos, com solução de EDTA. Foi feita a prova do cone de guta-percha 30.06, mantendo-se o mesmo 1 mm aquém do ápice radicular; logo em seguida, realizou-se a obturação dos canais com técnica de cone único 30.06 e cimento endodôntico Sealer 26 (Dentsply, Brasil) (Figura 1).

Figura 1 – Pré-molar tratado endodonticamente e cavidade MOD.

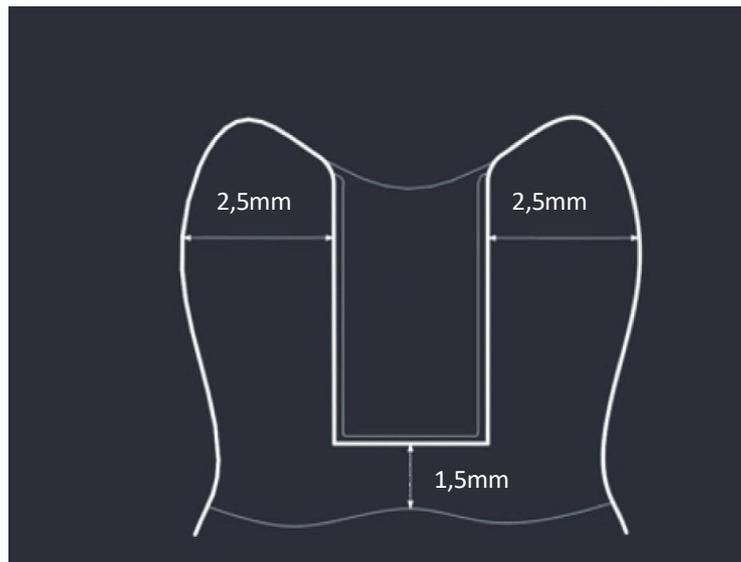


Fonte: Arquivo pessoal do autor.

4.3.2 Preparo das Amostras

Foram confeccionadas cavidades MOD seguindo-se o padrão do estudo anterior de Dalkiliç (2019) representado na imagem abaixo, (Figura 2).

Figura 2 – Esquema da cavidade MOD standard (Dalkiliç, 2019).



Fonte: Arquivo pessoal do autor

Figura 3 – Medida da parede vestibular, respeitando-se os 2,5mm de espessura.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 4 – Medida da parede palatina, respeitando-se os 2,5mm de espessura.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Para o preparo da cavidade foram utilizadas as pontas diamantadas 3131, 4137, 2200 (Prima Dental) (Figura 5), de forma a deixar cavidade com paredes internas planas e expulsivas para oclusal com os ângulos internos arredondados. Manteve-se no fundo de cavidade uma distância de 1,5mm da junção cimento-esmalte e uma espessura de paredes vestibular e palatina remanescentes de 2,5mm, como descrito acima e, demonstrado pelas figuras 3 e 4 (Dalkiliç *et al.*, 2019).

Figura 5 – Pontas diamantadas utilizadas.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Tais medições foram aferidas com paquímetro digital calibrado após cada um dos preparos, conforme figura 6.

Figura 6 – Paquímetro MTX316119 – 150 mm.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

4.3.3 Técnicas restauradoras

Os dentes após os preparos do tipo MOD foram divididos aleatoriamente em 5 grupos (n = 10). Cada grupo será definido de acordo com as técnicas restauradoras a seguir:

Grupo (I) (Controle): Dentes restaurados com resina composta

Realizou-se o condicionamento ácido seletivo em esmalte com ácido fosfórico 37% (FMG, Joinville, Brasil) durante 30 segundos. A seguir, a cavidade foi lavada com água durante 60 segundos, secando o esmalte e deixando a dentina levemente úmida. Foi aplicado, então, adesivo universal (Zip Bond, SDI, Austrália) (Figuras 7 e 8) na cavidade e esmalte condicionado, com microaplicador médio (Points, SDI, Austrália) em duas camadas e fotopolimerização por 20 segundos (Valo, Ultradent, USA).

Figura 7 – Microaplicador Points (SDI).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 8 – Adesivo universal ZipBond (SDI).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

A cavidade foi restaurada com resina composta do tipo *bulk-fill* em incremento único (Aura Bulk-Fill, SDI, Austrália) (Figura 9) e fotopolimerização por 40 segundos (Valo, Ultradent, USA) (Figura 10). Finalizados os procedimentos restauradores, os dentes foram armazenados em estufa por 24 horas e posteriormente submetidos aos testes de compressão.

Figuras 9 – Resina Bulk Fill Aura (SDI).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 10 - Fotopolimerizador VALO (Ultradent, USA).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Grupo (II): Dentes restaurados com resina composta e pino intrarradicular de fibra de vidro.

O conduto radicular palatino foi desobturado com brocas de Gattes I, II e III seguida de lima recíprocante 25.06 Univy, de modo que foi possível a adaptação do pino Splendor SAP (Angelus, Brasil) respeitando-se 4mm de remanescente apical que permaneceram obturados com cone de guta-percha. Este pino possui a particularidade de não possuir uma broca específica presente em seu kit para desobturação do canal radicular, visto que existe um pino principal de fibra de vidro e uma “luva” também de fibra de vidro que é adaptada ao pino principal no ato da cimentação, proporcionando adaptação do mesmo de forma justa ao formato do canal radicular (figura 11).

Figura 11 – Pino Splendor SAP (Angelus).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Em seguida, ele foi limpo com álcool 70 e a seguir foi aplicado o agente silano (Prosil, FGM, Brasil) (Figura 12) e posteriormente o adesivo universal (Zip Bond, SDI, Austrália) e realizou fotoativação durante 20 segundos. O conduto radicular foi limpo com EDTA e seco. Na sequência, seguiu-se à cimentação do pino com um cimento resinoso dual autoadesivo (Set PP, SDI, Austrália) e após 1 minuto, foi fotopolimerizado por 40 segundos (Valo, Ultradent, USA).

Figura 12 – Agente de união Prosil (FGM).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Posteriormente, foi realizado o condicionamento ácido do esmalte com ácido fosfórico 37% (Condac 37, FGM, Brasil) durante 30 segundos. A seguir a cavidade foi lavada com água durante 60 segundos, secando o esmalte e deixando a dentina levemente úmida. Foi aplicado, então, adesivo universal (Zip Bond, SDI, Austrália) na cavidade e esmalte condicionado, com microaplicador médio (Points, SDI, Austrália) em duas camadas e fotoativou-se por 20 segundos (Valo, Ultradent, USA). A cavidade foi restaurada com resina composta *bulk-fill* em incremento único (Aura Bulk-Fill, SDI, Austrália) e fotoativou-se a mesma por 40 segundos (Valo, Ultradent, USA). Finalizados os procedimentos restauradores, os dentes foram armazenados em estufa por 24 horas e submetidos aos testes de compressão.

