

ELBERT DA COSTA SAMPAIO

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO
ADAPTÁVEIS AO CONDUTO RADICULAR FRAGILIZADO**

**Faculdade de Odontologia
Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte
2020**

Elbert da Costa Sampaio

RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO ADAPTÁVEIS AO CONDUTO RADICULAR FRAGILIZADO

Dissertação apresentada ao Colegiado de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Odontologia – área de concentração em Clínica Odontológica, linha de pesquisa: Propriedades físicas, químicas e biológicas dos materiais odontológicos.

**Orientador: Prof. Dr: Allyson Nogueira
Moreira**

Belo Horizonte

2020

Ficha Catalográfica

S192r Sampaio, Elbert da Costa .

2020

- Resistência de união de pinos de fibra de vidro adaptáveis ao conduto radicular fragilizado / Elbert da

59 f. : il.

Orientador: Allyson Nogueira Moreira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Odontologia.

Elaborada por: Miriam Cândida de Jesus - CRB: 6/2727.

Biblioteca Faculdade de Odontologia - FAO UFMG



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS



FOLHA DE APROVAÇÃO

Resistência de união entre diferentes pinos de fibras de vidro pré-fabricados

ELBERT DA COSTA SAMPAIO

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós- Graduação em Odontologia, como requisito para obtenção do grau de Mestre, área de concentração Clínica Odontológica.

Aprovada em 30 de outubro de 2020, pela banca constituída pelos membros:

Prof(a). Allyson Nogueira Moreira - Orientador
FO-UFMG

Prof(a). Monize Ferreira Figueiredo de Carvalho
Faculdade Pitágoras

Prof(a). Cláudia Silami de Magalhães
FO-UFMG

Belo Horizonte, 30 de outubro de 2020.

Defesa Homologada pelo Colegiado de Pós-Graduação em Odontologia em 13/11/2020.

Profa. Isabela Almeida Pordeus
Coordenadora do Colegiado de Pós-Graduação
Faculdade de Odontologia

AGRADECIMENTO

A Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida, nas conquistas e nos desafios. Às vezes, Deus te leva pelo caminho mais longo, não para te punir, mas, sim, para te preparar. A Ele, toda honra e toda glória!

À Universidade Federal de Minas Gerais, por me acolher em mais um momento do meu crescimento pessoal e profissional. O que antes era um sonho, hoje se torna realidade.

Ao programa de Pós-Graduação e à Faculdade de Odontologia, que possibilitaram o desenvolvimento desta pesquisa e a oportunidade de adquirir conhecimento intelecto-cultural ao longo dessa jornada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Allyson Nogueira Moreira, meu sincero e eterno agradecimento. Obrigado pelo carinho, respeito e dedicação. Obrigado pela oportunidade e parceria. Você é um exemplo de profissional e professor que terei como espelho na minha vida acadêmica. Sempre foi sincero e assertivo nas suas decisões. Obrigado por fazer parte da minha trajetória no Mestrado e pelos enriquecedores conhecimentos passados por vossa pessoa.

Ao meu querido irmão, Prof. Dr. Luis Fernando Morgan dos Santos Alves, agradeço por me incentivar e me impulsionar a querer mais. Obrigado por mostrar que o céu não é o limite. Hoje, se eu estou realizando este sonho, é devido às suas palavras e à sua motivação. Agradeço a Deus todos os dias pela sua vida. Obrigado pelo carinho, amizade e respeito. Sou eternamente grato por tudo que fez por mim. Você é um exemplo de profissional honesto, dedicado e competente. Obrigado por me permitir ser seu amigo!

À Profa. Dra. Claudia Silami Magalhães, por representar tão bem a Clínica Odontológica no Programa de Pós-graduação da Faculdade de Odontologia. Sempre serena e impecável, pela forma como desenvolve e apresenta os trabalhos a serem desenvolvidos. Fico admirado com o seu conhecimento!

Ao amigo Prof. Dr. Rodrigo de Castro Albuquerque, pelo apoio, incentivo e colaboração no desenvolvimento do projeto de pesquisa. Obrigado pelo convite para integrar o projeto de extensão Restauração de Dentes Traumatizados da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais. Você tem meu respeito e minha admiração.

Aos demais professores que compõem o corpo docente do programa de Pós-Graduação na área de Clínica Odontológica, meu muito obrigado!

Aos meus pais, Elza e Gessy (*in memoriam*), exemplos de superação e força. À minha mãe, pelas orações diárias, carinho, aconchego e apoio incondicional. Ao meu pai, pela honestidade e caráter. Sempre será meu herói. Como está sendo difícil suportar sua ausência. Não foi fácil seguir a caminhada sem seus conselhos. Você, meu pai, faz muita falta para toda a família. Saiba que nós te amamos muito e esta vitória tem, sem sombra de dúvidas, influência sua. A vocês, pai e mãe, meu amor eterno.

À minha esposa, Gleice Sampaio, pelo amor incondicional e companheirismo, por incentivar nos momentos em que eu não tinha mais forças. Exemplo de esposa e mãe. Te amo pra sempre!

Aos meus filhos Luan Sampaio e Luna Sampaio. Minha maior riqueza adquirida. Papai ama muito vocês!

Aos meus irmãos Elvis, Euler e Wellington. Obrigado pelo incentivo, apoio e carinho!

Aos amigos e colegas que conquistei ao longo da jornada do Mestrado: Natália Tavares, Natália Gomes, Richard, Patrícia, Daniel, Leonardo, Henrique, Ana Paula, Camila Caneschi. Obrigado pela parceria em estudos e trabalhos, pelos momentos de descontração e boas risadas.

