

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Ramiro Rocha Barcellos

**AVALIAÇÃO MECÂNICA DE MOLARES
RESTAURADOS COM DIFERENTES
RETENTORES INTRARRADICULARES**

Passo Fundo

2024

Ramiro Rocha Barcellos

**AVALIAÇÃO MECÂNICA DE MOLARES
RESTAURADOS COM DIFERENTES
RETENTORES INTRARRADICULARES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da UPF, para obtenção do título de Doutor em Odontologia – Área de Concentração em Clínica Odontológica, sob orientação do prof. Dr. **Pedro Henrique Corazza** e co-orientação do prof. Dr. Ana Paula Farina.

Passo Fundo

2024

Folha reservada para
Ata de aprovação da Banca Examinadora

Observação:

Mantenha esta página no seu arquivo, imprimindo-a.
Após, faça a substituição pela Ata de aprovação fornecida
pela Secretaria para manter a correta numeração do seu
trabalho.

Folha reservada para
Ficha catalográfica

Observação:

Mantenha esta página no seu arquivo, imprimindo-a.

Após, faça a substituição pela Ficha Catalográfica
fornecida pela Secretaria para manter a correta numeração
do seu trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Ramiro Rocha Barcellos.

Nascido em 06 de fevereiro de 1989 em Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul. Graduado em Odontologia pela Universidade de Passo Fundo, em 2013, trabalho de conclusão de curso titulado em: Resistência à fratura de raízes restauradas com prótese unitária em função da espessura dentinária e do retentor intrarradicular. Especialista em Implantodontia pela Avantis, em 2017, monografia titulada em: Estudo descritivo histológico das membranas de PRF propostas por Joseph Choukroun com protocolo utilizando centrífuga sorológica convencional. Mestre em clínica odontológica pela Universidade de Passo Fundo, em 2021, dissertação titulada em: Avaliação da resistência à fratura de dentes restaurados com novas alternativas de retentores intrarradiculares. Atualmente é Cirurgião-dentista e responsável técnico do consultório odontológico do SESC unidade de Passo Fundo, está cursando a especialização em Ortodontia no Instituto

Rhoden de Passo Fundo, também é responsável técnico das áreas de prótese, implantodontia e ortodontia na Clínica Odontológica Excelência Oral, e professor adjunto do curso de graduação em Odontologia da Faculdade Anhanguera de Passo Fundo.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Débora, companheira de todas as horas, exemplo de pessoa e profissional, pelo incondicional apoio, compreensão e carinho.

À minha filha, Alana, por ser a razão dos meus esforços e é quem me dá energia para buscar ser melhor profissional, melhor pessoa e a cada dia ser um pai melhor.

Aos meus pais, Adriana e Mário, pelo exemplo de dignidade e perseverança, pelo apoio incondicional em todos os momentos de minha vida, dando o suporte necessário para meu crescimento.

A família da minha esposa, que sempre me incentivaram em meus estudos, e me acolheram como um filho.

A toda minha família.

Ao meu orientador, Professor Doutor Pedro Henrique Corazza, pelos ensinamentos, pelo exemplo de pessoa e profissional. Por assumir esse trabalho comigo, em andamento, pela paciência, por todas as orientações e

principalmente pela compreensão ao longo da execução do mesmo.

À minha co-orientadora, Professora Doutora Ana Paula Farina, por ter iniciado esse trabalho, por confiar na minha capacidade, pela amizade, pelos ensinamentos.

Aos professores do doutorado pelo ensinamento e incentivo.

Aos colegas de mestrado, pelos momentos e por dividirem comigo esta etapa tão importante.

À Universidade de Passo Fundo, que esteve presente em mais uma etapa de minha formação e por me oportunizar uma pós-graduação de excelência.

À Capes, por me proporcionar bolsa de estudos para minha formação.

Aos funcionários da Universidade de Passo Fundo, que colaboraram na execução da pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	14
LISTA DE ABREVIATURAS	16
RESUMO	18
ABSTRACT	20
1 INTRODUÇÃO	22
2 REVISÃO DE LITERATURA	25
3 PROPOSIÇÃO.....	40
4 MATERIAIS E MÉTODOS	42
5. RESULTADOS.....	57
6. DISCUSSÃO	61
7 CONCLUSÕES	68
REFERÊNCIAS.....	69
ARTIGO I.....	78
APÊNDICES	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Divisão dos grupos experimentais.....	46
Tabela 2. Média \pm desvio padrão (DP) e grupamento estatístico dos valores de resistência mecânica dos grupos do estudo, comparados ao controle (dentes hígidos).	57
Tabela 3. Média \pm desvio padrão, referente à distribuição dos retentores nos canais Distal (D) e Vestíbulo-Mesial (VM).....	58
Tabela 4. Distribuição de modos de falha em grupos experimentais (n = 10).....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Scaneamento da matriz em scanner de bancada, para posterior fresagem do retentor.....	49
Figura 2: Esquema demonstrando as dimensões controladas para a confecção da férula (Vista distal – canal distal).....	51
Figura 3: Coroa metálica com uma concavidade central, cimentada sobre o núcleo de preenchimento.	52
Figura 4: Amostras acomodadas na cicladora pneumática.	53
Figura 5: Teste de resistência à fratura	54
Figura 6: Exemplos dos padrões de fraturas reparáveis	56

LISTA DE ABREVIATURAS

%	Porcentagem
°	Grau
°C	Graus Celsius
3D	Tridimensional
Cm	Centímetros
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
GPa	Gigapascal
H	Hora
Hz	Hertz
M	Metro
Min	Minuto
mm	Milímetro
mN	Mili Newton
MPa	Megapascal
N	Newton

PFA Pino de fibra de vidro Splendor – SAP
PFU Pino de fibra de vidro usinado em CAD/CAM
PMR Pino modelado com resina composta
s Segundos
SAP Single Adjustable Post

RESUMO¹

Objetivo: Avaliar a resistência à fratura e o padrão de fratura de molares inferiores restaurados com diferentes tipos de retentores intrarradiculares. Métodos: Foram selecionados 70 primeiros molares inferiores humanos (N=70). O grupo controle envolveu dentes hígidos (n=10). Os demais dentes foram aleatoriamente divididos em 6 grupos, categorizados de acordo com o retentor e o número de canais envolvidos na restauração. Quanto aos retentores: Pino de fibra de vidro modelado com resina composta (PMR), Pino de fibra de vidro ajustável Splendor (PFA) e Pino de fibra de vidro usinado (PFU). Quanto aos canais: apenas o canal distal ou canal distal e vestibulo-mesial. As amostras foram incluídas em resina acrílica, receberam coroas metálicas e foram submetidas à ciclagem mecânica (106 ciclos, 2Hz, 100N). Após, foram submetidas ao teste de resistência à fratura. As amostras foram classificadas quanto ao modo de fratura em reparáveis ou irreparáveis.

¹ Identificação do autor

Os dados de resistência à fratura foram analisados com Anova, Dunnett e Tukey ($\alpha=0,05$). Resultados: O grupo controle apresentou resistência mecânica superior quando comparado à utilização de retentores, independente do tipo. Quando utilizado retentor apenas no canal distal, a resistência mecânica foi semelhante para todos os retentores. Quando incluindo os canais distais e vestibulo-mesial, o grupo PMR obteve resistência mecânica superior ao conjunto restaurado com PFA. O envolvimento de dois canais melhorou a resistência mecânica para os grupos PMR e PFU. Prevalência de falhas reparáveis foi observada em todos os grupos. Conclusão: Pino de fibra reembasado com resina, pino usinado em CAD CAM e pino ajustável desempenham resistência mecânica semelhante quando cimentados apenas no canal distal. Quando a reabilitação envolve os canais distal e vestibulo-masial, os pinos de fibra de vidro reembasados apresentam comportamento superior aos pinos ajustáveis. O envolvimento de mais de um conduto aumenta a resistência a fratura do conjunto.

Palavras-chave: Resistência à fratura, Pino de fibra de vidro, CAD/CAM, Splendor Universal, Fiber Cad Post

ABSTRACT²

Objective: To evaluate the fracture resistance and fracture pattern of lower molars restored with different types of intraradicular retainers. Methods: 70 human lower first molars (N=70) were selected. The control group involved healthy teeth (n=10). The remaining teeth were randomly divided into 6 groups, categorized according to the retainer and the number of canals involved in the restoration. Regarding retainers: Composite Resin Modeled Fiberglass Post (PMR), Splendor Adjustable Fiberglass Post (PFA) and Machined Fiberglass Post (PFU). Regarding the canals: only the distal canal or distal and vestibulo-mesial canal. The samples were embedded in acrylic resin, received metal crowns, and were subjected to mechanical cycling (106 cycles, 2Hz, 100N). Afterward, they were subjected to the fracture resistance test. The samples were classified according to the mode of fracture as repairable or irreparable. Fracture resistance data were

² Title (título em inglês)

analyzed with ANOVA, Dunnett, and Tukey ($\alpha=0.05$). Results: The control group presented superior mechanical resistance when compared to the use of retainers, regardless of the type. When a retainer was used only in the distal canal, the mechanical resistance was similar for all retainers. When including the distal and vestibulo-mesial canals, the PMR group obtained superior mechanical resistance to the set restored with PFA. The involvement of two channels improved mechanical strength for the PMR and PFU groups. The prevalence of repairable failures was observed in all groups. Conclusion: Fiber Post relined with resin, CAD CAM machined Post, and adjustable Post perform similar mechanical strength when cemented only in the distal canal. When rehabilitation involves the distal and vestibulomasial canals, relined fiberglass pins perform better than adjustable pins. The involvement of more than one conduit increases the fracture resistance of the assembly.

Keywords: Fracture resistance, Glass fiber post, CAD/CAM, Splendor Universal, Fiber Cad Post

1 INTRODUÇÃO

Dentes tratados endodonticamente apresentam perda de estrutura causadas por cárie, fratura ou acesso endodôntico, reduzindo assim, a quantidade de estrutura coronária remanescente. Muitas vezes, esses dentes também apresentam finas paredes de dentina radicular, tornando o procedimento restaurador um desafio (TAKEUCHI *et al.*, 2015). A utilização de retentores radiculares para suportar futuras restaurações vem sendo aperfeiçoada para encontrar um retentor mais estável, resistente e com as propriedades mecânicas próximas da dentina radicular (GALHANO *et al.*, 2005; ZHANG *et al.*, 2019). Os núcleos metálicos fundidos vêm sendo utilizados ao longo do tempo. Eles geram alta resistência à fratura radicular, por terem módulo de elasticidade muito superior ao da dentina; por este motivo, a maioria dos padrões de falha são irreparáveis (REZAEI DASTJERDI *et al.*, 2015). Além disso, os resultados de resistência dependem da liga metálica utilizada e da técnica de confecção empregada (BILGIN *et al.*, 2016).

Os pinos de fibra de vidro tem apresentado resultados de resistência mecânica e adesiva que justificam seu uso clínico, mas ainda apresentam algumas limitações (BARCELLOS *et al.*, 2013; PANITIWAT *et al.*, 2017). Em canais amplos, onde não existe adequada adaptação do pino, a linha de cimentação torna-se muito espessa, o que pode levar ao aumento da contração de polimerização e formação de gaps que predispõe a falha de união (FARINA *et al.*, 2016). Por isso, foi proposto o reembasamento do pino com resina composta, criando um retentor individualizado com melhor adaptação ao canal radicular e, conseqüentemente, reduzida linha de cimentação. Esses pinos individualizados apresentam melhor desempenho biomecânico e quando apresentam falhas, as mesmas são em sua grande maioria reversíveis, ou seja, passíveis de serem reparados (BARCELLOS *et al.*, 2013)

O que está sendo proposto na atualidade são novas alternativas através da tecnologia, os quais permitem a realização de restaurações com propriedades mecânicas ideais e individualizadas. Isso porque a técnica da individualização dos pinos de fibra de vidro é uma técnica complexa, devido aos diversos passos que exigem uma experiência do operador para a correta confecção.

Uma das novas alternativas para retentores são os pinos de fibra de vidro ajustáveis, que de certa forma facilita a técnica para o cirurgião-dentista e também individualiza o retentor. O pino neste caso, é de tamanho único, porém ele apresenta uma luva, que serve para dar uma adequada adaptação no conduto, principalmente no terço médio e cervical, onde na maioria das vezes o diâmetro é maior que o terço apical (FARINA *et al.*, 2016; GUIMARAES *et al.*, 2022).

Outra alternativa de retentor são os retentores fresados e personalizados por CAD-CAM, que fornecem uma opção eficaz e segura para restaurar dentes tratados endodonticamente, especialmente para dentes enfraquecidos ou canais radiculares alargados. Esses apresentam uma boa adaptação ao longo do canal radicular, levando a uma menor linha de cimentação, e resultando em uma boa resistência de união (CAMPOS *et al.*, 2024).

2 REVISÃO DE LITERATURA

Evolução dos retentores intra-radiculares

Segundo ZOGHEIB *et al.* (2008) a preservação e a restauração de dentes severamente debilitados sem suporte dentinário no terço cervical do canal radicular é um procedimento difícil e de prognóstico duvidoso. Raízes fragilizadas foram menos resistentes à fratura e apresentaram menos fraturas favoráveis a reabilitação do que as raízes íntegras.