Grupo (III): Dentes restaurados com resina composta e reforçados com malha de fibra de vidro trançada.

Foi realizado o condicionamento ácido seletivo em esmalte com ácido fosfórico 37% (Condac 37, FGM, Brasil) durante 30 segundos. A seguir a cavidade foi lavada com água durante 60 segundos, secando o esmalte e deixando a dentina levemente úmida. Foi aplicado, então, adesivo universal (Zip Bond, SDI, Austrália) na cavidade e esmalte condicionado, com microaplicador médio (Points, SDI, Austrália) em duas camadas e fotoativou-se por 20 segundos (Valo, Ultradent, USA). Seguiu-se com a adaptação da malha de fibra de vidro preenchendo toda a parede pulpar da cavidade, bem como as paredes vestibular e palatina do preparo, sendo utilizada uma fina camada de cimento resinoso (Set PP, SDI, Austrália) para estabilização da fibra e em seguida foi fotoativado durante 20 segundos (Figura 13).

Figura 13 – Fibra de vidro trançada Interlig (Angelus, Brasil).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

A cavidade então foi restaurada com resina composta *bulk-fill* em incremento único (Aura Bulk-Fill, SDI, Austrália) e foi fotoativada por 40 segundos (Valo, Ultradent, USA). Finalizados os procedimentos restauradores, os dentes foram armazenados em estufa por 24 horas e submetidos aos testes de compressão até fratura do conjunto.

Grupo (IV): Dentes restaurados com resina composta e pino intrarradicular de fibra de vidro e fragmentos de pino de fibra de vidro.

O pino de fibra de vidro (Splendor SAP)(Angelus, Brasil) foi limpo com álcool 70 e a seguir foi aplicado o agente silano (Prosil, FGM, Brasil) (Figura 14) e posteriormente o adesivo universal (Zip Bond, SDI, Austrália) e fotoativou-se por 20

segundos. O conduto radicular foi limpo com EDTA e seco. Na sequência, seguiu-se à cimentação do pino com um cimento resinoso dual autoadesivo (Set PP, SDI, Austrália). (Figura 15).

Figura 14 – Pino Splendor SAP e sua respectiva luva(Angelus, Brasil) aguardando volatilização do agente de união (Prosil, FGM, Brasil).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 15 – Cimento resinoso dual autoadesivo (Set PP, SDI, Austrália).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

No mesmo ato, os fragmentos de pino de fibra de vidro Splendor SAP (Angelus, Brasil) foram adaptados à cavidade, na região do assoalho da câmara pulpar (sentido vestibulo-palatino) (Figura 16), com o excesso do cimento resinoso (Set PP, SDI, Austrália) que extravasou pela cimentação dos pinos intrarradiculares; aguardou-se 1 minuto e a seguir foi fotoativado por 40 segundos (Valo, Ultradent, USA).

Figura 16 – Pinos de fibra de vidro cimentados perpendicularmente à cavidade MOD.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Posteriormente, realizou-se o condicionamento ácido em esmalte com ácido fosfórico 37% (Condac 37, FGM, Brasil) (Figura 17) durante 30 segundos. A seguir a cavidade foi lavada com água durante 60 segundos, secando o esmalte e deixando a dentina levemente úmida.

Figura 17 – Condicionamento seletivo de esmalte com Condac 37 (FGM, Brasil).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Aplicou-se na cavidade e esmalte condicionado o adesivo universal (Zip Bond, SDI, Austrália) com microaplicador médio (Points, SDI, Austrália) em duas camadas e fotopolimerização por 20 segundos (Valo, Ultradent, USA). A cavidade foi restaurada com resina composta *bulk-fill* em incremento único (Aura Bulk-Fill, SDI, Austrália) e fotopolimerização por 40 segundos (Valo, Ultradent, USA). Finalizados os procedimentos restauradores, os dentes foram armazenados em estufa por 24 horas e submetidos aos testes de compressão.

Grupo (V): Restaurados com cerâmica feldspática

Confeccionadas as cavidades MOD, o conduto radicular palatino já tratado endodonticamente foi desobturado com brocas de Gattes I, II e III e lima recíprocante 25.06 Univy, de modo que, foi possível a introdução do pino Splendor SAP (Angelus, Brasil) respeitando-se 4mm de remanescente apical. O pino de fibra de vidro foi limpo com álcool 70 e a seguir foi aplicado o agente silano (Prosil, FGM, Brasil) e posteriormente o adesivo (Zip Bond, SDI, Austrália) e fotopolimerizou-se o mesmo por 20 segundos. O conduto radicular foi limpo com EDTA e seco. Na sequência, seguiu-se à cimentação do pino com um cimento resinoso dual autoadesivo (Set PP, SDI, Austrália) e após 1 minuto, foi fotopolimerizado por 40 segundos (Valo, Ultradent, USA). Posteriormente, realizou-se o condicionamento ácido em esmalte com ácido fosfórico 37% (Condac 37, FGM, Brasil) durante 30 segundos. A seguir a cavidade foi lavada com água durante 60 segundos, secando o esmalte e deixando a dentina levemente úmida. Aplicou-se na cavidade e esmalte condicionado o adesivo universal (Zip Bond, SDI, Austrália) com microaplicador médio (Points, SDI, Austrália) em duas camadas e fotopolimerizou-se por 20 segundos. Aplicou-se uma resina composta *bulk-fill* em incremento único (Aura Bulk-Fill, SDI, Austrália) para nivelamento da região do assoalho da câmara pulpar e fotopolimerização por 40 segundos.

Realizou-se em sequência o escaneamento da cavidade MOD preparada, com scanner Itero Element 2 (Align Technology, CA, USA), na clínica Corpus Radiologia Odontológica, na cidade de Pouso Alegre / MG. Os arquivos “. STL” gerados foram enviados ao laboratório parceiro (Prothi_se, Alfenas / MG, Brasil) (Figura 18).

Figura 18 – Arquivos STL gerados pelo escaneamento das cavidades MOD.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Neste mesmo laboratório, procedeu-se à fase de CAD (Computer Aided Design) e de CAM (Computer Aided Manufacturing) das peças a serem fresadas. Com o projeto finalizado no software Exocad (Exocad, Darmstadt, Alemanha) seguiu-se para a fresagem da cerâmica feldspática (Empress Cad, IPS Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) em fresadora de dois (2) eixos CEREC MC XL (Dentsply Sirona, Erlanger, Alemanha) (Figuras 19 e 20).