RESUMO

Com o objetivo de aumentar a retenção dos pinos intrarradiculares pré-fabricados, novos materiais e técnicas têm sido propostos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a força de união ao deslocamento de diferentes pinos pré-fabricados em fibra de vidro e o substrato dentinário intrarradicular. Sessenta dentes unirradiculares bovinos, sem defeitos aparentes de dimensões semelhantes, foram extraídos e armazenados em água destilada. Os dentes foram divididos em 4 grupos (n=60) com a padronização das raízes em 19 mm de comprimento. O grupo 1 (G1) utilizou pinos cônicos em raízes fragilizadas; o grupo 2 (G2), pinos cônicos reembasados com resina composta (pino anatômico) em raízes fragilizadas; o grupo 3 (G3) utilizou pinos cônicos, porém em raízes não fragilizadas; o grupo 4 (G4), pinos cilíndricos que possuem uma luva adaptável ao pino e conduto radicular em raízes fragilizadas. Todos os grupos tiveram as raízes preparadas com 14mm de profundidade para a cimentação dos pinos. Os grupos G1, G2 e G4 tiveram o preparo do conduto radicular realizado com brocas tipo Largo #1, #2, #3 e broca 702 para alargamento e fragilização padronizada das raízes. O G3 também teve o preparo do conduto radicular realizado pela sequência das três brocas de Largo, porém seguido da utilização da broca específica para formatação do conduto recomendada pelo fabricante. Após a cimentação dos pinos com cimento autoadesivo, as raízes foram fixadas com auxílio de cera de baixa fusão em uma base de resina acrílica e seccionadas pela máquina de cortes precisos transversalmente ao seu eixo longitudinal, originando 2 discos de 1mm de espessura em cada um dos três terços avaliados. Os espécimes foram submetidos a cargas compressivas sobre o pino junto à máquina de ensaio universal com velocidade de 0,5mm/min com 5000 N até o momento do deslocamento. A resistência de união foi calculada considerando-se a área adesiva. Foi realizada a análise estatística pelo teste de Kruskal Wallis seguida de Mann-Whitney em nível de 95% de confiança ($P < 0,05$). Os resultados da comparação das somatórias dos valores entre os diferentes grupos mostraram que os grupos 2 e 3 apresentaram os maiores valores sem diferenças estatísticas entre si. Os grupos 1 e 4 mostraram os menores valores ($p < 0,05$). A comparação entre os diferentes terços de um mesmo grupo mostrou, para o grupo 1, que a resistência de união foi maior no terço cervical que no apical. Para os demais grupos, não houve diferença significativa. Na análise comparativa dos grupos, no terço cervical, os grupos 2 e 3 apresentaram os maiores valores de resistência de união seguidos dos grupos 1 e 4. Para o terço médio, os valores apontaram a seguinte ordem: $G2 > G3 > G1 = G4$. Por fim, as análises comparativas entre os valores do terço apical de todos os grupos mostraram a seguinte ordem: $G2 > G3 > G4 > G1$ ($p < 0,05$). Podemos concluir que os pinos anatômicos melhoraram a resistência ao deslocamento.

Palavras-chave: Pinos pré-fabricados. Cimentação. Retenção.

ABSTRACT

STRENGTH OF UNION GLASS FIBER POST ADAPTABLE TO FRAGILIZED RADICULAR CONDUCT

In order to increase the retention of prefabricated intraradicular post, new materials and techniques have been proposed. The objective of this work was to evaluate the bond strength to the displacement of different prefabricated fiberglass post and the intraradicular dentin substrate. Sixty uniradicular bovine teeth, without apparent defects of similar dimensions, were extracted and stored in distilled water. The teeth were divided into 4 groups (n = 60) with the standardization of the roots at 19 mm in length. Group 1 (G1) used tapered post on weakened roots, group 2 (G2) re-tapered post with composite resin (anatomical post) on weakened roots, group 3 (G3) used tapered post, but on non-weakened roots, group 4 (G4) cylindrical post that have a groove adaptable to the post and root canal in fragile roots. All groups had their roots prepared 14mm deep for cementing the pins. Groups G1, G2 and G4 had root canal preparation using Largo # 1, # 2, # 3 drills and drill 702 for standardized root enlargement and weakening. The G3 also had the preparation of the root canal carried out by the sequence of the three Largo drills, but followed by the use of the specific drill for formatting the conduit recommended by the manufacturer. After cementing the post with self-adhesive cement, the roots were fixed with the aid of low melting wax on an acrylic resin base and sectioned by the precise cutting machine transversely to its longitudinal axis, resulting in 2 discs of 1mm thickness in each of the three thirds evaluated. The specimens were subjected to compressive loads on the post next to the universal testing machine with a speed of 0.5 mm / min with 5000 N until the moment of displacement. Bond strength was calculated considering the adhesive area. Statistical analysis was performed using the Kruskal Wallis test followed by Mann-Whitney at a 95% confidence level (P <0.05). The results of the comparison of the sum of values between the different groups showed that groups 2 and 3 had the highest values without statistical differences between them. Groups 1 and 4 showed the lowest values (p <0.05). The comparison between the different thirds of the same group showed, for group 1, that the bond strength was greater in the cervical than in the apical third. For the other groups, there was no significant difference. In the comparative analysis of the groups, in the cervical third, groups 2 and 3 showed the highest union resistance values followed by groups 1 and 4. For the middle third, the values indicated the following order: G2> G3> G1 = G4. Finally, the comparative analyzes between the values of the apical third of all groups show the following order: G2> G3> G4> G1 (p <0.05). We can conclude that the anatomical post improved the resistance to displacement.