CARLINI-JUNIOR *et al.* (2013) analisaram a resistência a fratura de raízes que foram restauradas com pinos metálicos, com ou sem qualquer estrutura coronal restante e com linhas de acabamento diferentes. Sessenta incisivos bovinos foram seccionados abaixo da junção amelocementária, tratados endodonticamente e divididos aleatoriamente em seis grupos (n = 10) contendo os dentes com ou sem qualquer estrutura coronal remanescente, e com um ombro design. Os pinos metálicos foram cimentados com cimento resinoso. Os núcleos foram feitos com resina composta e coroas metálicas foram cimentados

com cimento fosfato de zinco. Os espécimes foram submetidos a uma tangencial carga de compressão (135°) a uma velocidade de cruzeta de 0,5 mm / min até a falha, usando uma máquina universal de ensaios. Os dados de resistência à fratura foram analisados pela ANOVA e LSMMeans (método dos quadrados mínimos), testes ($\alpha = 0,05$). Pode concluir-se que, para aumentar a resistência à fratura, um ombro chanfrado e 2 mm de remanescente coronal de estrutura são as condições ideais.

BARCELLOS *et al.* (2013) verificaram a resistência à fratura e análise do padrão de falha de 3 tipos de retentores (núcleo metálico fundido, pino de fibra de vidro e pino de fibra de vidro modelado com resina composta), variando a espessura dentinária remanescente, utilizando como grupo controle do estudo dentes hígidos. No trabalho foi constatado que os pinos de fibra de vidro modelado apresentaram resistência à fratura semelhante ao grupo controle (dentes hígidos), tanto em raízes padrão quanto em raízes fragilizadas e todas as fraturas foram classificadas como reparáveis.

FARINA *et al.* (2015) investigaram a influência do comprimento dos pinos intrarradiculares e a quantidade do remanescente radicular sobre a resistência à fratura de raízes restauradas com pinos de fibra revestida com resina

composta. Noventa dentes caninos superiores foram divididos em nove grupos ($n = 10$). Os espaços para os pinos foram preparados resultando em diferentes comprimentos, como se segue: grupo 2/3, preparações com comprimentos de 10 mm; grupo 1/2, preparações com comprimentos de 7,5 mm; e grupo 1/3, as preparações com comprimentos de 5 mm. Cada grupo foi dividido em 3 subgrupos de acordo com a quantidade do restante de tecido dentário radicular (2, 1 mm ou 0,5 mm de espessura raiz). Os pinos de fibra de vidro revestidos com resina composta foram cimentados, e todos os dentes foram restaurados com coroas de metal. As amostras foram submetidas ao teste de resistência à fratura em uma máquina de ensaios universal, com um ângulo de 135° e velocidade de 0,5mm/min. Os modos de falha foram observados e os dados de resistência à fratura foram submetidos ao ANOVA e Tukey ($\alpha=0,05$). Não houve diferença estatisticamente significativa na resistência à fratura entre os diferentes comprimentos dos pinos ($P>0,05$). A espessura de dentina de 2 e 1 mm não diferiram estatisticamente na resistência à fratura ($P>0,05$), que foi superior a de 0,5 mm de espessura da dentina ($P<0,05$). A prevalência de insuficiência reparáveis foi observada em todos os grupos. Concluíram que o comprimento do pino

de fibra revestido com resina composta não influenciou a resistência de fratura, mas a espessura era um fator importante para a restauração de dentes endodonticamente tratados.

FARINA *et al.* (2016) verificaram a influência do tipo de cimento e a individualização dos retentores (reembasados com resina composta) na resistência de união. Quarenta raízes dos incisivos bovinos foram divididos em quatro grupos: grupo 1, cimentação fibra de vidro (FP) com RelyX Unicem; grupo 2, FP revestida com resina composta (FPC) cimentação com RelyX Unicem; grupo 3, cimentação FP com RelyX ARC; grupo 4, cimentação FPC com RelyX ARC. Em seguida, metade das amostras foram expostas a 250.000 ciclos num simulador de mascar controlada. Com a outra metade das amostras em cada grupo, o teste de extração foi realizada 24 horas após a FP (cimentação grupos imediatos). Todas as raízes foram seccionadas transversalmente, a produção de fatias de 1 mm de espessura, e o teste de resistência de adesão através do teste de push-out foi realizada. A análise estatística foi realizada utilizando ANOVA e o teste de Tukey. O FPC apresentou valores de resistência à adesão superior ao FP, e o cimento RelyX Unicem apresentou maior resistência de união que o RelyX ARC. Os autores

concluíram que o procedimento de reembasamento do retentor e o tipo de cimento são fatores importantes para a resistência de união.

RUSCHEL *et al.* (2018) avaliaram a resistência, o módulo de elasticidade, o modo de falha, a morfologia superficial e a rugosidade de dois retentores (fibras verticais e fibras horizontais ao longo eixo do retentor), fabricados em CAD/CAM a partir de um bloco de fibra de vidro, comparados com um retentor pré-fabricado em fibra de vidro. Uma imagem virtual foi obtida através do retentor pré-fabricado para a confecção dos demais retentores, assim mantendo as mesmas dimensões. Após a confecção de todos os corpos de prova os mesmos foram encaminhados para a microscopia confocal a laser para análise da rugosidade superficial e morfologia. Em seguida foram submetidos ao teste de flexão de 3 pontos para analisar a resistência à flexão e o módulo de elasticidade. Os dados foram submetidos à análise de uma via de variância seguida pelo teste de Student-Newman-Keuls. Após as fraturas as amostras foram analisadas por um microscópio eletrônico de varredura. Os autores verificaram que a rugosidade superficial dos pinos pré-fabricados foi maior que os grupos experimentais, e entre eles não apresentaram diferença. Os grupos não

apresentaram diferença estatística em relação às propriedades mecânicas, a força flexural foi mais elevada no pinos pré-fabricados. Concluíram que os retentores pré-fabricados apresentaram maior força flexural e módulo de elasticidade, assim também, como maior rugosidade superficial que os grupos experimentais.

CALDAS *et al.* (2018) procuraram elucidar a influência do deslocamento na distribuição de tensões e tensões máximas para restaurações intrarradiculares. Os autores analisaram por análise de elementos finitos 5 restaurações intrarradiculares (núcleo metálico fundido, pino de fibra de vidro, núcleos metálicos pré-fabricados, resina composta pela técnica endocrown, e peça única endocrown). Avaliaram também a influência da presença ou ausência da férula. Com base nos resultados encontrados os autores concluíram que a simulação dos pinos intrarradiculares perfeitamente unidos, não coincidem com os dados publicados de falha experimental e a simulação de falha de adesão completa tem uma melhor correlação com dados experimentais, o que parece ser mais recomendado para avaliar a união de pinos intrarradiculares em análise de elementos finitos.

A literatura nos mostra que pinos de fibra de vidro, quando comparados com núcleos metálicos fundido,

apresentam menor resistência à fratura, porém apresentam fraturas reparáveis, enquanto os núcleos metálico-fundidos apresentam, na sua maioria, fraturas irreparáveis (SOUNDAR *et al.*, 2014).

Existe uma limitação e dificuldade na utilização dos pinos de fibra de vidro em raízes enfraquecidas, e ou, com canais amplos, devido a padronização dos tamanhos dos pinos, e muitas vezes não existe um pino de dimensões adequadas, que tenha uma justa adaptação ao conduto, principalmente no terço cervical, aumentando assim, o risco de falha (GRANDINI *et al.*, 2005; DIMITROULI *et al.*, 2012).

A técnica que foi proposta para aumentar a resistência, é a anatomização deste retentor com resina composta, individualizando e o tornando anatomicamente modelado ao conduto radicular (GRANDINI *et al.*, 2003). Com uma melhor adaptação ao conduto, aumenta a resistência do conjunto, pois a região mais frágil na cimentação do pino é a interface entre o pino e a dentina radicular, e este tipo de retentor diminui a linha de cimento devido a sua anatomização ao conduto (FARIA-E-SILVA *et al.*, 2009). O comprimento do pino de fibra de vidro não influencia na resistência à fratura de raízes restauradas protéticamente, sendo que metade do comprimento

radicular já é suficiente para promover adequada resistência à fratura, quando pinos de fibra de vidro modelados são utilizados (CECCHIN *et al.*, 2010; FARINA *et al.*, 2015).

Os pinos de fibra de vidro se mostraram com o módulo de elasticidade semelhante ao da dentina radicular, assim levando a fraturas na maioria das vezes, reparáveis (SARY *et al.*, 2019). Esses retentores além de possuírem módulo de elasticidade semelhante a dentina radicular, estes são resistentes a corrosão, tem boa resistência a tração, são retentivos devido à justaposição no canal radicular e apresentam na sua maioria um padrão de falha reparável (DALLARI *et al.*, 2006; SALAMEH *et al.*, 2006).

Retentores de fibra de vidro obtidos por CAD/CAM

Denominados comercialmente como FIBER CAD – Post e Core (Angelus, Londrina, PR, Brasil), são blocos de composição de 80% de fibra de vidro e 20% de resina epóxi, e são utilizados para confecção de núcleos anatômicos e estéticos através do sistema CAD/CAM. Esse tipo de pino apresenta uma confecção e ajuste mais rápido e fácil que uma fundição, reduz o tempo de consultório,

aumenta a resistência mecânica e a fácil cimentação devido a ideal adaptação no conduto. Essa personalização melhora a adaptação do pino no interior do canal radicular, aumentando a retentividade do mesmo, com uma retenção semelhante aos núcleos metálicos e significativamente superior que os pinos pré-fabricados (TSINTSADZE *et al.*, 2017). Em uma análise de adesão por push-out, os resultados foram significativamente maiores que neste retentor, quando comparado com retentores pré-fabricados (EID *et al.*, 2019). Por se tratar de um retentor estético, facilita a confecção de coroas livre de metal e laminados cerâmicos, sua resistência à flexão é próximo de 1.000 MPa, e o módulo de elasticidade semelhante ao da dentina. Com isso, é reduzido o risco de fratura da raiz (ANGELUS, 2021). De acordo com DA COSTA *et al.* (2017), o PFU não afetam a resistência à fratura de canais radiculares alargados ou causam falhas irreparáveis, quando usados coroas de zircônia como opção de reconstrução.

PANG *et al.* (2019) investigaram as propriedades de resistência à fratura de incisivos superiores com canais alargados restauradas com pinos de fibra de vidro obtidos em CAD/CAM. Foram selecionados trinta canais radiculares restaurados com pino de fibra e núcleo CAD/CAM (Grupo A), pinos de fibra pré-fabricados

(Grupo B), e pinos fundidos em liga de ouro (Grupo C). Depois de submetida à carga de fadiga (300.000 ciclos), cada amostra foi submetida a uma carga estática até ocorrer a fratura. Análise de variância (ANOVA) foi usada para determinar as diferenças estatísticas. As resistências à fratura média dos grupos A e C foram significativamente maiores do que as do Grupo B, ao passo que não foram observadas diferenças entre os Grupos A e C. Além disso, os modos de fratura reparáveis foram observados na maior parte do Grupo A, ao passo que fraturas irreparáveis e catastróficas foram encontrados principalmente em grupos B e C. Estes resultados demonstram que, em comparação com os tratamentos tradicionais, pinos de fibra de CAD/CAM aumentam significativamente a resistência à fratura de canais radiculares.

ZHANG; HAN; LIU e DENG (2019) compararam a resistência de união de pinos em monobloco (CAD/CAM), pinos de fibra de vidro pré-fabricados e pinos de fibra plástica, avaliando também os efeitos dos ciclos térmicos na força de união. Foram utilizados dentes humanos extraídos (n = 90). Os mesmos foram tratados endodonticamente e divididos aleatoriamente em três grupos (n = 30 cada). Os dentes foram restaurados com os três tipos de retentores já citados. Após a cimentação, as

amostras foram armazenadas em água destilada a 37 ° C por 7 dias. As amostras foram submetidas à ciclagem térmica (6.000 vezes, 5 a 55 ° C) antes do teste de resistência de união por push-out. Verificou-se que os tipos de pinos e as regiões do canal radicular afetam significativamente a resistência da união no teste de push-out . Em comparação com os outros dois grupos, os pinos de CAD/CAM apresentaram a maior força de união cervical, média e apical. A ciclagem não tem efeito significativo sobre a resistência de união por push-out dos três tipos de pinos. Os autores concluíram que as peças de corpo único, fabricadas em CAD/CAM tem melhor resistência de união que os demais retentores testados.

Pino de fibra de vidro ajustável

Denominados comercialmente como SPLENDOR – SAP (Single Adjustable Post) (Angelus, Londrina, PR, Brasil), sua composição é de 80% de fibra de vidro e 20% de resina epóxi, apresenta uma menor quantidade de modelos e brocas para obter uma melhor adaptação na região cervical, área que apresenta uma maior amplitude do conduto. Isso ocorre porque o produto apresenta apenas uma broca para preparo do conduto, um pino de diâmetro único e uma luva que se adapta a todos os diâmetros dos

condutos. Outras características do sistema é a possibilidade de preparos conservadores, proporciona um maior embricamento mecânico, a sua composição em fibra de vidro proporciona um módulo de elasticidade próximo ao da dentina radicular (ANGELUS, 2021).