Figura 19 - Inlays de cerâmica feldspática em modelo impresso (oclusal).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 20 - Inlays de cerâmica feldspática em modelo impresso (lateral).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Posteriormente, foi realizado o condicionamento ácido seletivo em esmalte com ácido fosfórico 37% (Condac 37, FGM, Brasil) durante 30 segundos. A seguir a cavidade foi lavada com água durante 60 segundos, secando o esmalte e deixando a dentina levemente úmida. Foi aplicado, então, adesivo universal (Zip Bond, SDI, Austrália) na cavidade e esmalte condicionado, com microaplicador médio (Points, SDI, Austrália) em duas camadas e fotopolimerização por 20 segundos (Valo, Ultradent, USA).

Na *inlay* em cerâmica feldspática foi realizado o condicionamento ácido em sua superfície interna, com ácido fluorídrico 10% (Condac Porcelana, FGM, Brasil) durante 60 segundos (Figura 21). Ela foi lavada durante 30 segundos e seca. A seguir, aplicou-se o agente de união (Prosil, FGM, Brasil) e aguardou-se a sua volatilização (Figura 22). O adesivo universal (Zip Bond, SDI, Austrália) foi aplicado em uma fina camada e fotoativação por 20 segundos. A seguir, foi aplicado o cimento resinoso dual autoadesivo (Set PP, SDI, Austrália) no interior da peça e inserida em posição na cavidade MOD. Aguardou-se 01 minuto, procedeu-se à remoção dos excessos do cimento e realizou-se a fotopolimerização por 40 segundos.

Figura 21 – Condicionamento da porção interna da cerâmica feldspática com ácido fluorídrico a 10% (Condac Porcelana, FGM, Brasil).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 22 – Aplicação do silano.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Finalizados os procedimentos restauradores, os dentes foram armazenados em estufa por 24 horas e submetidos aos testes de compressão.

4.3.4 Randomização do Grupo

Os cinquenta pré-molares, foram numerados com caneta permanente em sua raiz de forma aleatória (de um a cinquenta em sequência).

Após a numeração, foram confeccionadas fichas com os números de 1 a 50, as quais foram dobradas para que não fossem identificadas. Foi feito um sorteio simples, em uma urna escura, onde os números foram retirados aleatoriamente, em sequência, sendo alocados sequencialmente do Grupo I ao Grupo V conforme sorteio. Assim que os primeiros cinco números foram sorteados (determinando um corpo para cada grupo), seguiu-se para mais quarenta e cinco sorteios, obedecendo os mesmos critérios até que houvesse 10 (dez) corpos de prova para cada grupo.

4.3.5 Corpos de Prova

Foram confeccionados os corpos de prova (conjunto pré-molar/filosofia restauradora) com auxílio de tubos de PVC de 25mm de diâmetro por 25mm de altura. (Aslan *et al.*, 2018). Nestes tubos, os dentes foram posicionados de modo que a parede lateral dos pré-molares ficasse paralela ao longo do eixo do tubo PVC, com o auxílio de um esquadro escolar. Os dentes, determinado as suas posições, foram fixados ao tubo de PVC com cera utilidade (Figura 23).

Figura 23 – Dentes fixados aos tubos de PVC.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Após a fixação ao tubo, o interior do mesmo foi preenchido com resina acrílica autopolimerizável incolor (JET, Clássico, São Paulo, Brasil) para finalização do corpo de prova. (Figura 24).

Figura 24 – Corpos de Prova Finalizados.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

4.3.6 Teste de Compressão

Os corpos de prova, representando os grupos de testes já descritos, foram submetidos a teste de compressão em uma máquina de ensaios universais Instron 4411 (Instron, Norwood, MA, USA) de eixo ou braço duplo calibrada com força máxima de 50.000N (Figuras 25 e 26).

Figura 25 – Máquina de testes universais (Instron, MA, USA).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

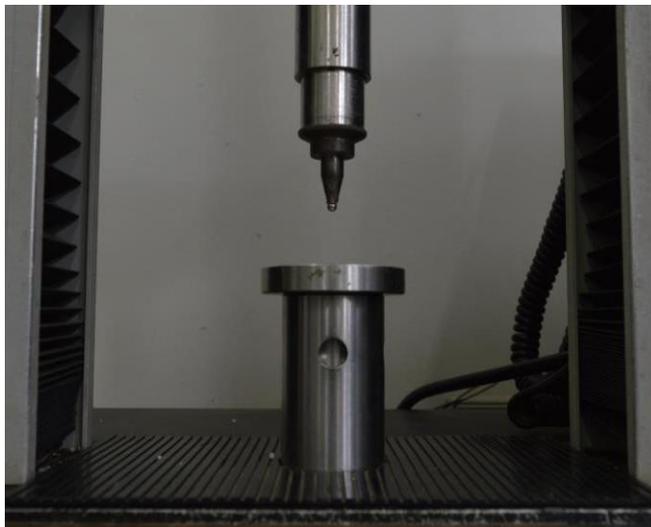
Figura 26 – Máquina de testes universais vista aproximada (Instron, MA, USA).



Os testes foram realizados no Laboratório de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP-SP.

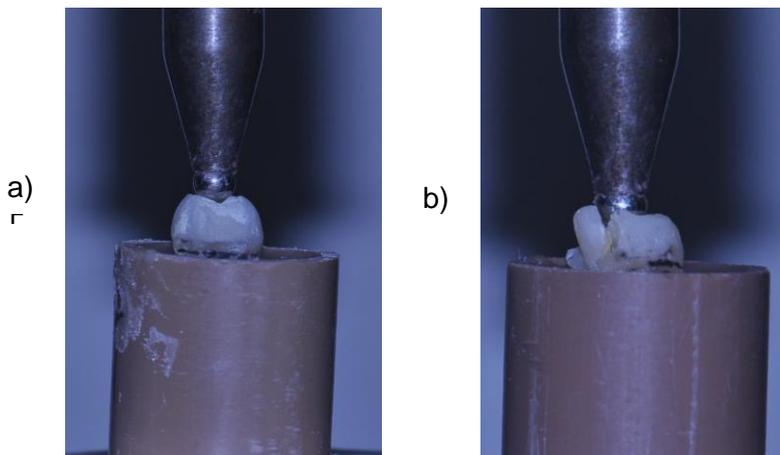
A força aplicada foi balizada a uma velocidade de 1mm/min, sendo aplicada no longo eixo do dente por uma haste com esfera de 5 mm de diâmetro em sua ponta (Figura 27) até a completa fratura do corpo de prova (Figuras 28). Os dados foram registrados (em Newtons) (N) e tabulados para posterior análise estatística.