Keywords: Fiber glass post. Post-core techniques. Dental bonding.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pinos fibra de vidro White Post nº 1 e 2	18
Figura 2 – A) pino fibra de vidro cilíndrico e B) luva fibra de vidro cônica adaptável (Sistema splendor)	19
Figura 3 – Um dos exemplos de critérios de exclusão são dentes com ápice radicular aberto	20
Figura 4 – Padronização do conduto radicular com broca gates-glidden nº3	20
Figura 5 – Dentes armazenados individualmente por meio de saco plástico em solução de timol 1% e enumerados.....	21
Figura 6 – Máquina de corte utilizada Isomet 1000 (Buehler)	22
Figura 7 – Raízes padronizadas em 19 mm de altura..	Erro! Indicador não definido.
Figura 8 – Formatação do conduto radicular das raízes com brocas de Largo nºs 1, 2 e 3 com 14 mm.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 9 – Broca 702 utilizada para alargar e padronizar o conduto radicular	24
Figura 10 – Detalhe da ponta ativa da broca 702 em imagem de maior aumento	Erro! Indicador não definido.
Figura 11 – Pino fibra de vidro nº 2 com a broca específica para formatação do conduto radicular	Erro! Indicador não definido.
Figura 12 – Pino fibra de vidro nº 1 com a broca específica para formatação do conduto radicular.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 13 – Pino fibra de vidro único com luva adaptável e broca específica	Erro! Indicador não definido.
Figura 14 – Aplicação do silano no pino fibra de vidro.	Erro! Indicador não definido.
Figura 15 – Aplicação do adesivo no pino fibra de vidro para confecção do pino anatômico.....	27
Figura 16 – Fotoativação do adesivo aplicado no pino fibra de vidro.....	27
Figura 17 – Resina composta sendo inserida no pino fibra de vidro	28

Figura 18 – Resina composta sendo fotoativada junto ao pino no conduto radicular (pino anatômico).....	28
Figura 19 – Seringa centrix com ponta alongadora de metal para inserção de cimento intracanal.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 20 – Inserção do cimento no conduto radicular e ao redor do pino fibra de vidro	29
Figura 21 – Remoção de excesso de cimento ao redor do pino e fotoativação por 40 segundos (ponta do aparelho posicionada paralelamente à superfície superior do pino)	Erro! Indicador não definido.
Figura 22 – Fixação da raiz em cera de baixa fusão na base de acrílico específica da máquina de cortes.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 23 – Máquina de corte (Isomet) e raiz posicionada para a secção	Erro! Indicador não definido.
Figura 24 – Discos obtidos após o corte na Isomet. Terço cervical (azul), médio (vermelho) e apical (preto). O primeiro disco de cada terço foi desprezado (sem marcação)	31
Figura 25 – Esquema gráfico representativo na obtenção dos discos (corpo de prova) em cada terço radicular. O primeiro disco de cada terço radicular foi desprezado. Cada disco desprezado tinha 0,5 mm de espessura	32
Figura 26 – Espécimes armazenados em microtubos do tipo Eppendorf com solução de timol 1%.....	32
Figura 27 – Máquina de ensaio universal EZ-LX Long-Stroke utilizada para os testes de <i>push out</i>	35
Figura 28 – Dispositivo com orifício central utilizado para o teste de <i>push out</i> como base para o apoio dos espécimes.....	35
Figura 29 – Espécime posicionado e a ponteira centralizada sobre o pino; iniciando o teste de extrusão	36
Figura 30 – Esquema representativo do teste de resistência ao deslocamento por extrusão (push-out) com o pino sem a luva	36

Figura 31 – Esquema representativo do teste de resistência ao deslocamento por extrusão (push-out) com o pino e a luva (splendor).37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Aleatorização dos grupos no Excel sem repetição	21
Tabela 2 – Valores de média e desvio-padrão de resistência de união (MPa) dos diferentes terços e a somatória dos terços dos grupos experimentais.....	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Nome, fabricante, composição dos materiais utilizados	33
Quadro 2 – Grupos experimentais	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Força de resistência (média) de cada grupo na somatória dos terços (cervical, médio e apical).....	40
Gráfico 2 – Força de resistência de união (MegaPascal) por terço dos grupos de estudo	40
Gráfico 3 – Comparação da força de resistência (média) entre os grupos por terço cervical, médio e apical	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

G1	Grupo 1
G2	Grupo 2
G3	Grupo 3
G4	Grupo 4
DC	Dupla Conicidade
PM	Peça de Mão
mm	Milímetros
MPa	Megapascal
r	Raio menor
R	Raio maior
a	Área
h	Altura
π	Pi
mW	Miliwatt
Cm ²	Centímetro quadrado
rpm	Rotações Por Minuto
N	Newton
SAP	<i>Single Adjustable Post</i>
U200	Cimento resinoso autoadesivo dual Relyx U200
%	Por cento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	JUSTIFICATIVA.....	15
3	HIPÓTESE NULA	16
4	OBJETIVO	17
4.1	Objetivo geral.....	17
4.2	Objetivos específicos	17
5	METODOLOGIA EXPANDIDA	18
5.1	Delineamento do estudo	18
5.2	Seleção dos dentes	19
5.3	Preparo dos dentes.....	20
5.4	Preparo radicular	22
5.5	Materiais e cimentação dos pinos	25
5.6	Resistência de união.....	34
5.7	Análise estatística	38
6	RESULTADOS.....	39
	ARTIGO.....	42
7	CONSIDERAÇÕES.....	54
	REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

Reestabelecer a função, a estética e a anatomia dos dentes é o intuito da Odontologia Restauradora. O dente com intervenção endodôntica é mais vulnerável a fratura devido à redução da umidade dentinária e à perda de estrutura de reforço coronária, tais como: ponte de esmalte, cristas marginais e o teto da câmara pulpar (FARIA *et al.*, 2011). A utilização de pinos pré-fabricados na reconstrução de dentes tratados endodonticamente é bem estabelecida pela literatura (GARCIA *et al.*, 2003; SOARES *et al.*, 2012; MARCHIONATTI *et al.*, 2017). O objetivo desses pinos é reter o material de reconstrução, resina composta, para receber restauração indireta ou direta (ALBUQUERQUE *et al.*, 2003; MARCHIONATTI *et al.*, 2017).