GUIMARAES *et al.* (2022) avaliaram a resistência de união dentina-pino e o modo de falha, por meio de testes de resistência à tração de pinos de fibra fresados personalizados em CAD/CAM e pinos SPLENDOR SAP. Para a realização do estudo, foram utilizados 30 pré-molares uniradiculares extraídos, que foram seccionados 2 mm coronalmente à junção cimento-esmalte. O comprimento da raiz foi padronizado em 15 mm, e foi realizada a endodontia dos condutos. Após, os condutos foram desobturados à 10mm, e posteriormente foram alocados em 2 grupos (n = 15): CAD/CAM e SPLENDOR SAP. Todos os pinos foram cimentados com cimento resinoso autoadesivo dual-cure RelyX U200. As raízes foram incluídas em resina acrílica, e os espécimes foram armazenados por 7 dias em calor úmido (37°C). O teste de resistência à tração até a falha foi então realizado em uma máquina de teste universal usando uma velocidade de 0,5 mm/minuto. A carga de falha final foi tabulada para análise estatística, e o teste G foi usado para comparar os modos

de falha observados sob microscopia de luz (ampliação de 5×). Ao realizar a análise estatística, os autores constataram que não houve diferença significativa entre os grupos quanto à resistência à tração da união à dentina radicular ($p = 0,325$). Por outro lado, o modo de falha diferiu significativamente entre os grupos ($p = 0,037$). Os autores concluíram que a resistência à tração observada para os sistemas de pinos CAD/CAM e Splendor SAP foi semelhante. A falha adesiva foi predominante em ambos os grupos; no entanto, os pinos de fibra fresados personalizados CAD/CAM falharam predominantemente na interface cimento / dentina, enquanto os pinos Splendor SAP falharam principalmente na interface cimento / pino.

PINTO *et al.* (2024) avaliaram a resistência de e o modo de falha de pinos ajustáveis simples (SPLENDOR SAP), pinos anatômicos (AP) e pinos de design/fabricação auxiliados por computador (CAD-CAM), cimentados em canal radicular alargado. Trinta pré-molares de raiz única receberam tratamento endodôntico com guta-percha e um cimento endodôntico à base de hidróxido de cálcio. Após 24 horas, os espaços do canal foram alargados com brocas. Os espécimes dentais foram divididos igualmente em três grupos ($n=10$), de acordo com o sistema de pinos de fibra de vidro (GFP): AP-GFP pré-fabricado (Reforpost #2,

Angelus) revestido com resina composta (Filtek Z350 XT, 3M ESPE); SPLENDOR SAP-GFP usado com uma luva de fibra de vidro para ajustar a adaptação (Splendor SAP, Angelus); e GFP CAD-CAM (Fiber CAD Lab, Angelus), fresado usando uma técnica subtrativa. Os três sistemas GFP foram cimentados com cimento resinoso autoadesivo (Rely X U200, 3M ESPE). As raízes foram fixadas a uma placa de resina acrílica usada para seccioná-las em espécimes de terços cervical, médio e apical. Em seguida, as fatias foram fixadas a uma máquina de teste universal para realizar o teste push-out a uma velocidade de 0,5 mm/min e uma carga de 50 Kgf. Os espécimes pós-teste foram examinados sob um microscópio para avaliar o modo de falha. A variável de resistência de união foi analisada usando um modelo linear generalizado, seguindo um delineamento de parcelas subdivididas. A análise do modo de falha foi realizada usando o teste exato de Fisher. Não houve diferença significativa entre os sistemas GFP ou entre os terços, em termos de resistência de união ($p > 0,05$), nem houve associação significativa entre os sistemas e o modo de falha ($p > 0,05$). A maioria dos espécimes apresentou falha mista ou adesiva entre cimento resinoso e dentina. Os autores concluíram que a resistência

de união à dentina radicular alargada não foi influenciada pelo sistema GFP ou pelo terço radicular.

3 PROPOSIÇÃO

Objetivos gerais

Avaliar a resistência à fratura e o padrão de fratura de molares inferiores restaurados com diferentes tipos de retentores intrarradiculares.

Objetivos específicos

Comparar a resistência a fratura de dentes hígidos com dentes restaurados com diferentes tipos de pinos de fibra de vidro, testando a hipótese de que dentes hígidos possuem maior resistência à fratura do que dentes com pino.

Avaliar a influência do tipo de retentor (pino de fibra de vidro modelado com resina composta, pino de fibra de vidro ajustável, e pino de fibra de vidro usinado) na resistência a fratura e modo de falha das raízes de molares. A hipótese nula testada é de que não há diferença na resistência à fratura e modo de falha das raízes de molares, independentemente do tipo de pino utilizado.

Avaliar a influência do número de canais envolvidos na cimentação dos retentores (apenas o canal distal ou canal distal e vestibulo-mesial) na resistência a fratura e modo de falha das raízes de molares. A hipótese testada é de que dentes que recebem pinos em duas raízes possuem maior resistência mecânica que dentes que recebem pino em apenas uma raiz.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Delineamento experimental

Primeiros molares inferiores humanos (N=70), foram utilizados para o estudo. O grupo controle envolveu dentes hígidos (n=10). Os demais grupos foram categorizados de acordo com o tipo de pino e o número de canais envolvidos na restauração. Para a reconstrução coronária utilizou-se 3 tipos de retentores intrarradiculares: pino de fibra de vidro modelado com resina composta (PMR), pino de fibra de vidro ajustável Splendor - SAP (PFA) (Angelus, Londrina, PR, Brasil), e pino de fibra de vidro usinado (PFU). 30 dentes foram reconstruídos com auxílio de retentores apenas no canal distal, e 30 dentes com retentores no canal distal e no canal vestíbulo-mesial. Previamente ao início dos testes e seleção da amostra, o trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sob o número 6.731.178

4.2. Seleção e preparo dos dentes

Os 70 primeiros molares inferiores humanos (N=70), com a porção radicular intacta, foram extraídos, limpos com curetas periodontais e armazenados em água destilada. Os dentes selecionados tinham uma largura intercuspídea com desvio máximo de 10% da média determinada. A largura intercuspídea variou entre 4,81 mm e 5,98 mm. Após a armazenagem, os dentes selecionados foram limpos com uma taça de borracha e pasta de água com pedra pomes fina. As raízes foram incluídas em uma resina acrílica autopolimerizável (Artigos Odontológicos Clássico, Campo Limpo Paulista, SP, Brasil) até 2 mm abaixo da junção cimento-esmalte.

Os dentes foram divididos aleatoriamente em 7 grupos (n = 10). Um dos grupos, que foi o controle, foi formado por dentes hígidos. Os demais dentes foram distribuídos de acordo com a técnica de reabilitação a ser utilizada. Após a cimentação dos pinos, todos os grupos experimentais tiveram suas porções coronais reconstruídas diretamente com resina composta, constituindo um núcleo de preenchimento; logo após, foi cimentada uma coroa total metálica.

4.2.1. Preparo do conduto

Os dentes tiveram sua porção coronal cortada 2 mm acima do limite cemento-esmalte, com o auxílio de um disco de precisão (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), simulando severa perda dentária coronal. O acesso endodôntico foi realizado com brocas esféricas diamantadas (nº 1016; KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) e brocas com pontas inativas (Endo-Z; Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) em alta rotação com irrigação abundante. Os canais radiculares foram localizados e inicialmente explorados com uma lima K nº 10 (Dentsply Maillefer). O comprimento de trabalho foi determinado subtraindo 3 mm do comprimento medido quando a ponta da lima surgiu no forame apical. O preparo do conduto foi realizado com broca gates-glidden (Dentsplay-Maillefer, Bellaiguess, Suíça) de calibre 2 e 3.

A padronização das paredes dentinárias foi confeccionada por meio de desgastes com brocas específicas do sistema, correspondente ao pino cônico de fibra de vidro (Exacto # 1, Angelus, Londrina, PR, Brasil) modelando adequadamente a raiz para receber os pinos. Em 30 dentes este preparo foi realizado apenas no canal distal, e em 30 dentes o preparo foi realizado no canal distal e no canal vestibulo-mesial.

4.3. Divisão dos grupos experimentais

Os 7 grupos do estudo foram os seguintes (Tabela 1):

- Grupo 1: primeiros molares inferiores hígidos (Controle);
- Grupo 2: raízes restauradas com pino modelado com resina composta (PMR), cimentado no canal distal;
- Grupo 3: raízes restauradas com pinos modelados com resina composta (PMR), cimentados nos canais distal e vestibulo-mesial;
- Grupo 4: raízes restauradas com pino ajustável Splendor – Sap (PFA), cimentado no canal distal;
- Grupo 5: raízes restauradas com pino ajustável Splendor – SAP (PFA), cimentados nos canais distal e vestibulo-mesial;
- Grupo 6: raízes restauradas com pino de fibra de vidro usinado (PFU), cimentado no canal distal;
- Grupo 7: raízes restauradas com pino de fibra de vidro usinado (PFU), cimentados nos canais distal e vestibulo-mesial

Tabela 1. Divisão dos grupos experimentais

GRUPO	DESCRIÇÃO	CANAL	n
1	Controle – Dente hígido	-	10
2	Pino modelado com resina composta	Distal	10
3	Pino modelado com resina composta	Distal e Vestíbulo-mesial	10
4	Pino ajustável	Distal	10
5	Pino ajustável	Distal e Vestíbulo-mesial	10
6	Pino de fibra de vidro usinado	Distal	10
7	Pino de fibra de vidro usinado	Distal e Vestíbulo-mesial	10

4.4. Preparo dos retentores

Nos grupos 2 e 3, primeiramente, foi realizada a limpeza superficial do pino de fibra de vidro Reforpost (Angelus, Londrina, PR, Brasil) com ácido fosfórico por 30 segundos (CECCHIN *et al.*, 2012) e após lavagem com

água por 1 minuto. Foi aplicado o silano (Angelus, Londrina, PR, Brasil), seguido de uma aplicação de adesivo do sistema adesivo Adpiter Scotchbond Multipurpose (3M ESPE, St Paul, MN, EUA) e fotoativado por 40 segundos cada face, aplicando em duas faces opostas. Em seguida o gel de natrosol (Natupharma, Passo Fundo, RS, Brasil) foi aplicado no canal radicular, a fim de lubrificá-lo. O pino foi envolvido com resina composta Filtek Z350 (3M ESPE, St Paul, MN, EUA) e o conjunto levado ao interior do canal. Este conjunto retirado e recolocado duas vezes, e fotoativado em posição no interior do canal por 3 segundos. Realizando uma marcação na região vestibular do pino e do dente para posterior identificação e ser cimentado no local correto. Logo após, o pino reembasado foi removido do interior do canal radicular e realizada a polimerização final por 40s sobre a face vestibular e 40s sobre a face palatina. Com o pino pronto, realizou-se a irrigação do canal com 20ml de soro fisiológico para remover o isolante. Logo após, o canal foi secado com pontas de papel absorvente, em seguida realizado a cimentação do PMR conforme descrito posteriormente. Lembrando que no grupo 2 esse processo realizou-se no canal distal, e nas amostras do grupo 3, a técnica foi executada nos canais distal e vestibulo-mesial.

Nos grupos 4 e 5, primeiramente, foi realizada a limpeza superficial do pino de fibra Splendor - SAP (Angelus, Londrina, PR, Brasil) com ácido fosfórico por 30 segundos (CECCHIN *et al.*, 2012) e após lavagem com água por 1 minuto. Foi aplicado o silano (Angelus, Londrina, PR, Brasil), seguido de uma aplicação de adesivo do sistema adesivo Adpter Scotchbond Multipurpose (3M ESPE, St Paul, MN, EUA) e fotoativado por 40 segundos cada face, aplicando em duas faces opostas. Em seguida, realizado a cimentação do PFA, conforme descrito posteriormente.

Nos grupos 6 e 7, foi confeccionada uma modelagem direta do conduto com resina acrílica de baixa contração (GC, Alsip, Illinois, USA) e pinos pré-fabricados de acrílico tipo Pinjet (Angelus, Londrina, PR, Brasil). Após a modelagem do conduto, foi confeccionado o núcleo de preenchimento em resina acrílica de baixa contração (GC, Alsip, Illinois, USA), acima do terço cervical deste retentor. A padronização se deu mantendo todos os núcleos com a mesma altura (3 mm). Sua espessura variou de acordo com a anatomia de cada raiz, de forma que o espaço para a confecção da coroa fosse sempre de 1mm, não permitindo a espessura da coroa superior. A seguir, o escaneamento da matriz com scanner de bancada foi

efetuado, e realizado o desenho do pino em software (CAD/CAM) para posterior usinagem do pino Fiber Cad – Post e Core (ANGELUS, 2021) (Figura 1).

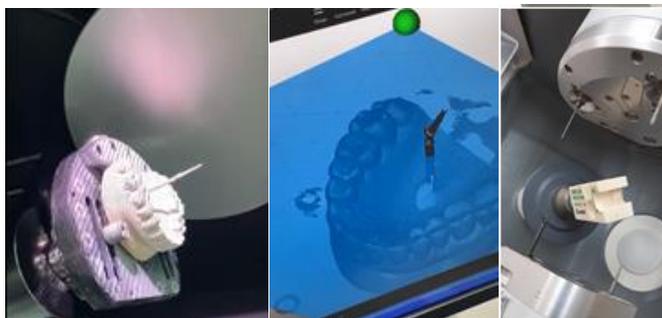


Figura 1: Scaneamento da matriz em scanner de bancada, para posterior fresagem do retentor.

4.5. Cimentação dos retentores radiculares

Primeiramente, foi realizada a limpeza dos condutos com 5 ml de soro fisiológico e, após, secagem com cones de papel absorvente. O cimento resinoso dual RelyX U200 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi dispensado sobre um bloco de papel impermeável e manipulado por 10 segundos. Com o auxílio de seringas do sistema Centrix e agulha Acudosse (DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) o cimento foi introduzido no interior do canal radicular. Sobre a superfície dos retentores, foi aplicada uma fina

camada do cimento. Posicionou-se os pinos no interior dos canais radiculares, estabilizando manualmente por 20s e realizando a fotopolimerização por 5s. Então, removeu-se os excessos de cimento, e, logo após, foi realizada a fotoativação por 40s em cada face (vestibular, lingual, mesial e distal). Esta técnica e material foi utilizada para todos os grupos (retentores PMR, PFA e PFU).