Figura 27 – Haste da máquina de testes universais com ponta esférica de 5 mm de diâmetro (Instron, MA, USA).



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Figura 28 – Fratura completa do conjunto restaurador.

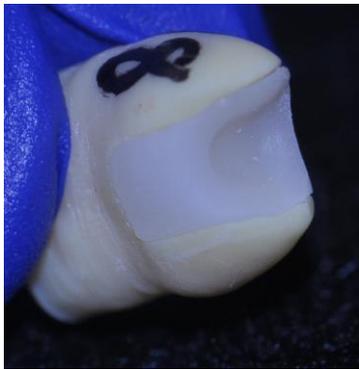


Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Legenda: a) dente antes da fratura.
b) dente após a fratura.

No teste piloto, observou-se a necessidade de confecção de um “nicho” esférico no centro da oclusal dos pré-molares, pois nas primeiras tentativas de teste, a ponta esférica deslocava-se do contato com o dente, interrompendo o teste, resultando em erro pelo software. Este nicho (Figura 28) foi confeccionado com uma broca 1018 para peça de mão, em motor protético elétrico de bancada já no Laboratório de Materiais Dentários da UNICAMP.

Figura 29 – Nicho confeccionado na oclusal dos pré-molares dos corpos de prova.



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

5 RESULTADOS

5.1 Resultados Apresentados

Após teste completo realizado na Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP/SP, os resultados podem ser averiguados nas tabelas abaixo:

Tabela 1 – Resultados Grupo I.
CP

| CP | FORÇA (N) |
|----|-----------|
| 6 | 2474 |
| 9 | 1238 |
| 15 | 187 |
| 19 | 182,3 |
| 29 | 111,7 |
| 30 | 208,7 |
| 32 | 81,88 |
| 34 | 301,6 |
| 37 | 81,08 |
| 45 | 90,74 |

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela 2 – Resultados Grupo II.
CP

| CP | FORÇA (N) |
|----|-----------|
| 2 | 925,4 |
| 4 | 279,3 |
| 13 | 451,3 |
| 22 | 720 |
| 25 | 185,5 |
| 26 | 172,9 |
| 27 | 559,2 |
| 36 | 1117 |
| 46 | 89,54 |
| 48 | 131,2 |

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela 3 – Resultados Grupo III.

| CP | FORÇA (N) |
|----|-----------|
| 3 | 1633 |
| 5 | 1601 |
| 11 | 1598 |
| 14 | 382,8 |
| 20 | 148,7 |
| 23 | 242,7 |
| 41 | 1358 |
| 42 | 396,8 |
| 43 | 1423 |
| 47 | 430,7 |

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela 4 – Resultados Grupo IV.

| CP | FORÇA (N) |
|----|-----------|
| 1 | 220,8 |
| 8 | 254,5 |
| 12 | 476,5 |
| 18 | 560 |
| 21 | 630,1 |
| 33 | 698,5 |
| 35 | 1195 |
| 40 | 343,1 |
| 44 | 815 |
| 50 | 1091 |

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela 5 – Resultados Grupo V.

| CP | FORÇA (N) |
|----|-----------|
| 7 | 1497 |
| 10 | 922,4 |
| 16 | 285 |
| 17 | 342,4 |
| 24 | 224,8 |
| 28 | 346,5 |
| 31 | 287,9 |
| 38 | 215,8 |
| 39 | 270,4 |
| 49 | 717,1 |

Fonte: Elaboração do autor.

5.2 Análise Estatística

Os dados foram tabulados, avaliados quanto à homogeneidade de variância e estatisticamente analisados ($p < 5\%$).

Para este estudo, para que se cumprissem os requisitos da realização do teste de ANOVA, os dados foram transformados para $\log(x)$.

Após realizar o teste de ANOVA para os dados de resistência à compressão dos diferentes grupos de materiais, obtivemos um valor-p significativo de 0.30895 ($p > 0,05$), indicando que os resíduos não podem ser considerados como normais. Isto foi corroborado pelo teste de Shapiro-Wilk (Teste de Normalidade dos Resíduos), onde obtivemos um valor de p de $9.049647e-05$, resultando a 5% de significância que os resíduos não podem ser considerados normais.

Desta forma, existe a necessidade, então, de realização de cálculos de estatística não-paramétrica; neste caso, o teste a ser realizado é o de Kruskal-Wallis.

O valor de p resultante do teste mencionado anteriormente foi de 0,0587; ou seja, maior que 0,05. Desta forma, concluiu-se que não há diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos propostos para aumento da resistência à fratura.

Apesar de não termos encontrado diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em termos de resistência à compressão, isso não significa necessariamente que as diferenças observadas nas medianas isoladas não sejam clinicamente relevantes.

Embora o teste de Kruskal-Wallis não tenha detectado diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, é importante considerar que esse teste avalia se há uma diferença global entre os grupos, mas não identifica especificamente quais grupos diferem entre si.

Portanto, mesmo que o valor de p seja maior que 0,05, alguns dados podem ser relevantes. Isto pode ser percebido quando se observam os valores das medianas, que são os valores que dividem exatamente ao meio entre os valores máximo e mínimo encontrados para cada grupo.

Tabela 6 – Medianas, valores mínimo e máximo por grupo.

| GRUPO | MEDIANA (N) | MÍNIMO (N) | MÁXIMO (N) |
|------------|-------------|------------|------------|
| I | 184,65 | 81,08 | 2474 |
| II | 365,30 | 89,54 | 1117 |
| III | 894,35 | 148,7 | 1633 |
| IV | 595,05 | 220,8 | 1195 |
| V | 315,15 | 215,8 | 1497 |

Fonte: Elaboração do autor.

6 DISCUSSÃO

A restauração de dentes tratados endodonticamente é uma área de interesse contínuo na Odontologia restauradora devido aos desafios clínicos associados à fragilidade estrutural resultante do tratamento endodôntico. A restauração bem-sucedida desses dentes depende não apenas da eliminação eficaz da cárie e da infecção, mas também da reconstrução da estrutura dentária para restaurar a função mastigatória e prevenir a fratura. A resistência à fratura desses dentes restaurados é de suma importância para garantir o sucesso em longo prazo dos tratamentos.