A longevidade das restaurações em dentes tratados endodonticamente com pinos de fibra de vidro está diretamente relacionada a dois fatores: a união entre pino e o cimento resinoso e entre dentina radicular e o cimento resinoso (GOMES *et al.*, 2018). Existe uma grande variedade de pinos pré-fabricados com diferentes formatos anatômicos, composições e configurações superficiais. Dentre eles, podemos citar pinos cilíndricos, cônicos, de dupla conicidade e cônicos com espirais (MASTORAS *et al.*, 2012). Em relação à composição, os pinos pré-fabricados podem ser de fibra de vidro, fibra de carbono, cerâmicos ou metálicos. Clinicamente, os pinos pré-fabricados de fibra apresentam um melhor desempenho por terem módulo de elasticidade semelhante ao da dentina (ASMUSSEN; PEUTZFELDT; HEITMANN, 1999; HEBERT *et al.*, 2018). Para a fixação desses pinos pré-fabricados ao conduto radicular, faz-se necessária a utilização de um cimento.

Em concordância com Skupien *et al.* (2015), é preferível utilizar sistemas autoadesivos resinosos a sistemas resinosos regulares para a cimentação de pinos pré-fabricados, devido ao fato de possuírem menos passos operatórios, melhor controle da umidade, maior conversão de monômeros em polímeros e, dessa maneira, ter menor possibilidade de erros (FARIA-E-SILVA *et al.*, 2007; FENNIS *et al.*, 2009; GALHANO *et al.*, 2008; GOMES *et al.*, 2018; RADOVIC *et al.*, 2009).

Os sistemas adesivos resinosos para cimentação são classificados quanto ao tipo de polimerização: autopolimerizável, fotopolimerizável ou de dupla polimerização. A escolha por materiais que não têm grande dependência da luz em seu processo de polimerização parece ser mais confiável, uma vez que a transmissão de luz através dos pinos de fibra, mesmo nos denominados translúcidos, é limitada e insuficiente para a adequada conversão de monômeros em polímeros (MORGAN *et al.*, 2008; RADOVIC *et al.*, 2009).

A incompleta polimerização de cimentos resinosos pode ocasionar efeitos indesejáveis de ordem biológica, como lesão periapical e/ou lateral, por possuir monômeros livres em grandes quantidades (JANKE *et al.*, 2003), e de ordem mecânica, como a perda da retenção, devido aos baixos valores de resistência adesiva (FENNIS *et al.*, 2009; PEDREIRA *et al.*, 2009; RADOVIC *et al.*, 2009; WANG *et al.*, 2008; ZICARI *et al.*, 2008).

O fator mais importante para a retenção de um pino intrarradicular é a sua adaptação ao conduto radicular (NAUMANN *et al.*, 2008). Portanto, a utilização de pino pré-fabricado juntamente com a resina composta, pino anatômico, com o intuito de melhorar essa adaptação, já é relatada na literatura (GUIOTTI *et al.*, 2014). Esse reembasamento do conduto radicular, com a resina composta, permite copiar a forma anatômica intrarradicular e assegurar um íntimo contato do pino anatômico com as paredes internas do conduto radicular. Entretanto, o ideal seria que o próprio pino pré-fabricado de fibra de vidro tivesse uma boa adaptação, mesmo em canais amplos, sem auxílio de reembasamento com resina composta.

Nessa linha de evidências científicas é que novos pinos de fibra de vidro intrarradulares com diferentes configurações superficiais foram desenvolvidos, com a proposta de melhorar a resistência de união entre pino pré-fabricado e conduto radicular (MASTORAS *et al.*, 2012). A necessidade de melhoria na retenção, logo na adaptação do pino, pode ser claramente entendida quando a principal causa de falha na reconstrução de dentes tratados endodonticamente com pinos de fibra de vidro é apontada para a perda da retenção (MARCHIONATTI *et al.*, 2017).

Nessa linha de raciocínio, recentemente surgiram os pinos pré-fabricados em fibra de vidro adaptáveis. Trata-se de um conjunto formado por um pino principal cilíndrico e uma luva adaptável aos diferentes diâmetros de canal radiculares que foi desenvolvido pela empresa Odontológica Brasileira Angelus. Esse pino pré-fabricado recebeu o nome de Splendor SAP (*Single Adjustable Post*).

Não foi encontrado artigo publicado sobre esse sistema durante a revisão da literatura. Os outros artigos encontrados tratam apenas da adesão intrarradicular e avaliam as diferentes técnicas adesivas e o modo de interação com o substrato dentinário.

2 JUSTIFICATIVA

A falha mais comum nos dentes tratados endodonticamente reconstruídos com pinos de fibra de vidro pré-fabricados é o deslocamento do pino. Pesquisar novos tipos de pinos e técnicas de tratamento do substrato radicular é extremamente relevante para subsidiar a evidência científica e a melhora dos resultados clínicos. Não foram encontrados até o presente momento relatos de estudos envolvendo pinos em fibra de vidro com luva adaptável ao conduto radicular.

3 HIPÓTESE NULA

Não há diferença estatisticamente significativa na resistência de união entre os diferentes tipos de pinos fibra de vidro pré-fabricados (pino convencional, pino anatômico e o pino mais a luva adaptável) e entre os terços radiculares (cervical, médio e apical) na resistência de união, cimentados em raízes fragilizadas.

4 OBJETIVO

4.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar a resistência de união dos diferentes pinos pré-fabricados em fibra de vidro fixados com o cimento resinoso ao substrato dentinário radicular nos terços cervical, médio e apical.

4.2 Objetivos específicos

A partir do objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- avaliar a resistência de união de pinos pré-fabricados mal adaptados, fixados por meio de cimento resinoso, nos terços cervical, médio e apical de raízes fragilizadas;
- avaliar a resistência de união de pinos pré-fabricados reembasados com resina composta (pino anatômico), fixados por meio de cimento resinoso, nos terços cervical, médio e apical de raízes fragilizadas;
- avaliar a resistência de união de pinos pré-fabricados bem adaptados, fixados por meio de cimento resinoso, nos terços cervical, médio e apical em raízes não fragilizadas;
- avaliar a resistência de união do conjunto de pinos pré-fabricados cilíndricos e luvas cônicas, fixados por meio de cimento resinoso, nos terços cervical, médio e apical em raízes fragilizadas.