4.6. Confeção das coroas

Para restaurar a parte coronal, a técnica incremental foi utilizada, usando resina composta Z250 (3M ESPE, St Paul, MN, EUA) em torno dos pinos para fazer o preenchimento dos núcleos. Para padronizar, a altura dos preparos foi de 5mm acima da junção cimento/esmalte.

Todos os espécimes receberam acabamento com uma broca de diamante nº 3216FF (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) em alta velocidade com spray de água, utilizando uma peça manual de alta rotação (Kavo do Brasil, Joenvile, SC, Brasil). Neste momento, também foi confeccionado o efeito de férula, controlada por régua milimetradas, mantendo uma férula de 2mm (Figura 2).

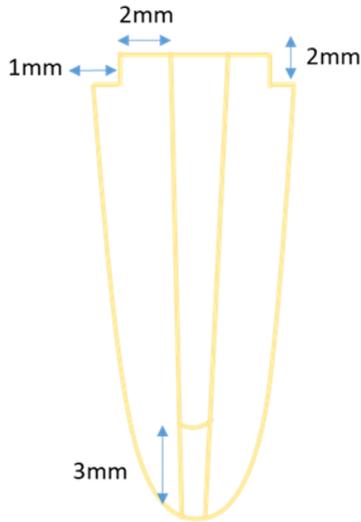


Figura 2: Esquema demonstrando as dimensões controladas para a confecção da férula (Vista distal – canal distal)

Após, foi realizada a matriz para confecção das coroas metálicas, para ocupar o 1 mm restantes da porção coronal. Essa matriz foi feita em resina acrílica tipo Duralay (Reliance, São Paulo, SP, Brasil). Uma concavidade central foi realizada na face oclusal dos padrões, para estabilizar a ponta de metal durante a carga cíclica e posterior resistência a fratura. As coroas foram fabricadas através da técnica da cera perdida, as mesmas em níquel-cromo (VIPI, Pirassununga, SP, Brasil)

Após a fundição das coroas, as mesmas receberam uma aplicação de silano em seu interior, e foram cimentadas sobre o núcleo de preenchimento, utilizando cimento resinoso autoadesivo (RelyX U200; 3M-ESPE) (Figura 3).



Figura 3: Coroa metálica com uma concavidade central, cimentada sobre o núcleo de preenchimento.

4.7. Envelhecimento das amostras - carga cíclica

Para a realização do envelhecimento, todos os espécimes foram expostos a 1.000.000 de ciclos mecânicos em uma máquina de ciclagem pneumática (Biopid, Biocycle, São Carlos, São Paulo, Brasil) (Figura 4). A padronização foi realizada com uma frequência de 2Hz,

força de 100N, imersos em água destilada a temperatura de 37°C (PEREIRA *et al.*, 2014; FACENDA *et al.*, 2019; PINTO *et al.*, 2019; FRANKENBERGER *et al.*, 2021).



Figura 4: Amostras acomodadas na cicladora pneumática.

4.8. Resistência à fratura

Após a ciclagem, os espécimes foram carregados até a fratura, em um teste de carga compressiva axial. A força necessária (N) para causar a fratura foi registrada por uma célula de carga de 5.000 N, conectada ao software (TESC; EMIC) a uma força de 0,5mm/min (FRANKENBERGER *et al.*, 2021). A máquina detectava qualquer queda

repentina de carga na célula de carga durante os testes de compressão, o que normalmente é gerado pela fratura (Figura 5).

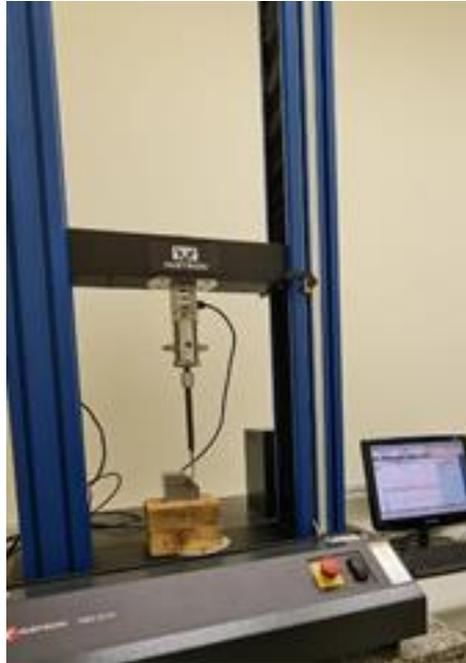


Figura 5: Teste de resistência à fratura

4.9. Análise estatística

Os dados de resistência à fratura foram tabulados. A comparação dos grupos experimentais com o grupo controle foi efetuada com os testes Anova 1-fator e Dunnett

($\alpha=0,05$). Após, foi realizada a comparação do tipo de pino com Anova 1-fator e teste de Tukey ($\alpha=0,05$), e o envolvimento das raízes com teste t ($\alpha=0,05$). O software estatístico utilizado foi o Minitab®.

Os espécimes fraturados foram removidos da resina acrílica (quando era necessário para a detecção da fratura ou trinca, em casos de fraturas horizontais não foi necessário a total desinclusão) e observados sob uma lupa estereoscópica com 20 vezes de ampliação para análise do padrão de fratura. As fraturas então foram classificadas em dois tipos, de acordo com a localização: reparável (fratura horizontal ocorrida acima do padrão ósseo simulado); e em irreparável (fratura horizontal ou vertical ocorrida abaixo do padrão ósseo simulado) (BARCELLOS *et al.*, 2013) (Figura 6)



Figura 6: Exemplos dos padrões de fraturas reparáveis

Os dados foram tabulados e analisados pelo teste de Qui-Quadrado, utilizando o mesmo software que foi utilizado no teste de resistência à fratura.

5. RESULTADOS

As médias de resistência mecânica à compressão (em Newtons) e seus respectivos desvios-padrão estão dispostos na Tabela 2. A tabela também traz uma comparação dos grupos restaurados com pinos com o grupo controle. O grupo controle (dentes hígidos) possui resistência mecânica superior, quando comparado à utilização de retentores, independentemente do tipo de retentor utilizado.

Tabela 2. Média \pm desvio padrão (DP) e agrupamento estatístico dos valores de resistência mecânica dos grupos do estudo, comparados ao controle (dentes hígidos).

Grupo	N	Média \pm DP	Agrupamento
Controle (controle)	10	850,7 \pm 75,5	A
PMR canais D e VM	10	696,9 \pm 76,2	
PFU Canal VM	10	655,6 \pm 66,1	
PMR canal D	10	610,0 \pm 67,5	
PFA canal D e VM	10	583,0 \pm 58,7	
PFU canal D	10	574,5 \pm 72,5	

PFA canal D	10	546,3 ± 90,6
-------------	----	--------------

As médias não rotuladas com a letra A são significativamente diferentes da média do nível de controle. (Dunnett, $\alpha=0,05$)

A comparação do tipo de pino e o envolvimento das raízes estão descritos na tabela 3 e no gráfico 1.

Tabela 3. Média ± desvio padrão, referente à distribuição dos retentores nos canais Distal (D) e Vestíbulo-Mesial (VM)

Tipo de Pino	Canais		
	D	D e VM	Valor de p (teste t)
PMR	610,0 ± 76,2 Ab	696,9 ± 66,1 Aa	0,014
PFU	574,5 ± 72,5 Ab	655,6 ± 90,6 ABa	0,041
PFA	546,3 ± 67,5 Aa	583,0 ± 58,7 Ba	0,211

**Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam ausência de diferença estatística (ANOVA 1-fator + Tukey, $\alpha=0,05$);*

**Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam ausência de diferença estatística (teste t, $\alpha=0,05$);*

Quando utilizado retentor apenas no canal distal, a resistência mecânica gerada no conjunto foi semelhante.

Quando incluindo os canais distais e vestibulo mesial, o grupo PMR obteve resistência mecânica superior ao conjunto restaurado com PFA. O grupo formado por pinos usinados teve resistência intermediária, não diferindo dos demais dois grupos.

Quando a reabilitação envolveu dois canais, a resistência mecânica do conjunto foi superior para os grupos PMR e PFU. Para o grupo PFA, o envolvimento de mais um canal não aumentou a resistência mecânica.

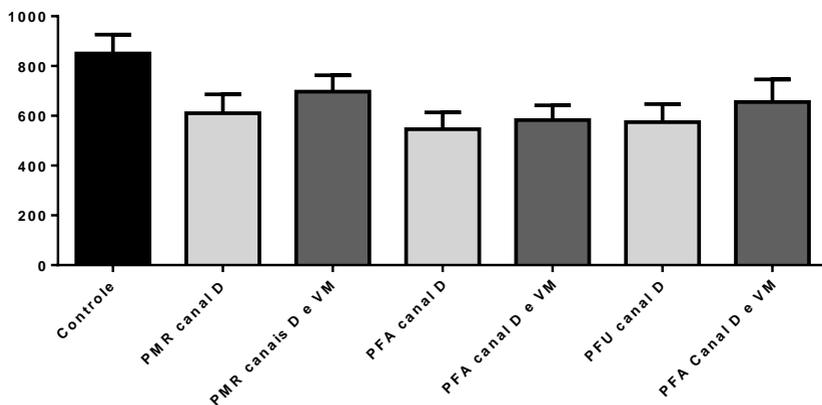


Figura 8. Média e desvio padrão de cada um dos grupos do estudo.

A tabela 4 mostra a análise dos padrões de falhas, que foram classificadas em reparáveis e não-reparáveis. Quando analisados pelo teste de Qui-quadrado, não foi observado diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais ($p=0,321$). Em todas as situações, ocorreu predominância de falhas reparáveis, em comparação com as não reparáveis.

Tabela 4. Distribuição de modos de falha em grupos experimentais (n = 10)

Grupos	Canal utilizado	Distribuição tipos de falhas	
		Reparáveis	Não-reparáveis
	Hígido	10	0
PMR	D	10	0
	D e VM	10	0
PFA	D	10	0
	D e VM	9	1
PFU	D	9	1
	D e VM	8	2

6. DISCUSSÃO

A literatura odontológica discute amplamente as ocorrências de falhas biomecânicas em dentes tratados endodonticamente (REEH *et al.*, 1989; FERNANDES *et al.*, 2001; BARCELLOS *et al.*, 2013). Sabe-se que o uso de retentores para a confecção da porção coronária auxiliam na estabilidade do conjunto (IACULLI *et al.*, 2021). Em casos de perda estrutural severa, pinos intracanaís servem apenas como meio de retenção para um núcleo restaurador, que irá restabelecer a perda de tecidos dentários, permitindo também a dissipação de cargas oclusais (BRU *et al.*, 2013; IBRAHIM *et al.*, 2016).

Após as amostras serem submetidas ao envelhecimento cíclico e posterior teste de fratura, o grupo com dentes hígidos apresentaram desempenho mecânico superior que os demais grupos, aceitando assim a primeira hipótese desse estudo. SANTANA *et al.* (2011) também verificaram esse comportamento mecânico superior de dentes hígidos quando comparados com dentes tratados endodonticamente e restaurados com auxílio de retentores

intrarradiculares. Esses achados podem ser extrapolados também para dentes anteriores, assim como foi verificado em incisivos centrais superiores no estudo de nosso grupo de pesquisa (BARCELLOS *et al.* (2013).

Quando avaliada a resistência à fratura dos dentes restaurados apenas com retentores no canal distal, não houve diferença no comportamento mecânico dos três grupos. Quando a reabilitação envolveu os canais distal e vestibulo-masial, o grupo PMR apresentou comportamento superior ao grupo PFA. Nesses casos, o grupo PFU apresentou comportamento intermediário. Dessa forma, a segunda hipótese do estudo foi parcialmente aceita. Os grupos que utilizaram os retentores PMR e PFU apresentaram resistência maior quando cimentados em mais de um canal radicular, ou seja, nos canais distal e vestibulo-mesial de cada amostra, e o grupo PFA apresentou resistência semelhante, aceitando parcialmente a terceira hipótese do estudo.

. LIU *et al.* (2010) estão entre os primeiros autores a descrever os retentores usinados. Nesse estudo, foi utilizado um bloco de fibra envolto em resina, e este foi fresado para desenvolver o pino e o núcleo em um corpo único. O acompanhamento do caso clínico foi de 8 meses, e neste período não houve falhas. Porém a técnica, os

materiais e os equipamentos vem evoluindo, e estudos tem demonstrado que a resistência a fratura e adesiva desses retentores são semelhantes aos retentores de fibra de vidro pré-fabricados (GARCIA *et al.*, 2018; PANG *et al.*, 2019). No estudo de DANTAS *et al.* (2020), os retentores obtidos através do CAD/CAM apresentaram resistência a fratura semelhante aos retentores pré-fabricados. Esses achados concordam com o estudo de GEHRCKE *et al.* (2017), que também observaram cargas de fratura semelhantes entre os retentores de fibra. No presente estudo, maiores valores de resistência puderam ser observados para PMR e Usinados quando utilizados em mais de um canal. Quando cimentados apenas em um canal, a resistência é semelhante para os três retentores. O que explica esses achados são as propriedades físicas e mecânicas dos pinos de fibra utilizados: seu módulo de elasticidade gira em torno de 25GPa e a resistência à flexão em torno de 1000Mpa, valores próximos ao da dentina radicular (MAZZOCATO, 2006; MEIRA *et al.*, 2009; ANGELUS, 2024). Quanto à microestrutura, todos os retentores são formados por fibra de vidro (80%) e resina epóxi (20%).