Uma das questões centrais na restauração de dentes tratados endodonticamente é a seleção e o uso de pinos intrarradiculares de fibra de vidro, uma vez que suas propriedades mecânicas são semelhantes à dentina. (Comba *et al.*, 2021). Além da função de reter o material restaurador, aqueles aumentam a resistência à fratura de dentes com grande destruição coronária, conferindo maior resistência ao conjunto dente-restauração. (Bitter *et al.*, 2009; Carlini Jr, 1999; Dalkiliç *et al.*, 2019; Manocci *et al.*, 2005; Mergulhão *et al.*, 2019). Isto está em oposição ao que afirmou outro estudo, que concluiu que pinos não aumentam a força de resistência à fratura em dentes tratados endodonticamente. (Cheung, 2005). O presente estudo também reforça essa posição, sendo que os valores de média para o grupo de pinos intrarradiculares foi o mais baixo apresentado (463,13N). Alguns estudos também examinaram a influência dos pinos de fibra de vidro horizontal na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Esses estudos, demonstraram que a utilização desses pinos pode aumentar significativamente a resistência à fratura, proporcionando estabilidade e distribuindo as forças oclusais de forma mais uniforme. (Abdulrab *et al.*, 2023; Eskitascioglu; Kalkan, 2002; Karzoun *et al.*, 2015; Khan *et al.*, 2018;). Isto está em acordo com o presente trabalho, sendo que os valores encontrados para este grupo foram os segundos maiores valores de média encontrados (628,45N), demonstrando um importante aumento na resistência à fratura.

No entanto, é importante considerar que a escolha do tipo e da técnica de colocação do pino deve ser personalizada de acordo com a condição clínica específica de cada dente, sendo que restaurações após endodontia onde não são utilizados pinos intrarradiculares aumentam a probabilidade de danos irreparáveis e fraturas catastróficas. (Spicciarelli *et al.*, 2021).

Apresentada também na forma de malha trançada, a fibra de vidro quando utilizada em dentes que foram submetidos a tratamento endodôntico e associados a cavidades MOD reduziram os valores das deflexões de cúspides; desta forma, têm mostrado resultados promissores em relação à resistência mecânica. (Albar; Khayat, 2022; Daher; Feilzer; Krejci, 2016; Galyan *et al.*, 2019). Neste estudo, a utilização de malha de fibra de viro trançada obteve os maiores resultados com relação à resistência à compressão das filosofias restauradoras propostas (921,47N); isto indica, em concordância com aqueles autores, que a utilização deste material demonstra-se como uma excelente alternativa para o clínico-geral que deseja um aumento de resistência para situações com dentes semelhantes aos apresentados.

Um fato que chama atenção é o de que não há consenso na literatura de qual seria o material dentário ideal para se restaurar dentes posteriores tratados endodonticamente. (Gokturk *et al.*, 2018; Hshad *et al.*, 2018; Mashyakhy *et al.*, 2020; Vyas *et al.*, 2018). Alguns autores preconizam a utilização de restauração metálica fundida, amálgama e restauração direta em resina composta. (Sengun; Cobankara; Orucoglu, 2008). Outros autores preconizam realização de restauração indireta em resina composta e cerâmica. (Mergulhão *et al.*, 2019). E ainda outros indicam a utilização de resinas compostas reforçadas por fibra de vidro. (Gokturk *et al.*, 2018).

Alguns estudos avaliaram a resistência à fratura de restaurações diretas de resina composta reforçadas com fibras, destacando a importância desses materiais na reconstrução de dentes fragilizados. (Albar; Khayat, 2022;). No entanto, outros estudos sugerem que a escolha entre restaurações diretas e indiretas deve ser feita com base na extensão da destruição dental e na integridade remanescente da estrutura dentária. Esses estudos destacam a importância de considerar as propriedades mecânicas dos materiais restauradores, bem como as características de adesão à estrutura dental, para garantir a estabilidade em longo prazo das restaurações. (Mergulhão *et al.*, 2019).

Por permitirem uma abordagem menos invasiva para se preservar maior quantidade de estrutura dentária, as resinas compostas convencionais representam a primeira opção de restauração. Além disso, elas também reforçam o remanescente dentário. (Comba *et al.*, 2021; Demarco *et al.*, 2012). A fim de se diminuir os efeitos indesejados, como bolhas e contaminação entre as camadas de resina convencional (podendo ocasionar fraturas), as resinas do tipo bulk-fill surgiram no mercado como uma alternativa para suprimir esses pontos negativos. Também, as resinas bulk-fill diminuem o tempo de atendimento e tornam o procedimento restaurador mais simples do que quando utilizadas resinas convencionais (Dalkiliç *et al.*, 2019). Além disso, um estudo destacou que dentes restaurados com resinas do tipo bulk-fill sofrem mais fraturas passíveis de restauração do que aqueles restaurados com resinas convencionais pela técnica incremental. (Balkaya *et al.*, 2017). O presente estudo demonstra, em oposição a este autor, que a utilização de somente resinas do tipo bulk-fill, sem algum outro produto associado à esta restauração, não é interessante no sentido de buscar-se aumento na resistência à fratura do conjunto restaurador em pré-molares com tratamento endodôntico associados à cavidades do tipo MOD.

Além disso, a integridade remanescente da estrutura dental após o tratamento endodôntico também influencia significativamente a resistência à fratura das restaurações quando submetidas a forças oclusais. (Carvalho *et al.*, 2018; Plotino *et al.*, 2017). Certos estudos examinaram o efeito da espessura remanescente da parede dentária na resistência à fratura de dentes restaurados. Os mesmos enfatizam a importância da preservação da estrutura dental natural durante o preparo cavitário e a restauração, a fim de manter a resistência mecânica do dente restaurado. (Aslan *et al.*, 2018; Huang *et al.*, 1992; Spicciarelli *et al.*, 2021). Outro estudo enfatizou que a força estrutural original de um dente pode estar diminuída quando da confecção de uma cavidade do tipo MOD. (Hannig *et al.*, 2005; Muniz, 2010; Reeh; Messer; Douglas, 1989). Isto está em acordo com outro estudo que afirma que as remoções das duas cristas marginais tornam a concentração do stress de forças ainda maior em dentes com acessos para tratamento endodôntico. (Magne, 2007). Também, a remoção das cristas marginais causa uma redução mais significativa na resistência à fratura do que os diferentes tipos de acesso para tratamento endodôntico. (Corsentino *et al.*, 2018).