5 METODOLOGIA EXPANDIDA

5.1 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo experimental *in vitro* quantitativo comparativo randomizado. As variáveis independentes investigadas foram: os tipos de pinos e os terços radiculares. Os 3 níveis da primeira variável foram os seguintes pinos intrarradiculares:

1. pino fibra de vidro cônico White Post DC nº 1 e 2 (FGM – Joinville, Santa Catarina, Brasil) (Figura 1);
2. pino cilíndrico e luva cônica Splendor (Angelus – Paraná, Brasil) (Figura 2).

Os níveis da segunda variável investigada foram: os terços cervical, médio e apical.

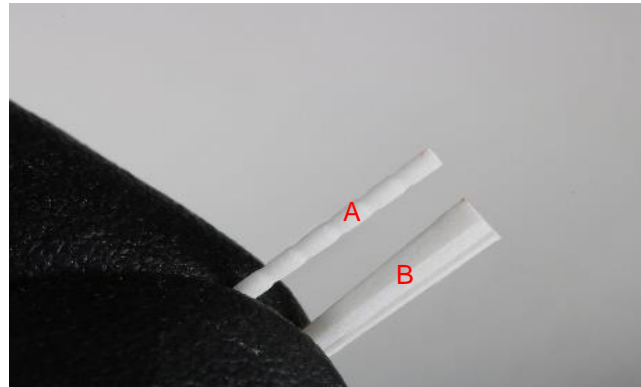
A variável-resposta analisada foi: resistência de união entre o pino, o agente cimentante e a dentina radicular.

Figura 1 – Pinos fibra de vidro White Post nº 1 e 2



Fonte: Do autor, 2020.

Figura 2 – A) pino fibra de vidro cilíndrico e B) luva fibra de vidro cônica adaptável (Sistema splendor)



Fonte: Do autor, 2020.

Para definir o tamanho amostral para o teste de resistência de união, foi utilizado o resultado do estudo piloto, considerando-se o desvio-padrão, erro tipo 1 (alfa= 5%) e erro tipo 2 (beta= 20%) ou poder de 80%. Com o intuito de compensar eventuais perdas, a mostra foi acrescida de 20%, totalizando 60 raízes dentárias, divididas em quatro grupos representativos (n=15).

5.2 Seleção dos dentes

Foram selecionados e armazenados em água destilada 60 dentes unirradiculares bovinos (pinças laterais). Foram coletados os dentes com as dimensões semelhantes e sem defeitos aparentes. Os dentes foram obtidos em abatedouro frigorífico (Plena Alimentos Ltda. – Av. Santos Dumont, 64 – São Cristóvão – Pará de Minas/MG. Tel.: (037) 3231-8940, ou seja, os dentes foram extraídos de animais já abatidos. Os critérios de inclusão foram: dentes com similaridade anatômica (comprimento e diâmetro), ápices completamente formados e sem curvatura radicular. Os critérios de exclusão foram: dentes com curvatura radicular significativa, dentes com fratura radicular e dentes com ápice aberto (Figura 3).

Figura 3 – Um dos exemplos de critérios de exclusão são dentes com ápice radicular aberto



Fonte: Do autor, 2020.

5.3 Preparo dos dentes

Após a limpeza dos dentes, com o auxílio de curetas periodontais, e armazenamento em solução de timol a 1% durante sete dias, os canais radiculares foram preparados e padronizados, assim como Wang *et al.* (2008), por brocas de Gates número 3 (Gates-Glidden, Dentsply Maillefer AS, Baillaigues, Suíça) (Figura 4). Os condutos foram obturados pela técnica de condensação lateral, e o cimento endodôntico utilizado foi à base de polímero de amina epóxica livre de eugenol (AH PLUS, Dentsply Sirona, São Paulo, Brasil).

Figura 4 – Padronização do conduto radicular com broca gates-glidden nº3



Fonte: Do autor, 2020.

Os dentes tratados endodonticamente foram armazenados em solução de timol a 1% por uma semana. Em seguida, foram divididos em 4 grupos (n=15), utilizando amostra aleatória simples no Excel. Cada dente foi colocado em um saco plástico, com solução de timol, e enumerado de 1 a 60 (Figura 5). Foi realizada previamente a ordem dos grupos no Excel por meio de aleatorização simples sem repetição (Tabela 1) e, em seguida, os dentes foram sorteados para compor os grupos.

Figura 5 – Dentes armazenados individualmente por meio de saco plástico em solução de timol 1% e enumerados



Fonte: Do autor, 2020.

Tabela 1 – Aleatorização dos grupos no Excel sem repetição

	AMOSTRA ALEATÓRIA DOS GRUPOS	
GRUPOS	ALEATORIZAÇÃO	GRUPO SORTEADO
1	0,322	4
2	0,528	3
3	0,159	1
4	0,873	2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

5.4 Preparo radicular

A coroa anatômica foi seccionada por uma máquina de cortes precisos (Isomet 1000, Buehler, EUA), determinando a altura radicular padrão de 19 mm (Figuras 6 e 7). Os condutos radiculares das raízes foram preparados com 14 mm de profundidade por brocas de Largo (Dentsply Maillefer AS, Ballaigues, Suíça) números 1, 2 e 3, mantendo o remanescente de selamento apical de guta percha de 5 mm (Figura 8). O grupo 1 (G1) utilizou pinos cônicos em raízes fragilizadas (raízes fragilizadas foram denominadas as raízes que tiveram os condutos radiculares alargados, simulando um conduto amplo); o grupo 2 (G2), pinos cônicos reembasados com resina composta (pino anatômico) em raízes fragilizadas; e o grupo 3 (G3) utilizou pinos cônicos, porém em raízes não fragilizadas. O grupo 4 (G4) utilizou pinos cilíndricos que possuem uma luva adaptável ao pino e conduto radicular em raízes fragilizadas.