Os retentores ajustáveis se mostraram semelhantes aos PFV e Usinados, quando utilizados em apenas um canal, que concorda com o relato do fabricante, que

informa que o retentor promove boa adaptação ao conduto, tanto aos canais estreitos quanto aos canais amplos, apresenta resistência flexural de 1200MPa, semelhante ao pino de fibra de vidro, e módulo de elasticidade de 45GPa, que é próximo ao da dentina radicular, que é 18GPa (MEIRA *et al.* (2009); além de apresentar alta retentividade (ANGELUS, 2021). O pino de fibra de vidro, no estudo de MAZZOCATO (2006), possui resistência a flexão de 1153MPa.

No presente estudo, o fator de maior significância foi a utilização de um ou mais canais, sendo que os grupos PMR e Usinados sofreram aumento em sua resistência quando utilizados em dois canais, chegando mais próximo ao grupo controle. O grupo PFA apresentou comportamento mecânico inferior em dois canais, comparado ao PMR. GUIMARAES *et al.* (2022), ao realizar testes de adesão com diferentes retentores, verificaram uma dominância de falhas na interface cimento / dentina nos grupos que utilizaram retentores fresados, e predominância das falhas na interface cimento / pino em retentores ajustáveis. Sabe-se que a uma ligação pino / dentina é a chave para o sucesso de restaurações dentárias e reabilitação protética. A adesão do pino ajustável merece

ser melhor estudada, e pode ser responsável por menores resultados mecânicos quando comparado aos demais pinos.

O remanescente radicular, pode ser um fator importante, assim como o remanescente coronal também parece ser de grande relevância, como foi relatado nos estudos de PANG *et al.* (2019) e FONTANA *et al.* (2019). Os autores observaram que a presença da férula durante o preparo para o retentor é de extrema importância para a resistência do conjunto e também para evitar fraturas catastróficas. O aumento da resistência desta região é explicado pela maior preservação da estrutura dental, com isso, diminuindo o efeito de alavanca do retentor sobre as paredes do canal radicular (SORENSEN *et al.*, 1990), e assim, uma melhor distribuição de tensões ao longo da raiz (BACCHI *et al.*, 2019). No presente estudo, uma férula de 2 mm foi preconizada em todos os espécimes, concordando com os achados mencionados. Essa férula pode ter contribuído para uma ausência de diferença entre os grupos, pois sabe-se que a férula torna menos crítica a seleção do melhor tipo de pino na reabilitação (BARCELLOS *et al.*, 2013)

Os retentores usinados apresentam como vantagens a diminuição da quantidade de interfaces e uma melhor adaptação (LIU; DENG; WANG, 2010) A técnica

digital permite que o pino seja mais compatível com a anatomia do canal, melhorando a biomecânica do dente tratado endodonticamente e reduzindo a possibilidade de fraturas radiculares (LIBONATI *et al.*, 2020). A forma indireta de fabricação ainda é a mais indicada para a confecção de pinos e núcleos (PASSOS *et al.*, 2017). Embora o escaneamento direto da área do canal radicular seja conveniente, métodos indiretos são necessários para dentes com espaços de canal radicular estendidos ou diminutos (FARAH *et al.*, 2020) necessitando assim, de mais uma sessão clínica para a para execução.

Outro fator avaliado no estudo foi o padrão de fratura das amostras. Na maioria dos grupos, a presença de fraturas reparáveis foi observada, que ocorreram acima do nível ósseo simulado. Na análise estatística, não foi encontrado diferença estatística entre os grupos, concordando com os achados de BARCELLOS *et al.* (2013), em que todos os grupos que utilizaram retentores de fibra de vidro, o padrão de falha foi categorizado como reparável. Esse achado é de extrema importância, pois independente do retentor utilizado, os mesmos se comportam de maneira aceitável gerando poucas fraturas irreparáveis. Clinicamente isso é importante, pois pode-se indicar um pino de fibra de vidro, independente da sua

forma ou confecção. Mesmo que o conjunto falhe e ocorra fratura, os mesmos são passíveis de reparo. É importante afirmar que os achados deste estudo devem ser interpretados cuidadosamente, considerando os limites naturais de um teste laboratorial, que não necessariamente reproduz todos os modos de falha encontrados clinicamente.

7 CONCLUSÕES

Dentro das limitações do presente estudo, é possível concluir que:

- Independente do tipo de pino utilizado, a resistência mecânica proporcionada por um dente hírido é sempre maior;

- Pino de fibra reembasado com resina composta, pino usinado em CAD CAM e pino ajustável desempenham resistência mecânica semelhante quando cimentados apenas no canal distal do dente;

- Quando a reabilitação envolveu os canais distal e vestibulo-masial, os pinos de fibra de vidro reembasados apresentam comportamento superior aos pinos ajustáveis. Nesses casos, os pinos usinados apresentam comportamento intermediário, semelhante aos outros dois grupos;

- O envolvimento de mais de um conduto radicular aumenta a resistência a fratura do conjunto, em especial quando se utiliza pinos de fibra de vidro reembasados e usinados.

REFERÊNCIAS

ANGELUS. **Splendor SAP**. 2021. Disponível em: <https://angelus.ind.br/produto/splendor-sap/>. Acesso em: 2021/04/06.

ANGELUS. **Splendor Universal**. 2024. Disponível em: <https://angelus.ind.br/pt-br/produto/splendor/>. Acesso em: 2024/07/08.

BACCHI, A.; CALDAS, R. A.; SCHMIDT, D.; DETONI, M. *et al.* Fracture Strength and Stress Distribution in Premolars Restored with Cast Post-and-Cores or Glass-Fiber Posts Considering the Influence of Ferule. **Biomed Res Int**, 2019, p. 2196519, 2019.

BARCELLOS, R. R.; CORREIA, D. P.; FARINA, A. P.; MESQUITA, M. F. *et al.* Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with intra-radicular post: the effects of post system and dentine thickness. **J Biomech**, 46, n. 15, p. 2572-2577, Oct 18 2013.

BILGIN, M. S.; ERDEM, A.; TANRIVER, M. CAD/CAM Endocrown Fabrication from a Polymer-Infiltrated Ceramic Network Block for Primary Molar: A Case Report. **J Clin Pediatr Dent**, 40, n. 4, p. 264-268, 2016.

BRU, E.; FORNER, L.; LLENA, C.; ALMENAR, A. Fibre post behaviour prediction factors. A review of the literature. **J Clin Exp Dent**, 5, n. 3, p. e150-153, Jul 1 2013.

CALDAS, R. A.; BACCHI, A.; BARAO, V. A. R.; VERSLUIS, A. Should adhesive debonding be simulated for intra-radicular post stress analyses? **Dent Mater**, 34, n. 9, p. 1331-1341, Sep 2018.

CAMPOS, G. B.; PELLIZZER, E. P.; DE CARVALHO, R. F.; DE LIMA, C. O. *et al.* Are CAD-CAM milled glass fiber posts better than prefabricated or custom glass fiber posts for endodontically treated teeth? A systematic review with meta-analysis. **J Prosthet Dent**, May 8 2024.

CARLINI-JUNIOR, B.; CECCHIN, D.; FARINA, A. P.; PEREIRA, G. D. *et al.* Influence of remaining coronal structure and of the marginal design on the fracture strength of roots restored with cast post and core. **Acta Odontol Scand**, 71, n. 1, p. 278-282, Jan 2013.

CECCHIN, D.; ALMEIDA, J. F.; GOMES, B. P.; ZAIA, A. A. *et al.* Deproteinization technique stabilizes the adhesion of the fiberglass post relined with resin composite to root canal. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater**, 100, n. 2, p. 577-583, Feb 2012.

CECCHIN, D.; FARINA, A. P.; GUERREIRO, C. A.; CARLINI-JUNIOR, B. Fracture resistance of roots prosthetically restored with intra-radicular posts of different lengths. **J Oral Rehabil**, 37, n. 2, p. 116-122, Feb 2010.

DALLARI, A.; ROVATTI, L.; DALLARI, B.; MASON, P. N. *et al.* Translucent quartz-fiber post luted in vivo with self-curing composite cement: case report and microscopic examination at a two-year clinical follow-up. **J Adhes Dent**, 8, n. 3, p. 189-195, Jun 2006.

DANTAS, R. A.; DELGADO, L. A.; ROLIM, A. K. A.; MARTINS, J. N. *et al.* Comparação da resistência de pino intrarradicular de fibra de vidro com pino experimental confeccionado pela tecnologia CAD/CAM. **Research, Society and Development**, 9, n. 7, 2020.

DIMITROULI, M.; GEURTSSEN, W.; LUHRS, A. K. Comparison of the push-out strength of two fiber post systems dependent on different types of resin cements. **Clin Oral Investig**, 16, n. 3, p. 899-908, Jun 2012.

EID, R. Y.; KOKEN, S.; BABA, N. Z.; OUNSI, H. *et al.* Effect of Fabrication Technique and Thermal Cycling on the Bond Strength of CAD/CAM Milled Custom Fit Anatomical Post and Cores: An In Vitro Study. **J Prosthodont**, 28, n. 8, p. 898-905, Oct 2019.

FACENDA, J. C.; BORBA, M.; BENETTI, P.; DELLA BONA, A. *et al.* Effect of supporting substrate on the failure behavior of a polymer-infiltrated ceramic network material. **J Prosthet Dent**, 121, n. 6, p. 929-934, Jun 2019.

FARAH, R. I.; ALORAINI, A. S.; AL-HAJ ALI, S. N. Fabrication of Custom Post-And-Core Using a Directly Fabricated Silicone Pattern and Digital Workflow. **J Prosthodont**, 29, n. 7, p. 631-635, Aug 2020.

FARIA-E-SILVA, A. L.; PEDROSA-FILHO CDE, F.; MENEZES MDE, S.; SILVEIRA, D. M. *et al.* Effect of relining on fiber post retention to root canal. **J Appl Oral Sci**, 17, n. 6, p. 600-604, Nov-Dec 2009.

FARINA, A. P.; CHIELA, H.; CARLINI-JUNIOR, B.; MESQUITA, M. F. *et al.* Influence of Cement Type and

Relining Procedure on Push-Out Bond Strength of Fiber Posts after Cyclic Loading. **J Prosthodont**, 25, n. 1, p. 54-60, Jan 2016.

FARINA, A. P.; WEBER, A. L.; SEVERO BDE, P.; SOUZA, M. A. *et al.* Effect of length post and remaining root tissue on fracture resistance of fibre posts relined with resin composite. **J Oral Rehabil**, 42, n. 3, p. 202-208, Mar 2015.

FERNANDES, A. S.; DESSAI, G. S. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. **Int J Prosthodont**, 14, n. 4, p. 355-363, Jul-Aug 2001.

FONTANA, P. E.; BOHRER, T. C.; WANDSCHER, V. F.; VALANDRO, L. F. *et al.* Effect of Ferrule Thickness on Fracture Resistance of Teeth Restored With a Glass Fiber Post or Cast Post. **Oper Dent**, 44, n. 6, p. E299-E308, Nov/Dec 2019.

FRANKENBERGER, R.; WINTER, J.; DUDEK, M. C.; NAUMANN, M. *et al.* Post-Fatigue Fracture and Marginal Behavior of Endodontically Treated Teeth: Partial Crown vs. Full Crown vs. Endocrown vs. Fiber-Reinforced Resin Composite. **Materials (Basel)**, 14, n. 24, Dec 15 2021.

GALHANO, G. A.; VALANDRO, L. F.; DE MELO, R. M.; SCOTTI, R. *et al.* Evaluation of the flexural strength of carbon fiber-, quartz fiber-, and glass fiber-based posts. **J Endod**, 31, n. 3, p. 209-211, Mar 2005.

GARCIA, P. P.; DA COSTA, R. G.; GARCIA, A. V.; GONZAGA, C. C. *et al.* Effect of surface treatments on the

bond strength of CAD/CAM fiberglass posts. **J Clin Exp Dent**, 10, n. 6, p. e591-e597, Jun 2018.

GEHRCKE, V.; DE OLIVIERA, M.; AARESTRUP, F.; DO PRADO, M. *et al.* Fracture Strength of Flared Root Canals Restored with Different Post Systems. **Eur Endod J**, 2, n. 1, p. 1-5, 2017.

GRANDINI, S.; GORACCI, C.; MONTICELLI, F.; BORRACCHINI, A. *et al.* SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. **J Adhes Dent**, 7, n. 3, p. 235-240, Autumn 2005.

GRANDINI, S.; SAPIO, S.; SIMONETTI, M. Use of anatomic post and core for reconstructing an endodontically treated tooth: a case report. **J Adhes Dent**, 5, n. 3, p. 243-247, Fall 2003.

GUIMARAES, M. S.; BUENO, C.; MARTIN, A. S.; FONTANA, C. E. *et al.* In Vitro Evaluation of Bond Strength to Dentin of Two Post Systems: Computer-aided Design and Computer-aided Manufacturing Fiber Posts vs Splendor Single Adjustable Post. **J Contemp Dent Pract**, 23, n. 4, p. 388-392, Apr 1 2022.

IACULLI, F.; RENGO, C.; LODATO, V.; PATINI, R. *et al.* 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**, Jun 17 2021.