Além das considerações específicas sobre materiais e técnicas de restauração, é crucial abordar as questões biomecânicas envolvidas na restauração de dentes tratados endodonticamente. Um estudo que investigou a resistência à fratura de dentes restaurados com *inlays* cerâmicos CAD/CAM destacou a importância de considerar a distribuição de tensões e a biomecânica do dente restaurado, a fim de garantir a longevidade e a estabilidade das restaurações em condições de carga oclusal. (Hannig *et al.*, 2005). O presente estudo demonstrou que as *inlays* em cerâmica feldspática associadas a cavidades do tipo MOD não se sobressaíram de forma a chamar atenção no sentido de exercerem um reforço com relação à fratura do conjunto restaurador. Ainda, tanto *inlays* quanto *onlays* em resina também se mostraram eficientes em aumentar a resistência à fratura quando há uma perda de estrutura dental considerável. (Alshiddi; Aljinbaz, 2016).

Pré-molares tratados endodonticamente são uma situação corriqueira para o dia a dia de um clínico. O correto reestabelecimento de função e estética do mesmo após o tratamento endodôntico é fundamental para o sucesso do tratamento a longo prazo.

Porém, a literatura não mostra um consenso de qual seria o material e técnica restauradora ideal. Também não há consenso da necessidade de sempre se utilizar pinos intrarradiculares em pré-molares com destruição extensa.

Atualmente temos diversos materiais que podem ser utilizados para esta reconstrução.

Embora os estudos mencionados forneçam insights valiosos sobre a restauração de dentes tratados endodonticamente, é importante reconhecer as limitações da literatura existente. Muitos estudos são conduzidos em ambiente laboratorial e podem não refletir completamente as condições clínicas reais. No presente estudo, pelo fato de o teste de Kruskal-Wallis não identificar quais grupos diferem especificamente entre si (fornece avaliação global entre os grupos), há a possibilidade de os valores de medianas apresentadas sugerirem diferenças clinicamente relevantes na tomada de decisão de qual material utilizar. Desta forma, há uma necessidade contínua de pesquisas longitudinais de alta qualidade que avaliem não apenas a resistência à fratura, mas também outros desfechos clínicos, como a adaptação marginal, a retenção da restauração e a biocompatibilidade dos materiais utilizados.

A compreensão das propriedades dos materiais restauradores, técnicas de restauração e fatores biomecânicos é fundamental para alcançar resultados clínicos previsíveis e duradouros. No entanto, são necessárias mais pesquisas clínicas e longitudinais para fornecer diretrizes baseadas em evidências que possam orientar a prática clínica e melhorar os resultados a longo prazo para os pacientes.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em consideração as limitações deste estudo, concluímos que não há um material específico que possa ser utilizado para primeiros pré-molares superiores tratados endodonticamente a fim de que se possa aumentar sua resistência à fratura.

Nesse caso, é importante analisar as diferenças individuais entre os grupos de materiais e considerar outros fatores, como a durabilidade, biocompatibilidade e estética dos materiais ao tomar decisões clínicas. Desta forma, sugerimos os reforços com malha de fibra de vidro trançada e fragmentos de pino de vidro cimentados perpendicularmente à cavidade MOD, nestes casos específicos, apesar de não haver diferença estatisticamente significativa entre as filosofias restauradoras propostas.

REFERÊNCIAS

- ABDULRAB, S.; GEERTS, G.; AL-MAWERI, S.A.; ALHAJJ, M.N.; ALHADAINY, H.; BA-HATTAB, R. The Influence of Horizontal Glass Fiber Posts on Fracture Strength and Fracture Pattern of Endodontically Treated Teeth: A Systematic Review and Meta-Analysis of In Vitro Studies. **J. Prosthodont**, Philadelphia, PA, US, v. 32, n. 6, p. 469- 481, 2023.
- ALBAR, N.H.M.; KHAYAT, W.F. Evaluation of Fracture Strength of Fiber- Reinforced Direct Composite Resin Restorations: An In Vitro Study. **Polymers**, Basel, Switzerland, v.14, n.20, p 1-8, 2022.
- ALSHIDDI, I.F; ALJINBAZ, A. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with indirect composite inlay and onlay restorations - An in vitro study. **Saudi Dent J**, Riyadh, Saudi Arabia, v. 28, n. 1, p. 49-55, 2016.
- ASLAN, T.; SAGSEN, B.; ER, Ö; ÜSTÜN, Y.; ÇINAR, F. Evaluation of Fracture Resistance in Root Canal-Treated Teeth Restored Using Different Techniques. **Niger J Clin Pract**, [s.i.], v. 21, n. 6, p. 795-800, 2018.
- ATTAR, E.A.; ALDHARRAB, A.; AJAJ, R. Flexural Strength Properties of Five Different Monolithic Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing Ceramic Materials: An In Vitro Study. **Cureus** , [s.i.], v.15, n. 3, p. e36958, 2023.
- BALKAYA, H.; TOPÇUOĞLU, H.S.; DEMIRBUGA, S.; KAFDAG, Ö.; TOPÇUOĞLU, G. Effect of different coronal restorations on the fracture resistance of teeth with simulated regenerative endodontic treatment: An in vitro study. **Aust Endod J**, [s.i.], v. 48, n. 2, p. 331-337, 2021.
- BASARAN, E.T.; GOKCE, Y. Evaluation of the Influence of Various Restoration Techniques on Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth with Different Cavity Wall Thicknesses. **Niger J Clin Pract**, [s.i.], v. 22, n. 3, p. 328-334, 2019.
- BELLI, S.; ERDEMIR, A.; YILDIRIM, C. Reinforcement effect of polyethylene fiber in root-filled teeth: comparison of two restoration techniques. **Int Endod J**, Oxford, England, GB ,v. 39, n. 2, p. 136-142, 2006.
- BITTER, K.; NOETZEL, J.; STAMM, O. VAUDT, J.; MEYER-LUECKEL, H.; NEUMANN, K.; KIELBASSA, A.M. Randomized clinical trial comparing the effects of post placement on failure rate of post endodontic restorations: preliminary results of a mean period of 32 months. **J Endod**, Baltimore, MD. US, v. 35, n. 11, p. 1477-1482, 2009.
- BROMBERG, C.R.; ALVES, C.B.; STONA, D.; SPOHR, A.M.; RODRIGUES-JUNIOR, S.A.; MELARA, R.; BURNETT JR, L.H. Fracture resistance of endodontically treated molars restored with horizontal fiberglass posts or indirect techniques. **J Am Dent Assoc**, US, v. 147, n. 12, p. 952-958, 2016.

CARLINI JR, B. Resistência à Fratura de Dentes Desvitalizados Restaurados Através de Resina Composta Com ou Sem Pino Intrarradicular. **Dissertação** (Mestrado em Dentística) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas. Piracicaba-SP, 1999.