Figura 6 – Máquina de corte utilizada Isomet 1000 (Buehler)



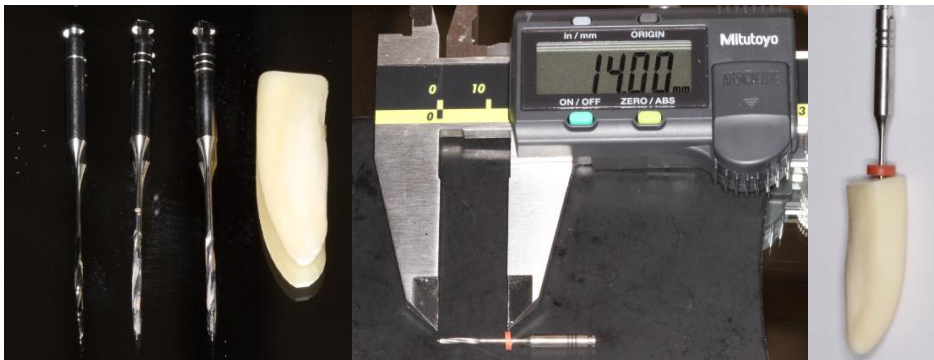
Fonte: Do autor, 2020.

Figura 7 – Raízes padronizadas em 19 mm de altura



Fonte: Do autor, 2020.

Figura 8 – Formatação do conduto radicular das raízes com brocas de Largo nºs 1, 2 e 3 com 14 mm



Fonte: Do autor, 2020.

Os grupos G1, G2 e G4 tiveram, além do uso das brocas de Largo, o uso da broca carbide tronco-cônica dentada de extremidade plana 702-PM (MICRODONT, São Paulo, Brasil) para alargamento das raízes (Figuras 9 e 10). O alargamento foi realizado de modo padronizado em profundidade de 10 mm e em diâmetro de 1,6mm que corresponde ao diâmetro da ponta ativa da broca 702. O G3 teve o preparo do conduto radicular realizado pela sequência das três brocas de Largo, assim como nos demais grupos, porém seguido da utilização da broca específica para formatação do conduto radicular recomendada pelo fabricante para o pino a ser utilizado. Nos grupos 1 e 3 foram utilizados pinos White Post DC número 2 (FGM, Joinville – SC – Brasil) (Figura 11) e no grupo 2 foi utilizado pino White Post DC número 1 (FGM, Joinville – SC – Brasil) (Figura 12). O pino White Post DC número 1 foi utilizado no grupo 2 com

o objetivo de obter espaço entre o pino e o conduto radicular para a inserção da resina composta, realizando assim o pino anatômico. No grupo 4 foi utilizado o pino Splendor (Angelus, Londrina – PR – Brasil) (Figura 13).

Figura 9 – Broca 702 utilizada para alargar e padronizar o conduto radicular



Fonte: Do autor, 2020.

Figura 10 – Detalhe da ponta ativa da broca 702 em imagem de maior aumento



Fonte: Do autor, 2020.

Figura 11 – Pino fibra de vidro nº 2 com a broca específica para formação do conduto radicular



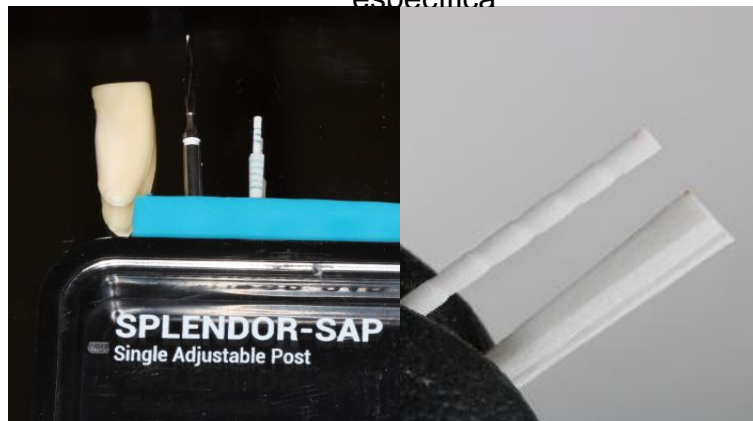
Fonte: Do autor, 2020.

Figura 12 – Pino fibra de vidro n° 1 com a broca específica para formatação



Fonte: Do autor, 2020.

Figura 13 – Pino fibra de vidro único com luva adaptável e broca específica



Fonte: Do autor, 2020.

5.5 Materiais e cimentação dos pinos

Os procedimentos de tratamento de superfície dos pinos foram conduzidos de acordo com as recomendações do fabricante. Os pinos receberam esfregaço com álcool 70% (Prolink Química, Guapiaçu, São Paulo, Brasil) seguido de rigorosa secagem com jatos de ar por 30 segundos e aplicação de uma camada de silano por um minuto (Prosil, FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) (Figura 14) também seguida de jatos de ar por 30 segundos. Para o tratamento do conduto radicular foi realizada irrigação com soro fisiológico, aspiração com cânulas endodônticas e umidade tratada por 3 trocas com cones de papel absorvente da 2ª série com calibres #50, #60 e #70 (Dentsply Maillefer AS, Ballaigues, Switzerland).