IBRAHIM, A. M.; RICHARDS, L. C.; BEREKALLY, T. L. Effect of remaining tooth structure on the fracture resistance of endodontically-treated maxillary premolars:

An in vitro study. **J Prosthet Dent**, 115, n. 3, p. 290-295, Mar 2016.

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

LIU, P.; DENG, X. L.; WANG, X. Z. Use of a CAD/CAM-fabricated glass fiber post and core to restore fractured anterior teeth: A clinical report. **J Prosthet Dent**, 103, n. 6, p. 330-333, Jun 2010.

MAZZOCCATO, D. T. H., R.; Pires, L, A. G.; Mota, E.; Moraes, L. F.; Mazzoccatto, S. T. Propriedades flexurais de pinos diretos. **Revista Dental Press de Estética**, 3, p. 21 - 36, jul - set 2006 2006.

MEIRA, J. B.; ESPOSITO, C. O.; QUITERO, M. F.; POIATE, I. A. *et al.* Elastic modulus of posts and the risk of root fracture. **Dent Traumatol**, 25, n. 4, p. 394-398, Aug 2009.

PANG, J.; FENG, C.; ZHU, X.; LIU, B. *et al.* Fracture behaviors of maxillary central incisors with flared root canals restored with CAD/CAM integrated glass fiber post-and-core. **Dent Mater J**, 38, n. 1, p. 114-119, Feb 8 2019.

PANITIWAT, P.; SALIMEE, P. Effect of different composite core materials on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with FRC posts. **J Appl Oral Sci**, 25, n. 2, p. 203-210, Mar-Apr 2017.

PASSOS, L.; BARINO, B.; LAXE, L.; STREET, A. Fracture resistance of single-rooted pulpless teeth using hybrid CAD/CAM blocks for post and core restoration. **Int J Comput Dent**, 20, n. 3, p. 287-301, 2017.

PEREIRA, J. R.; DO VALLE, A. L.; SHIRATORI, F. K.; GHIZONI, J. S. *et al.* The effect of post material on the characteristic strength of fatigued endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, 112, n. 5, p. 1225-1230, Nov 2014.

PINTO, C.; FRANCA, F.; BASTING, R. T.; TURSSI, C. P. *et al.* Evaluation of Bond Strength of Three Glass Fiber Post-systems Cemented to Large Root Canals. **Oper Dent**, 49, n. 2, p. 222-230, Mar 1 2024.

PINTO, C. L.; BHERING, C. L. B.; DE OLIVEIRA, G. R.; MAROLI, A. *et al.* The Influence of Post System Design and Material on the Biomechanical Behavior of Teeth with Little Remaining Coronal Structure. **J Prosthodont**, 28, n. 1, p. e350-e356, Jan 2019.

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

REZAEI DASTJERDI, M.; AMIRIAN CHAIJAN, K.; TAVANAFAR, S. Fracture resistance of upper central incisors restored with different posts and cores. **Restor Dent Endod**, 40, n. 3, p. 229-235, Aug 2015.

RUSCHEL, G. H.; GOMES, E. A.; SILVA-SOUSA, Y. T.; PINELLI, R. G. P. *et al.* Mechanical properties and superficial characterization of a milled CAD-CAM glass

fiber post. **J Mech Behav Biomed Mater**, 82, p. 187-192, Jun 2018.

SALAMEH, Z.; SORRENTINO, R.; PAPACCHINI, F.; OUNSI, H. F. *et al.* Fracture resistance and failure patterns of endodontically treated mandibular molars restored using resin composite with or without translucent glass fiber posts. **J Endod**, 32, n. 8, p. 752-755, Aug 2006.

SANTANA, F. R.; CASTRO, C. G.; SIMAMOTO-JUNIOR, P. C.; SOARES, P. V. *et al.* Influence of post system and remaining coronal tooth tissue on biomechanical behaviour of root filled molar teeth. **Int Endod J**, 44, n. 5, p. 386-394, May 2011.

SARY, S. B.; SAMAH, M. S.; WALID, A. A. Effect of restoration technique on resistance to fracture of endodontically treated anterior teeth with flared root canals. **J Biomed Res**, 33, n. 2, p. 131-138, Apr 22 2019.

SORENSEN, J. A.; ENGELMAN, M. J. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, 63, n. 5, p. 529-536, May 1990.

SOUNDAR, S. I.; SUNEETHA, T. J.; ANGELO, M. C.; KOVOOR, L. C. Analysis of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post and core system of variable diameters: an in vitro study. **J Indian Prosthodont Soc**, 14, n. 2, p. 144-150, Jun 2014.

TAKEUCHI, S.; SEKITA, T.; KOBAYASHI, K. Adhesive Approach Using Internal Coping for Vertical Root Fractured Teeth with Flared Root Canals. **N Y State Dent J**, 81, n. 4, p. 29-33, Jun-Jul 2015.

TSINTSADZE, N.; JULOSKI, J.; CARRABBA, M.; TRICARICO, M. *et al.* Performance of CAD/CAM fabricated fiber posts in oval-shaped root canals: An in vitro study. **Am J Dent**, 30, n. 5, p. 248-254, Oct 2017.

ZHANG, Y.; HAN, J. M.; LIU, L.; DENG, X. L. [Study of bond strength of one-piece glass fiber posts-and-cores with flared root canals in vitro]. **Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban**, 51, n. 2, p. 327-334, Apr 18 2019.

ZOGHEIB, L. V.; PEREIRA, J. R.; DO VALLE, A. L.; DE OLIVEIRA, J. A. *et al.* Fracture resistance of weakened roots restored with composite resin and glass fiber post. **Braz Dent J**, 19, n. 4, p. 329-333, 2008.

ARTIGO A SER SUBMETIDO

Journal of Esthetic and restorative dentistry

ARTIGO I

MECHANICAL EVALUATION OF MOLARS RESTORED WITH DIFFERENT INTRARADICULAR RETAINERS

Ramiro Rocha Barcellos^a, Débora Pereira Diniz Correia
Barcellos^a, Pedro Henrique Corazza^{a*}

^aDepartment of Restorative Dentistry, College of Dentistry,
University of Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brazil.

*Corresponding author:

E-mail address: pedrocorazza@upf.br

ABSTRACT

Rehabilitating teeth with coronal destruction requires an adequate selection of the intraradicular retainer.

Objective: To evaluate the fracture resistance and fracture pattern of lower molars restored with different types of

intraradicular retainers. Methods: 70 human lower first molars (N=70) were selected. The control group involved healthy teeth (n=10). The remainder were randomly divided into 6 groups, categorized according to the retainer and the number of canals involved in the restoration. Regarding retainers: Fiberglass pin modeled with composite resin (PMR), Splendor adjustable fiberglass pin – SAP (PFA), and Machined fiberglass pin (PFU). Regarding the canals: only the distal canal or distal canal and vestibulo-mesial canal. They were embedded in acrylic resin, received metal crowns, and were subjected to mechanical cycling (106 cycles, 2Hz, 100N load). Afterward, they were subjected to the fracture resistance test. The samples were classified according to whether the fracture was repairable or irreparable. Fracture resistance data were statistically analyzed with ANOVA, Dunnett, and Tukey ($\alpha=0.05$). Results: The control group presented superior mechanical resistance when compared to the use of retainers, regardless of the type. When a retainer was used only in the distal canal, the mechanical resistance was similar for all retainers. Including the distal canals and mesial vestibule, the PMR group obtained superior mechanical resistance to the set restored with PFA. Two-channel wrapping improved mechanical strength for the

PMR and PFU groups. The prevalence of repairable failures was observed in all groups. Conclusion: Fiber post relined with composite resin, post machined in CAD CAM and adjustable post perform similar mechanical resistance when cemented only in the distal canal. When rehabilitation involved the distal and vestibulomasial canals, relined fiberglass pins showed superior behavior to adjustable pins. The involvement of more than one root canal increases fracture resistance.

Keywords: Fracture resistance, Glass fiber post, CAD/CAM, Splendor Universal, Fiber Cad Post

1. INTRODUCTION

Endodontically treated teeth present loss of structure caused by caries, fracture or endodontic access, thus reducing the amount of remaining coronal structure. Often, these teeth also have thin root dentin walls, making the restorative procedure a challenge [1]. The use of root retainers to support future restorations has been improved to find a more stable, resistant retainer with mechanical properties close to those of root dentin [2, 3]. Cast metal cores have been used over time. They generate high resistance to root fracture, as they have an elastic modulus

much higher than that of dentin; for this reason, most failure patterns are irreparable [4]. Furthermore, resistance results depend on the metal alloy used and the manufacturing technique used [5].

Fiberglass posts have shown results in mechanical and adhesive resistance that justify their clinical use, but they still have some limitations [6, 7]. In wide canals, where there is no adequate adaptation of the post, the cementation line becomes very thick, which can lead to increased polymerization contraction and the formation of gaps that predispose to union failure [8]. Therefore, it was proposed to reline the post with composite resin, creating an individualized retainer with better adaptation to the root canal and, consequently, reduced cementation line. These individualized pins have better biomechanical performance and when they fail, the vast majority of them are reversible, that is, capable of being repaired [6].

One of the new alternatives for retainers are adjustable fiberglass pins, which somewhat facilitate the technique for the dentist and also individualize the retainer. The pin in this case is of one size, but it has a sleeve, which serves to provide adequate adaptation to the conduit, especially in the middle and cervical third, where in most cases the diameter is larger than the apical third [8, 9].

Another retainer alternative is CAD-CAM milled and customized retainers, which provide an effective and safe option for restoring endodontically treated teeth, especially for weakened teeth or enlarged root canals. These present a good adaptation along the root canal, leading to a smaller cementation line, and resulting in good bond strength [10].

General objectives

To evaluate the fracture resistance and fracture pattern of lower molars restored with different types of intraradicular retainers.

Specific objectives

To compare the fracture resistance of sound teeth with teeth restored with different types of fiberglass posts, testing hypothesis 1 that sound teeth have greater resistance to fracture than teeth with posts.

To evaluate the influence of the type of retainer (fiberglass post modeled with composite resin, adjustable fiberglass post, and machined fiberglass post) on the fracture resistance and failure mode of molar roots. The null hypothesis 2 tested is that there is no difference in the fracture resistance and failure mode of molar roots, regardless of the type of post used.

To evaluate the influence of the number of canals involved in cementing the retainers (only the distal canal or distal and bucco-mesial canal) on the fracture resistance and failure mode of molar roots. Hypothesis 3 tested is that teeth that receive posts in two roots have greater mechanical resistance than teeth that receive posts in just one root.

2. MATERIALS AND METHODS

Human lower first molars (N=70) were used for the study. The control group involved healthy teeth (n=10). The other groups were categorized according to the type of post and the number of canals involved in the restoration. For coronary reconstruction, 3 types of intraradicular retainers were used: glass fiber post modeled with composite resin (PMR), Splendor adjustable fiberglass post - SAP (PFA) (Angelus, Londrina, PR, Brazil), and fiberglass machined (PFU). 30 teeth were reconstructed with the aid of retainers only in the distal canal, and 30 teeth with retainers in the distal canal and in the buccomesial canal. Prior to the start of tests and sample selection, the work was submitted and approved by the

Research Ethics Committee (CEP), under number 6,731,178

Teeth selection and preparation

The teeth were randomly divided into 7 groups (n = 10). One of the groups, which was the control, was formed by healthy teeth. The remaining teeth were distributed according to the rehabilitation technique to be used. After cementing the posts, all experimental groups had their coronal portions reconstructed directly with composite resin, constituting a filling core; Soon after, a full metal crown was cemented.

Conduit preparation

The teeth had their coronal portion cut 2 mm above the cementoenamel limit, with the aid of a precision disc (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, USA), simulating severe coronal tooth loss. Endodontic access was performed with spherical diamond drills (n° 1016; KG Sorensen, Barueri, SP, Brazil) and drills with inactive tips (Endo-Z; Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) at high speed with abundant irrigation. The root canals were located and initially explored with a #10 K-file (Dentsply Maillefer). The working length was determined by

subtracting 3 mm from the length measured when the file tip emerged from the apical foramen. The canal preparation was carried out with a gates-glidden drill (Dentsplay-Maillefer, Bellaiguess, Switzerland) of gauge 2 and 3.

The standardization of the dentin walls was created through grinding with system-specific drills, corresponding to the conical fiberglass post (Exacto # 1, Angelus, Londrina, PR, Brazil), adequately modeling the root to receive the posts. In 30 teeth, this preparation was carried out only in the distal canal, and in 30 teeth, the preparation was carried out in the distal canal and in the buccal-mesial canal.