CARVALHO, M.A.; LAZARI, P.C.; GRESNIGT, M.; DEL BEL CURY, A.A.; MAGNE, P. Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. **Braz Oral Res**, São Paulo, SP, v. 32, n. 1, p. e74, 2018.

CHAN, T.; EREN, S.K.; WONG, R.; PARASHOS, P. In vitro fracture strength and patterns in root-filled teeth restored with different base materials. **Aust Dent J**, North Sydney, Australia, AU, v. 63, n.1, p. 99-108, 2018.

CHEUNG, W. A review of the management of endodontically treated teeth. Post, core and the final restoration. **J Am Dent Assoc**, US, v. 136, n. 5, p. 611-619, 2005.

COMBA, A.; BALDI, A.; SARATTI, C.M.; ROCCA, G.T.; TORRES, C.R.G.; PEREIRA, G.K.R.; VALANDRO, F.L.; SCOTTI, N. Could different direct restoration techniques affect interfacial gap and fracture resistance of endodontically treated anterior teeth? **Clin Oral Investig**, Berlin, DE, v. 25, n. 10, p. 5967- 5975, 2021.

CORSENTINO, G.; PEDULLÀ, E.; CASTELLI, L.; LIGUORI, M.; SPICCIARELLI, V.; MARTIGNONI, M.; FERRARI, M.; GRANDINI, S. Influence of Access Cavity Preparation and Remaining Tooth Substance on Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth. **J Endod**, Baltimore, MD. US, v. 44, n. 9, p. 1416-1421, 2018.

DA ROSA RODOLPHO, P.A.; CENCI, M.S.; DONASSOLLO, T.A.; LOGUÉRCIO, A.D.; DEMARCO, F.F. A Clinical Evaluation of Posterior Composite Restorations: 17-Year Findings. **J Dent**, Bristol, England, GB, v. 34, n. 7, p. 427-435, 2006.

DAHER, R.; FEILZER, A.; KREJCI, I. Novel non-invasive reinforcement of MOD cavities on endodontically treated teeth. **J Dent**, Bristol, England, GB ,v. 54, November, p. 77-85, 2016.

DALKILIC, E.E.; KAZAK, M.; HISARBAYLI, D.; FILDISI, M.A.; DONMEZ, N.; ARISU, H.D. Can Fiber Application Affect the Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth Restored with a Low Viscosity Bulk-Fill Composite? **Biomed Res Int**, [s.i.], v. 2019, January, p. 1-7, 2019.

DEMARCO, F.F.; CORRÊA, M.B.; CENSI, M.S.; MOARES, R.R.; OPDAM, N.J.M. Longevity of Posterior Composite Restorations: Not Only a Matter of Materials. **Dent Materials**, Kidlington, England, GB, v. 28, n. 1, p. 87-101, 2012.

ESKITASCIOGLU, G.; KALKAN, S.B.M. Evaluation of two post core systems using two different methods (fracture strength test and a finite elemental stress analysis). **J Endod**, Baltimore, MD. US, v. 28, n. 9, p. 629-633, 2002.

FERRARI, M.; VICHI, A.; FADDA, G.M.; CAGIDIACO, M.C.; TAY, F.R.; BRESCHI, L.; POLIMENI, A.; GORACCI, C. A Randomized Controlled Trial of Endodontically Treated and Restored Premolars. **J Dent Res**, Chicago, IL, US, v.91, n. 7, p. 72-78, 2012.

GALYAN, G.; PADDA, B.K.; KAUR, T.P.; SHARMA, M.; KAPUR, I.; KAUR, S. *In vitro*: Study Comparing Fracture Resistance of Nanocomposites with and without Fiber Reinforcement with Different Cavity Designs Used for Obliquely Fractured Incisal Edge Restoration. **J Contemp Dent Pract**, US, v. 20, n. 5, p. 566-570, 2019.

GOKTURK, H.; KARAARSLAN, E.S.; TEKIN, E.; HOLOGLU, B; SARIKAYA, I. The effect of the different restorations on fracture resistance of root-filled premolars. **BMC Oral Health**, [s.i.], v. 18, n. 1, p.1-8, 2018.

GOYATÁ, F.R; OLIVEIRA, R.S.; FERREIRA, T.F.R.Z.; RANGEL, A.C.C.; GILSON, J.G.R. Avaliação da Resistência Flexural de Uma Resina Composta Microhíbrida Reforçada Por Pinos de Fibra de Vidro. **Int J Dent**, Recife, v. 7, n.1, p. 2-7, 2008.

HANNIG, C.; WESTPHAL, C.; BECKER, K.; ATTIN, T. Fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars restored with CAD/CAM ceramic inlays. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, MO, US, v. 94, n.4, p. 342-9, 2005.

HSHAD, M.E.; DALKILIC, E.E.; OZTURK, G.C.; DOGRUER, I.; KORAY, F. Influence of Different Restoration Techniques on Fracture Resistance of Root- filled Teeth: In Vitro Investigation. **Oper Dent**, Washington, US, v. 43, n. 2, p. 162-169, 2018.

HUANG, T.J.; SCHILDER, H.; NATHANSON, D. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. **J Endod**, Baltimore, MD. US, v. 18, n.5, p. 209-15, 1992.

IACULLI, F.; RENGO, C.; LODATO, V.; PATINI, R.; SPAGNUOLO, G.; RENGO, S. Fracture resistance of endodontically-treated maxillary premolars restored with different type of posts and direct composite reconstructions: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. **Dent Mater**, Kidlington, England, GB, v. 37, n. 9, p. e455- e484, 2021.

KARZOUN, W.; ABDULKARIM, A.; SAMRAN, A.; KERN, M. Fracture Strength of Endodontically Treated Maxillary Premolars Supported by a Horizontal Glass Fiber Post: An *In Vitro* Study. **JOE**, Baltimore, MD, US, v. 41, n. 6, p. 1-6, 2015.

KHAN, S.I.R.; RAMACHANDRAN, A.; ALFADLEY, A.; BASKARADOSS, J.K. Ex vivo fracture resistance of teeth restored with glass and fiber reinforced composite resin. **J Mech Behav Biomed Mater**, UK, v. 82, v.6, p. 235-238, 2018.

KHAROUF, N.; PEDULLÀ, E.; PLOTINO, G.; JMAL, H.; ALLOUI, M.E.H.; SIMONIS, P.; LAQUERRIERE, P.; MACALUSO, V.; ABDELLATIF, D.; RICHERT, R.; HAIKEL, Y.; MANCINO, D. Stronger Than Ever: Multifilament Fiberglass Post Boost Maxillary Premolar Fracture Resistance. **J Clin Med**, [s.i.], v. 12, April, 2975, p. 1-16, 2023.