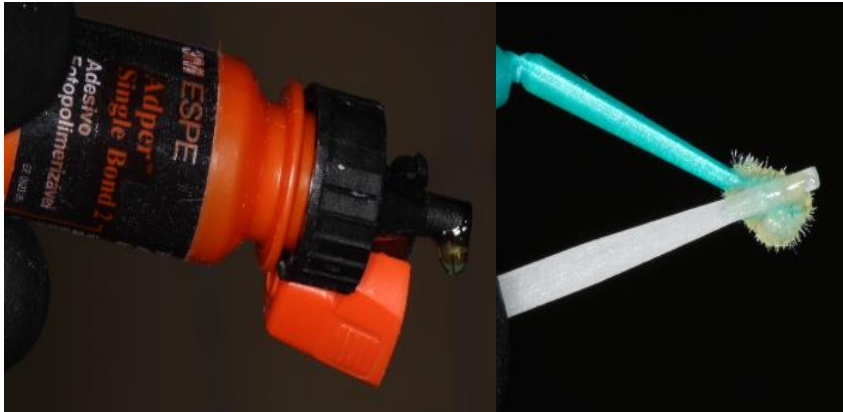
Figura 14 – Aplicação do silano no pino fibra de vidro



Fonte: Do autor, 2020.

Especificamente para o G2, o pino recebeu além dos esfregaços com álcool e silano uma camada de adesivo (Single Bond 2, 3M, St Paul – MN – USA) (Figura 15) e, logo após, foi fotoativado por 30 segundos (Ratii-Cal, SDI – Victoria – AUS, 865 mW/cm²) (Figura 16). Na sequência, o pino foi preenchido por incrementos de resina composta cor A1 (Z350 XT, 3M, St Paul – MN – USA) (Figura 17). A raiz foi lubrificada por fina camada de gel hidrossolúvel (K-Y ®, Johnson & Johnson, Nova Brunswick, Nova Jersey, Estados Unidos). Os pinos envolvidos pela resina composta foram, então, inseridos de modo centralizado nos condutos radiculares e imediatamente foi realizada a fotoativação por 30 segundos (Figura 18). Posteriormente, o conjunto pino e resina composta (pino anatômico) foi removido da raiz. A fotoativação foi complementada em mais 2 vezes 40 segundos, 1 vez para cada face proximal da porção radicular do pino/resina de reembasamento. A superfície do pino reembasado teve a mesma forma de tratamento da superfície dos demais pinos, esfregaços com álcool e silano. Os condutos radiculares tiveram o lubrificante removido por jatos de água e esfregaços com pincéis descartáveis (Aplik – Angelus, Londrina, PR). A umidade final foi também tratada por cones de papel absorvente.

Figura 15 – Aplicação do adesivo no pino fibra de vidro para confecção do pino anatômico



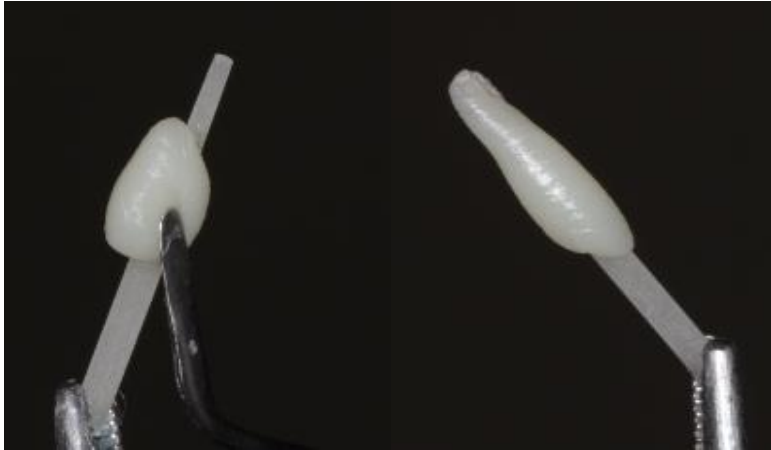
Fonte: Do autor, 2020.

Figura 16 – Fotoativação do adesivo aplicado no pino



Fonte: Do autor, 2020.

Figura 17 – Resina composta sendo inserida no pino



Fonte: Do autor, 2020.

Figura 18 – Resina composta sendo fotoativada junto ao pino no conduto radicular (pino anatômico)

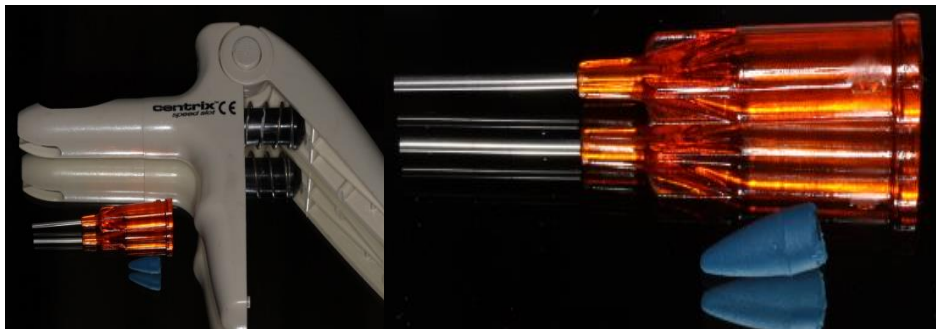


Fonte: Do autor, 2020.

Antes da cimentação, para o G4, primeiramente foi realizada a prova do pino ao conduto radicular. O pino foi posicionado na profundidade planejada e, na sequência, foi inserida a luva sobre o pino, deslocando-a o mais apicalmente possível com leve pressão manual. O posicionamento do conjunto foi registrado pelas marcações horizontais tanto no pino quanto na luva destinadas a essa finalidade. Removeram-se, então, o conjunto pino e a luva do conduto radicular para tratamento superficial conforme recomendações do fabricante.