Table 1: Division of experimental groups

GROUP	DESCRIPTION	CONDUIT	n
1	Control – Healthy tooth	-	10
2	Pin modeled with composite resin	Distal	10
3	Pin modeled with composite resin	Distal and vestibulo-mesial	10
4	Adjustable pin	Distal	10
5	Adjustable pin	Distal and vestibulo-mesial	10
6	Machined fiberglass pin	Distal	10
7	Machined fiberglass pin	Distal and vestibulo-mesial	10

Preparing the retainers

In groups 2 and 3, firstly, the surface of the Reforpost fiberglass post (Angelus, Londrina, PR, Brazil) was cleaned with phosphoric acid for 30 seconds [11] and after washing with water for 1 minute. Silane (Angelus, Londrina, PR, Brazil) was applied, followed by an application of adhesive from the Adpter Scotchbond Multipurpose adhesive system (3M ESPE, St Paul, MN,

USA) and photoactivated for 40 seconds on each side, applying to two opposite sides. . Natrosol gel (Natupharma, Passo Fundo, RS, Brazil) was then applied to the root canal in order to lubricate it. The post was wrapped with Filtek Z350 composite resin (3M ESPE, St Paul, MN, USA) and the whole was placed inside the canal. This assembly was removed and replaced twice, and photoactivated in position inside the canal for 3 seconds. Marking the buccal region of the post and tooth for later identification and cementation in the correct location. Soon after, the relined post was removed from the interior of the root canal and the final polymerization was carried out for 40s on the buccal surface and 40s on the palatal surface. With the pin ready, the canal was irrigated with 20ml of saline solution to remove the insulator. Soon after, the canal was dried with absorbent paper points, followed by cementation of the PMR as described later. Remembering that in group 2 this process was carried out in the distal canal, and in the samples from group 3, the technique was performed in the distal and vestibulo-mesial canals.

In groups 4 and 5, firstly, the surface of the Splendor fiber post - SAP (Angelus, Londrina, PR, Brazil) was cleaned with phosphoric acid for 30 seconds [11] and after washing with water for 1 minute. Silane (Angelus,

Londrina, PR, Brazil) was applied, followed by an application of adhesive from the Adpater Scotchbond Multipurpose adhesive system (3M ESPE, St Paul, MN, USA) and photoactivated for 40 seconds on each side, applying to two opposite sides. . Then, the PFA was cemented, as described later.

In groups 6 and 7, a direct modeling of the conduit was made with low-contraction acrylic resin (GC, Alsip, Illinois, USA) and prefabricated Pinjet-type acrylic posts (Angelus, Londrina, PR, Brazil). After modeling the conduit, the filling core was made in low-contraction acrylic resin (GC, Alsip, Illinois, USA), above the cervical third of this retainer. Standardization took place by keeping all cores the same height (3 mm). Its thickness varied according to the anatomy of each root, so that the space for creating the crown was always 1mm, not allowing for the thickness of the upper crown. Next, the matrix was scanned with a bench scanner, and the pin was drawn in software (CAD/CAM) for subsequent machining of the Fiber Cad pin – Post and Core [12] (Figure 1).

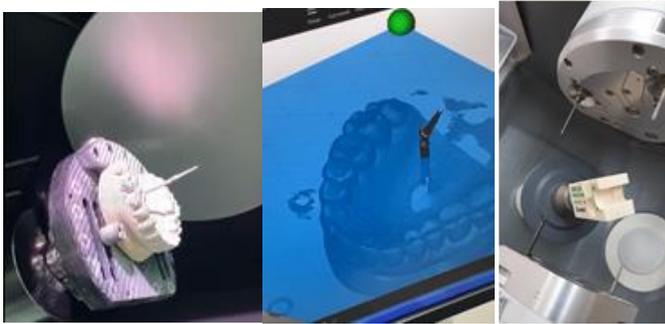


Figure 1: Scanning of the matrix on a bench scanner, for subsequent milling of the retainer.

Cementation of root retainers

RelyX U200 dual resin cement (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) was used for cementation. With the cement inside the canal, the pins were positioned, stabilizing manually for 20s and light-polymerizing for 5s. Then, excess cement was removed, and, shortly after, photoactivation was performed for 40 seconds on each face (buccal, lingual, mesial and distal). This technique and material was used for all groups (PMR, PFA and PFU retainers).

Making the crowns

To restore the coronal part, the incremental technique was used, using Z250 composite resin (3M ESPE, St Paul, MN, USA) around the posts to fill the cores. To standardize, the height of the preparations was 5mm above the cement/enamel junction.

At this time, the ferrule effect was also created, controlled by millimeter rulers, maintaining a 2mm ferrule (Figure 2).

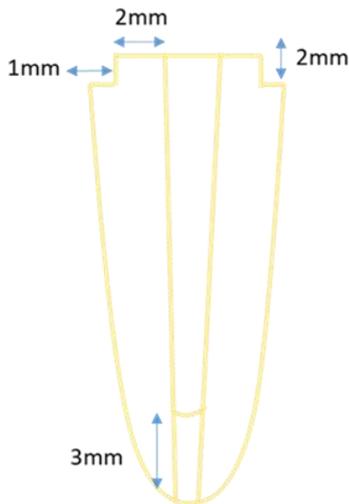


Figure 2: Schematic demonstrating the controlled dimensions for manufacturing the ferrule (Distal view – distal canal)

Afterwards, the matrix was created to create the metal crowns, to occupy the remaining 1 mm of the coronal portion. This matrix was made from Duralay type acrylic resin (Reliance, São Paulo, SP, Brazil). A central concavity was made on the occlusal face of the patterns to stabilize the metal tip during cyclic loading and subsequent fracture resistance. The crowns were manufactured using the lost wax technique, using nickel-chrome (VIPI, Pirassununga, SP, Brazil)

After casting the crowns, they received an application of silane inside, and were cemented onto the filling core, using self-adhesive resin cement (RelyX U200; 3M-ESPE) (Figure 3).



Figure 3: Metal crown with a central concavity, cemented onto the filling core.

Sample aging - cyclic loading

To carry out aging, all specimens were exposed to 1,000,000 mechanical cycles in a pneumatic cycling machine (Biopid, Biocycle, São Carlos, São Paulo, Brazil) (Figure 4). The standardization was carried out with a frequency of 2Hz, force of 100N, immersed in distilled water at a temperature of 37°C [13-16].



Figure 4: Samples accommodated in the pneumatic cycler.

Fracture resistance

After cycling, the specimens were loaded to fracture in an axial compressive load test. The force required (N) to cause the fracture was recorded by a 5,000 N load cell, connected to the software (TESC; EMIC) at a force of 0.5mm/min [16].

Statistical analysis

Fracture resistance data were tabulated. The comparison of the experimental groups with the control group was carried out using the 1-factor Anova and Dunnett tests ($\alpha=0.05$). Afterwards, the type of post was compared with 1-factor Anova and Tukey's test ($\alpha=0.05$), and root involvement was performed with the t test ($\alpha=0.05$). The statistical software used was Minitab®.

The fractured specimens were removed from the acrylic resin (when necessary to detect the fracture or crack; in cases of horizontal fractures, total disinclusion was not necessary) and observed under a stereoscopic magnifying glass with 20x magnification to analyze the fracture pattern. The fractures were then classified into two types, according to location: repairable (horizontal fracture occurring above the simulated bone pattern); and

irreparable (horizontal or vertical fracture occurring below the simulated bone standard) [6] (Figure 5).



Figure 5: Examples of repairable fracture patterns

3. RESULTS

The average mechanical resistance to compression (in Newtons) and their respective standard deviations are shown in Table 2. The table also provides a comparison of the groups restored with pins with the control group. The control group (healthy teeth) has superior mechanical resistance when compared to the use of retainers, regardless of the type of retainer used.

Table 5. Mean \pm standard deviation (SD) and statistical grouping of mechanical resistance values of the study groups, compared to the control (healthy teeth).

Group	n	Average \pm DP	Grouping
Control (control)	10	850,7 \pm 75,5	A
PMR conduit D e VM	10	696,9 \pm 76,2	
PFU conduit VM	10	655,6 \pm 66,1	
PMR conduit D	10	610,0 \pm 67,5	
PFA conduit D e VM	10	583,0 \pm 58,7	
PFU conduit D	10	574,5 \pm 72,5	
PFA conduit D	10	546,3 \pm 90,6	

Means not labeled with the letter A are significantly different from the control level mean. (Dunnett, $\alpha=0.05$)

Comparison of the type of post and root involvement are described in table 3 and graph 1.

Table 3. Mean \pm standard deviation, referring to the distribution of retainers in the Distal (D) and Vestibulo-Mesial (VM) canals

Post Type	CONDUIT		Value of p (teste t)
	D	D e VM	
PMR	610,0 \pm 76,2	696,9 \pm 66,1	0,014
	Ab	Aa	
PFU	574,5 \pm 72,5	655,6 \pm 90,6	0,041
	Ab	ABa	
PFA	546,3 \pm 67,5	583,0 \pm 58,7	0,211
	Aa	Ba	

**Equal capital letters in the same column indicate no statistical difference (1-factor ANOVA + Tukey, $\alpha=0.05$);*

**Equal lowercase letters on the same line indicate no statistical difference (t test, $\alpha=0.05$);*

When a retainer was used only in the distal canal, the mechanical resistance generated in the assembly was similar. When including the distal canals and mesial vestibule, the PMR group obtained superior mechanical resistance to the set restored with PFA. The group formed by machined pins had intermediate resistance, not differing from the other two groups.

When the rehabilitation involved two channels, the mechanical resistance of the set was higher for the PMR and PFU groups. For the PFA group, the involvement of one more channel did not increase mechanical resistance.

Table 4 shows the analysis of failure patterns, which were classified as repairable and non-repairable. When analyzed using the Chi-square test, no statistically significant difference was observed between the experimental groups ($p=0.321$). In all situations, there was a predominance of repairable failures, compared to non-repairable ones.

Table 6. Distribution of failure modes in experimental groups (n = 10)

Groups	Conduit used	Distribution of failure types	
		Repairable	Non-repairable
	Healthy	10	0
PMR	D	10	0
	D e VM	10	0
PFA	D	10	0
	D e VM	9	1
PFU	D	9	1
	D e VM	8	2

4. DISCUSSION

After the samples were subjected to cyclic aging and subsequent fracture testing, the group with healthy teeth showed superior mechanical performance than the other groups, thus accepting the first hypothesis of this study. Santana, Castro, Simamoto-Junior, Soares, Quagliatto, Estrela and Soares [17] also verified this superior

mechanical behavior of healthy teeth when compared to teeth treated endodontically and restored with the aid of intraradicular retainers. These findings can also be extrapolated to anterior teeth, as was verified in upper central incisors in the study by our research group [6].

When evaluating the fracture resistance of teeth restored only with retainers in the distal canal, there was no difference in the mechanical behavior of the three groups. When rehabilitation involved the distal and vestibulomasial canals, the PMR group showed better behavior than the PFA group. In these cases, the PFU group showed intermediate behavior. Therefore, the second hypothesis of the study was partially accepted. The groups that used the PMR and PFU retainers showed greater resistance when cemented in more than one root canal, that is, in the distal and bucco-mesial canals of each sample, and the PFA group showed similar resistance, partially accepting the third hypothesis of the study .

In the present study, higher resistance values could be observed for PMR and Machined when used in more than one channel. When cemented in just one channel, the resistance is similar for the three retainers. What explains these findings are the physical and mechanical properties of the fiber posts used: their modulus of elasticity is around

25GPa and the flexural resistance is around 1000Mpa, values close to those of root dentin [18-20]. As for the microstructure, all retainers are made of fiberglass (80%) and epoxy resin (20%).

Adjustable retainers were similar to PFV and Machined retainers, when used in just one channel, which agrees with the manufacturer's report, which states that the retainer promotes good adaptation to the conduit, both to narrow and wide channels, and presents flexural resistance of 1200Mpa, similar to a fiberglass post, and an elastic modulus of 45GPa, which is close to that of root dentin, which is 18GPa [19]; in addition to presenting high retentivity [12]. The fiberglass pin, in the study by Mazzocato [18], has a flexural strength of 1153MPa.

In the present study, the most significant factor was the use of one or more channels, with the PMR and Machined groups experiencing an increase in resistance when used in two channels, coming closer to the control group. The PFA group showed inferior mechanical behavior in two channels compared to the PMR. Guimaraes, Bueno, Martin, Fontana, Pelegrine, Pinheiro and Pedro Rocha [9], when carrying out adhesion tests with different retainers, they verified a predominance of failures at the cement/dentin interface in the groups that used milled

retainers, and a predominance of failures at the cement/post interface in adjustable retainers. It is known that a post/dentin connection is the key to the success of dental restorations and prosthetic rehabilitation. The adhesion of the adjustable pin deserves to be better studied, and may be responsible for lower mechanical results when compared to other pins.

The root remnant may be an important factor, just as the coronal remnant also seems to be of great relevance, as reported in studies by Pang, Feng, Zhu, Liu, Deng, Gao, Li and Ke [21] and Fontana, Bohrer, Wandscher, Valandro, Limberger and Kaizer [22]. The authors observed that the presence of the ferrule during preparation for the retainer is extremely important for the strength of the assembly and also to avoid catastrophic fractures. The increased resistance of this region is explained by the greater preservation of the dental structure, thus reducing the lever effect of the retainer on the walls of the root canal [23], and thus, a better distribution of tensions along of the root [24]. In the present study, a 2 mm ferrule was recommended in all specimens, agreeing with the aforementioned findings. This splint may have contributed to a lack of difference between the groups, as it is known that the splint makes the

selection of the best type of pin in rehabilitation less critical [6].

Machined retainers have the advantages of reducing the number of interfaces and better adaptation[25]. The digital technique allows the post to be more compatible with the anatomy of the canal, improving the biomechanics of the endodontically treated tooth and reducing the possibility of root fractures [26]. The indirect form of manufacturing is still the most suitable for making pins and cores [27]. Although direct scanning of the root canal area is convenient, indirect methods are necessary for teeth with extended or small root canal spaces [28], thus requiring an additional clinical session to perform.