KUIJPER, MCFM.; GRESNIGT, MMM.; VAN DEN HOUTEN, M.; HAUMAHU, D.; SCHEPKE, U.; CUNE, M.S. Fracture Strength of Various Types of Large Direct Composite and Indirect Glass Ceramic Restorations. **Oper Dent**, Washington, US, v. 44, n. 4, p. 433-442, 2019.

LIU, X.; FOK, A.; LI, H. Influence of restorative material and proximal cavity design on the fracture resistance of MOD inlay restoration. **Dent Mater**, Kidlington, England, GB, v. 30, n. 3, p. 327-33, 2014.

MAGNE, P. Efficient 3D finite element analysis of dental restorative procedures using micro-CT data. **Dent Mater**, Kidlington, England, GB, v. 23, n. 5, p. 539-48, 2007.

MAGNE, P.; LAZARI, P.C.; CARVALHO, M.A.; JOHNSON, T.; DEL BEL CURY, A.A. Ferrule-Effect Dominates Over Use of a Fiber Post When Restoring Endodontically Treated Incisors: An *In Vitro* Study. **Oper Dent**, Washington, US, v. 42, n. 4, p. 396-402, 2017.

MANNOCCI, F.; QUALTROUGH, A.J.E.; WORTHINGTON, H.V.; WATSON, T.F.; PITT FORD, T.R. Randomized clinical comparison of endodontically treated teeth restored with amalgam or with fiber posts and resin composite: five-year results. **Oper Dent**, Washington, US, v. 30, n. 1, p. 9-15, 2005.

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

MASTROGIANNI, A.; LIOLIOU E.A.; TORTOPIDIS, D.; GOGOS, C.; KONTANASAKI, E.; KOIDIS, P. Fracture strength of endodontically treated premolars restored with different post systems and metal-ceramic or monolithic zirconia crowns. **Dent Mater J**, Kidlington, England, GB, v. 40, n. 3, p. 606-614, 2021.

MERGULHÃO, V.A.; MENDONÇA, L.S.; ALBUQUERQUE, M.S., BRAZ, R. Fracture Resistance of Endodontically Treated Maxillary Premolars Restored With Different Methods. **Oper Dent**, Washington, US, v. 44, n.1, p. E1-E11, 2019.

MUNIZ, L. **Reabitação Estética em Dentes Tratados Endodonticamente: Pinos de Fibra e Possibilidades Clínicas Conservadoras**. 1ª. Ed. São Paulo: Editora Santos, 2010.

NATARAJAN, P; THULASINGAM, C. The effect of glass and polyethylene fiber reinforcement on flexural strength of provisional restorative resins: na in vitro study. **J Indian Prosthodont Soc**, [s.i.], v. 13, n. 4, p. 421-427, 2013.

OLIVEIRA, F.C.; DENEHY, G.E.; BOYER, D.B. Fracture resistance of endodontically prepared teeth using various restorative materials. **J Am Dent Assoc**, US, v. 115, n. 1, p. 57-60, 1987.

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

REEH, S.E.; MESSER, H.H.; DOUGLAS, W.H. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. **J Endod**, Baltimore, MD, US, v. 15, n. 11, p. 512-6, 1989.

SANTOS, P.S.S.; NETO, O.I.; GOYATÁ, F.R. As Indicações Clínicas dos Retentores Intraradiculares em Dentes Tratados Endodonticamente. **Uningá Review**, Maringá, PR, v. 09, n. 1, p. 17-23, 2012.

SCOTTI, N.; ROTA, R.; SCANSETTI, M.; PAOLINO, D.S.; CHIANDUSSI, G.; PASQUALINI, D.; BERUTTI, E. Influence of adhesive techniques on fracture resistance of endodontically treated premolars with various residual wall thicknesses. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, MO, US, v. 110, n. 5, p. 376-82, 2013.

SEDREZ-PORTO, J.A.; MÜNDCHOW, E.A.; CENCI, M.S.; PEREIRA-CENCI, T. Which materials would account for a better mechanical behavior for direct endocrown restorations? **J Mech Behav Biomed Mater**, UK, v. 103, n.3, p. 1-6, 2020.

SENGUN, A.; COBANKARA, F.K.; ORUCOGLU, H. Effect of a new restoration technique on fracture resistance of endodontically treated teeth. **Dent Traumatol**, London, GB, v. 24, n.2, p. 214-9, 2008.

SPICCIARELLI, V.; MARRUGANTI, C.; FEDELE, I.; MARTIGNONI, M.; OUNSI, H.; FERRARI, M.; GRANDINI, S. Influence of remaining tooth substance and post-endodontic restoration on fracture strength of endodontically treated maxillary incisors. **Dent Mater J**, Kidlington, England, GB, v. 40, n. 3, p. 697-703, 2021.

SPYRIDES, S.M.M.; BASTIAN, F.L. In vitro comparative study of the mechanical behavior of a composite matrix reinforced by two types of fibers (polyethylene and glass). **Materials Science and Engineering: C**, Amsterdam, NL, v. 24, n. 5, p. 671 – 677, 2004.

SUKSAWAT, N.; ANGWARAVONG, O.; ANGWARAWONG, T. Fracture resistance and fracture modes in endodontically treated maxillary premolars restored using different CAD-CAM onlays. **J Prosthodont Res**, Tokyo, JP, v. 68, n. 2, p. 290-298, 2024.

TURKISTANI, A.A.; DIMASHKIEH, M.; RAYYAN, M. Fracture resistance of teeth restored with endocrowns: An in vitro study. **Esthet Restor Dent**, [s.i.], v. 32, n. 4, p. 389-394, 2020.

VYAS, R.; SUCHITRA, S.R.; GAIKWAD, P.T.; GURUMURTHY, V.; ARORA, S.; SHETTY, S. Assessment of Fracture Resistance Capacity of Different Core Materials with Porcelain Fused to Metal Crown: An: in vitro Study. **J Contemp Dent Pract**, US, v. 19, n. 4, p. 389-392, 2018.

WENDT JR, S.L.; HARRIS, B.M.; HUNT, T.E. Resistance to cusp fracture in endodontically treated teeth. **Dent Mater**, Kidlington, England, GB v. 3, n. 5, p. 232-5, 1987.

YAZDI, H.K.; SOHRABI, N.; MOSTOFI, S.N. Effect of Direct Composite and Indirect Ceramic Onlay Restorations on Fracture Resistance of Endodontically Treated Maxillary Premolars. **Front Dent**, [s.i.], v. 17, n. 8, p. 1-8, 2020.