Another factor evaluated in the study was the fracture pattern of the samples. In most groups, the presence of repairable fractures was observed, which occurred above the simulated bone level. In the statistical analysis, no statistical difference was found between the groups, agreeing with the findings of Barcellos, Correia, Farina, Mesquita, Ferraz and Cecchin [6], in which all groups that used fiberglass retainers, the failure pattern was categorized as repairable. This finding is extremely important, as regardless of the retainer used, they behave in an acceptable manner, generating few irreparable

fractures. Clinically, this is important, as a fiberglass post may be indicated, regardless of its shape or construction. Even if the assembly fails and fractures, they can be repaired. It is important to state that the findings of this study must be interpreted carefully, considering the natural limits of a laboratory test, which does not necessarily reproduce all failure modes found clinically.

5. CONCLUSIONS

Within the limitations of the present study, it is possible to conclude that:

- Regardless of the type of post used, the mechanical resistance provided by a healthy tooth is always greater;
- Fiber post relined with composite resin, post machined in CAD CAM and adjustable post perform similar mechanical resistance when cemented only in the distal canal of the tooth;
- When rehabilitation involved the distal and vestibulomasial canals, relined fiberglass pins showed superior behavior to adjustable pins. In these cases, the machined pins present intermediate behavior, similar to the other two groups;

- The involvement of more than one root canal increases the fracture resistance of the set, especially when using relined and machined fiberglass posts.

6. REFERENCES

[1] S. Takeuchi, T. Sekita, K. Kobayashi, Adhesive Approach Using Internal Coping for Vertical Root Fractured Teeth with Flared Root Canals, *N Y State Dent J* 81(4) (2015) 29-33.

[2] G.A. Galhano, L.F. Valandro, R.M. de Melo, R. Scotti, M.A. Bottino, Evaluation of the flexural strength of carbon fiber-, quartz fiber-, and glass fiber-based posts, *J Endod* 31(3) (2005) 209-11.

[3] Y. Zhang, J.M. Han, L. Liu, X.L. Deng, [Study of bond strength of one-piece glass fiber posts-and-cores with flared root canals in vitro], *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban* 51(2) (2019) 327-334.

[4] M. Rezaei Dastjerdi, K. Amirian Chaijan, S. Tavanafar, Fracture resistance of upper central incisors restored with different posts and cores, *Restor Dent Endod* 40(3) (2015) 229-35.

[5] M.S. Bilgin, A. Erdem, M. Tanriver, CAD/CAM Endocrown Fabrication from a Polymer-Infiltrated

Ceramic Network Block for Primary Molar: A Case Report, *J Clin Pediatr Dent* 40(4) (2016) 264-8.

[6] R.R. Barcellos, D.P. Correia, A.P. Farina, M.F. Mesquita, C.C. Ferraz, D. Cecchin, Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with intra-radicular post: the effects of post system and dentine thickness, *J Biomech* 46(15) (2013) 2572-7.

[7] P. Panitawat, P. Salimee, Effect of different composite core materials on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with FRC posts, *J Appl Oral Sci* 25(2) (2017) 203-210.

[8] A.P. Farina, H. Chiela, B. Carlini-Junior, M.F. Mesquita, D.C. Miyagaki, C.C. Randi Ferraz, C.M. Vidal, D. Cecchin, Influence of Cement Type and Relining Procedure on Push-Out Bond Strength of Fiber Posts after Cyclic Loading, *J Prosthodont* 25(1) (2016) 54-60.

[9] M.S. Guimaraes, C. Bueno, A.S. Martin, C.E. Fontana, R.A. Pelegrine, S.L. Pinheiro, D.G. Pedro Rocha, In Vitro Evaluation of Bond Strength to Dentin of Two Post Systems: Computer-aided Design and Computer-aided Manufacturing Fiber Posts vs Splendor Single Adjustable Post, *J Contemp Dent Pract* 23(4) (2022) 388-392.

[10] G.B. Campos, E.P. Pellizzer, R.F. de Carvalho, C.O. de Lima, E.O. HFF, J.P.J. de Oliveira Limirio, C.A.A. Lemos, Are CAD-CAM milled glass fiber posts better than prefabricated or custom glass fiber posts for endodontically treated teeth? A systematic review with meta-analysis, *J Prosthet Dent* (2024).

[11] D. Cecchin, J.F. Almeida, B.P. Gomes, A.A. Zaia, C.C. Ferraz, Deproteinization technique stabilizes the adhesion of the fiberglass post relined with resin composite to root canal, *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 100(2) (2012) 577-83.

[12] Angelus, Splendor SAP, 2021. <https://angelus.ind.br/produto/splendor-sap/>. (Accessed 2021/04/06 2021).

[13] J.R. Pereira, A.L. do Valle, F.K. Shiratori, J.S. Ghizoni, E.A. Bonfante, The effect of post material on the characteristic strength of fatigued endodontically treated teeth, *J Prosthet Dent* 112(5) (2014) 1225-30.

[14] J.C. Facenda, M. Borba, P. Benetti, A. Della Bona, P.H. Corazza, Effect of supporting substrate on the failure behavior of a polymer-infiltrated ceramic network material, *J Prosthet Dent* 121(6) (2019) 929-934.

[15] C.L. Pinto, C.L.B. Bhering, G.R. de Oliveira, A. Maroli, V.F. Reginato, R.A. Caldas, A. Bacchi, The

Influence of Post System Design and Material on the Biomechanical Behavior of Teeth with Little Remaining Coronal Structure, *J Prosthodont* 28(1) (2019) e350-e356.

[16] R. Frankenberger, J. Winter, M.C. Dudek, M. Naumann, S. Amend, A. Braun, N. Kramer, M.J. Roggendorf, Post-Fatigue Fracture and Marginal Behavior of Endodontically Treated Teeth: Partial Crown vs. Full Crown vs. Endocrown vs. Fiber-Reinforced Resin Composite, *Materials (Basel)* 14(24) (2021).

[17] F.R. Santana, C.G. Castro, P.C. Simamoto-Junior, P.V. Soares, P.S. Quagliatto, C. Estrela, C.J. Soares, Influence of post system and remaining coronal tooth tissue on biomechanical behaviour of root filled molar teeth, *Int Endod J* 44(5) (2011) 386-94.

[18] D.T.H. Mazzocato, R.; Pires, L. A. G.; Mota, E.; Moraes, L. F.; Mazzocato, S. T., Propriedades flexurais de pinos diretos, *Revista Dental Press de Estética* 3 (2006) 21 - 36.

[19] J.B. Meira, C.O. Esposito, M.F. Quitero, I.A. Poiate, C.S. Pfeifer, C.B. Tanaka, R.Y. Ballester, Elastic modulus of posts and the risk of root fracture, *Dent Traumatol* 25(4) (2009) 394-8.

[20] Angelus, Splendor Universal, 2024. <https://angelus.ind.br/pt-br/produto/splendor/>. (Accessed 2024/07/08 2024).

[21] J. Pang, C. Feng, X. Zhu, B. Liu, T. Deng, Y. Gao, Y. Li, J. Ke, Fracture behaviors of maxillary central incisors with flared root canals restored with CAD/CAM integrated glass fiber post-and-core, *Dent Mater J* 38(1) (2019) 114-119.

[22] P.E. Fontana, T.C. Bohrer, V.F. Wandscher, L.F. Valandro, I.F. Limberger, O.B. Kaizer, Effect of Ferrule Thickness on Fracture Resistance of Teeth Restored With a Glass Fiber Post or Cast Post, *Oper Dent* 44(6) (2019) E299-E308.

[23] J.A. Sorensen, M.J. Engelman, Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth, *J Prosthet Dent* 63(5) (1990) 529-36.

[24] A. Bacchi, R.A. Caldas, D. Schmidt, M. Detoni, S. Matheus Albino, D. Cecchin, A.P. Farina, Fracture Strength and Stress Distribution in Premolars Restored with Cast Post-and-Cores or Glass-Fiber Posts Considering the Influence of Ferrule, *Biomed Res Int* 2019 (2019) 2196519.

[25] P. Liu, X.L. Deng, X.Z. Wang, Use of a CAD/CAM-fabricated glass fiber post and core to restore

fractured anterior teeth: A clinical report, *J Prosthet Dent* 103(6) (2010) 330-3.

[26] A. Libonati, V. Di Taranto, G. Gallusi, E. Montemurro, V. Campanella, CAD/CAM Customized Glass Fiber Post and Core With Digital Intraoral Impression: A Case Report, *Clin Cosmet Investig Dent* 12 (2020) 17-24.

[27] L. Passos, B. Barino, L. Laxe, A. Street, Fracture resistance of single-rooted pulpless teeth using hybrid CAD/CAM blocks for post and core restoration, *Int J Comput Dent* 20(3) (2017) 287-301.

[28] R.I. Farah, A.S. Aloraini, S.N. Al-Haj Ali, Fabrication of Custom Post-And-Core Using a Directly Fabricated Silicone Pattern and Digital Workflow, *J Prosthodont* 29(7) (2020) 631-635.

APÊNDICES

UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO / PRÓREITORIA
ACADÊMICA-PROACAD/UPF



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO MECÂNICA DE MOLARES RESTAURADOS COM DIFERENTES RETENTORES INTRARRADICULARES

Pesquisador: RAMIRO ROCHA BARCELLOS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 77937223.6.0000.5342

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.731.178

Apresentação do Projeto:

AVALIAÇÃO MECÂNICA DE MOLARES RESTAURADOS COM DIFERENTES RETENTORES INTRARRADICULARES

Trata-se de um estudo laboratorial in vitro, onde serão utilizados dentes humanos extraídos

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo do presente estudo será avaliar a distribuição de tensões, resistência à fratura e o padrão de fratura de molares restaurados com diferentes tipos de retentores intrarradiculares (pino de fibra de vidro modelado com resina

composta (PMR), pino de fibra de vidro pré-fabricado Splendor e SAP (PFS) e pinos de fibra de vidro usinados (PFU)

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

O seguinte estudo não apresenta riscos, visto ao que será executado com dentes já extraídos, provenientes do banco de dentes da faculdade, e os materiais a serem testados, já estão em uso na prática clínica dos cirurgiões-dentistas.

Benefícios:

O presente estudo tem como objetivo avaliar a resistência à fratura de novas alternativas de retentores intrarradiculares comparados com um

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - 4º andar Centro Administrativo

Bairro: São José **CEP:** 09.052-900

UF: RS **Município:** PASSO FUNDO

Telefone: (54)3316-8157

E-mail: cep@upf.br

Continuação do Parecer: 6.731.178

sistema de retentores já consolidado na literatura mundial.

A partir do presente processo investigativo, o aluno terá condições de agregar conhecimentos teóricos e aplicar clinicamente estas novas alternativas. Possibilitará o aluno a participação em congressos e seminários da área, bem como trará a possibilidade da redação de um artigo científico que será submetido à publicação, assim difundindo o conhecimento adquirido através deste trabalho, priorizando a evolução de técnicas e materiais para a prática clínica do dia a dia.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma pesquisa laboratorial utilizando dentes humanos extraídos. Serão utilizados 70 primeiros molares humanos extraídos provenientes do Biobanco da Universidade de Passo Fundo conforme documento enviado pelo pesquisador. Os dentes serão restaurados com diferentes retentores intrarradiculares, serão submetidos a teste de fratura após ciclagem mecânica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto foi considerado claro em seus aspectos científicos, metodológicos e éticos

Recomendações:

Após o término da pesquisa, o CEP UPF solicita: a) A devolução dos resultados do estudo aos sujeitos da pesquisa ou a instituição que forneceu os dados; b) Enviar o relatório final da pesquisa, pela plataforma, utilizando a opção, no final da página ζ Enviar Notificação ζ + relatório final.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, este Comitê, de acordo com as atribuições definidas na Resolução 466/12 OU 510/16, do Conselho Nacional da Saúde, Ministério da Saúde, Brasil, manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa na forma como foi proposto.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - 4º andar Centro Administrativo
Bairro: São José CEP: 99.052-900
UF: RS Município: PASSO FUNDO
Telefone: (54)3318-8157 E-mail: cep@upf.br

UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO / PRÓREITORIA
ACADÊMICA-PROACAD/UPF



Continuação do Parecer: 6.731.178

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_2144422.pdf	12/02/2024 17:46:51		Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	CEP_Biobanco_Ramiro_AnaFarina.pdf	12/02/2024 17:46:24	RAMIRO ROCHA BARCELLOS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_de_pesquisadores.pdf	09/02/2024 11:20:37	RAMIRO ROCHA BARCELLOS	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_2144422.pdf	13/12/2023 10:19:24		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	CARTA_DE_DISPENSA_DO_TERM O_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESC LARECIDO_assinado.pdf	13/12/2023 10:18:52	RAMIRO ROCHA BARCELLOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	CARTA_DE_DISPENSA_DO_TERM O_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESC LARECIDO_assinado.pdf	13/12/2023 10:18:52	RAMIRO ROCHA BARCELLOS	Postado
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_Ramiro_doutorado.pdf	13/12/2023 09:47:17	RAMIRO ROCHA BARCELLOS	Aceito
Outros	Lattes_Pesquisador.pdf	13/12/2023 09:41:12	RAMIRO ROCHA BARCELLOS	Aceito
Outros	Lattes_Orientador.pdf	13/12/2023 09:40:19	RAMIRO ROCHA BARCELLOS	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_assinada.pdf	13/12/2023 09:26:37	RAMIRO ROCHA BARCELLOS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PASSO FUNDO, 28 de Março de 2024

Assinado por:
Felipe Cittolin Abal
(Coordenador(a))

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - 4º andar Centro Administrativo
Bairro: São José CEP: 99.052-900
UF: RS Município: PASSO FUNDO
Telefone: (54)3318-8157 E-mail: cep@upf.br