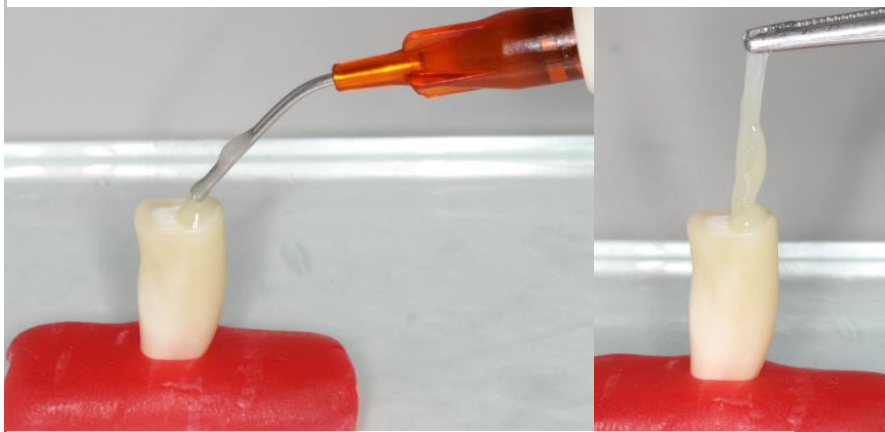
A cimentação dos pinos de todos os grupos foi feita com cimento resinoso autoadesivo translúcido (U200, 3M, St Paul – MN – USA). A inserção do cimento no conduto radicular foi feita utilizando uma seringa centrix e pontas agulhadas com alongadores metálicos específicos para região intraradicular (Figura 19). Os pinos foram, então, levados aos espaços radiculares preparados com o auxílio de pinças clínicas e inseridos por leve pressão manual (Figura 20).

Figura 19 – Seringa centrix com ponta alongadora de metal para inserção de cimento intracanal



Fonte: Do autor, 2020.

Figura 20 – Inserção do cimento no conduto radicular e ao redor do pino fibra de vidro

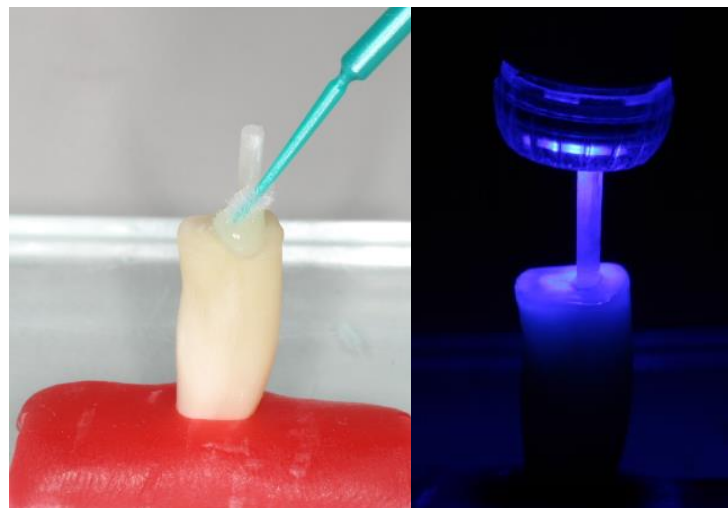


Fonte: Do autor, 2020.

Para o G4, após a inserção do cimento no conduto e nos pinos propriamente ditos, as luvas também foram recobertas com o mesmo cimento. O pino e a luva foram inseridos no conduto radicular de modo simultâneo. Foi realizada, então, leve pressão sobre a luva, de modo que ela atingisse a mesma posição conforme verificado na etapa de prova do conjunto pino e luva.

Os excessos de cimento ao redor dos pinos foram imediatamente removidos com o auxílio de um pincel descartável (Aplik Angelus, Londrina PR, Brasil) e na sequência foi realizada a fotoativação por 40 segundos. A ponta do aparelho fotoativador foi posicionada paralelamente à superfície superior do pino (Figura 21).

Figura 21 – Remoção de excesso de cimento ao redor do pino e fotoativação por 40 segundos (ponta do aparelho posicionada paralelamente à superfície superior do pino)



Fonte: Do autor, 2020.

Após a cimentação dos pinos fibra de vidro, as raízes foram armazenadas em solução de timol a 1% à temperatura ambiente por uma semana. Em seguida, as raízes foram fixadas com bastão de cera de baixa fusão em uma base de resina acrílica (Figura 22) e seccionadas pela máquina de cortes precisos (Isomet 1000, Buehler, EUA) transversalmente ao seu eixo longitudinal, a partir da borda cervical, com velocidade de 200 rpm (Figura 23), em 6 discos de um milímetro cada, dois na região de terço cervical, dois na região de terço médio e dois na região de terço apical. Todos os discos foram identificados por diferentes cores. O terço cervical foi marcado com a cor azul, o médio vermelho e o apical, preto. A marcação foi realizada no lado superior, de modo a orientar a futura aplicação da força no sentido cérvico-apical.

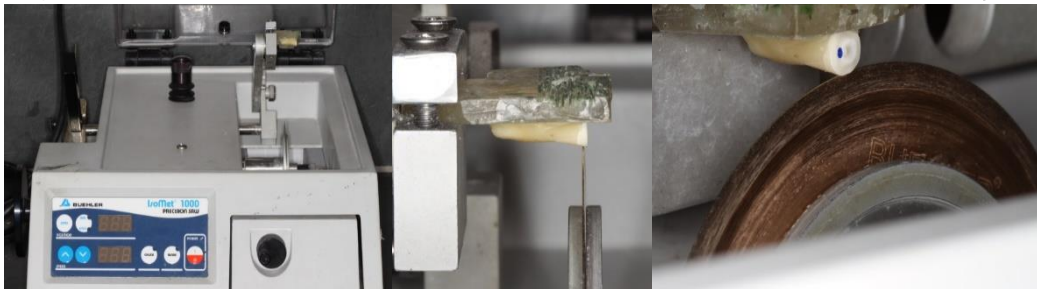
Foram desprezados os primeiros discos dos terços cervical, médio e apical (Figuras 24 e 25). Os discos foram armazenados em microtubo tipo Eppendorf com timol a 1% por 24 horas à temperatura ambiente (Figura 26). O Quadro 1 apresenta todos os materiais, composição e fabricante utilizados no estudo.

Figura 22 – Fixação da raiz em cera de baixa fusão na base de acrílico específica da máquina de cortes



Fonte: Do autor, 2020.

Figura 23 – Máquina de corte (Isomet) e raiz posicionada para a secção



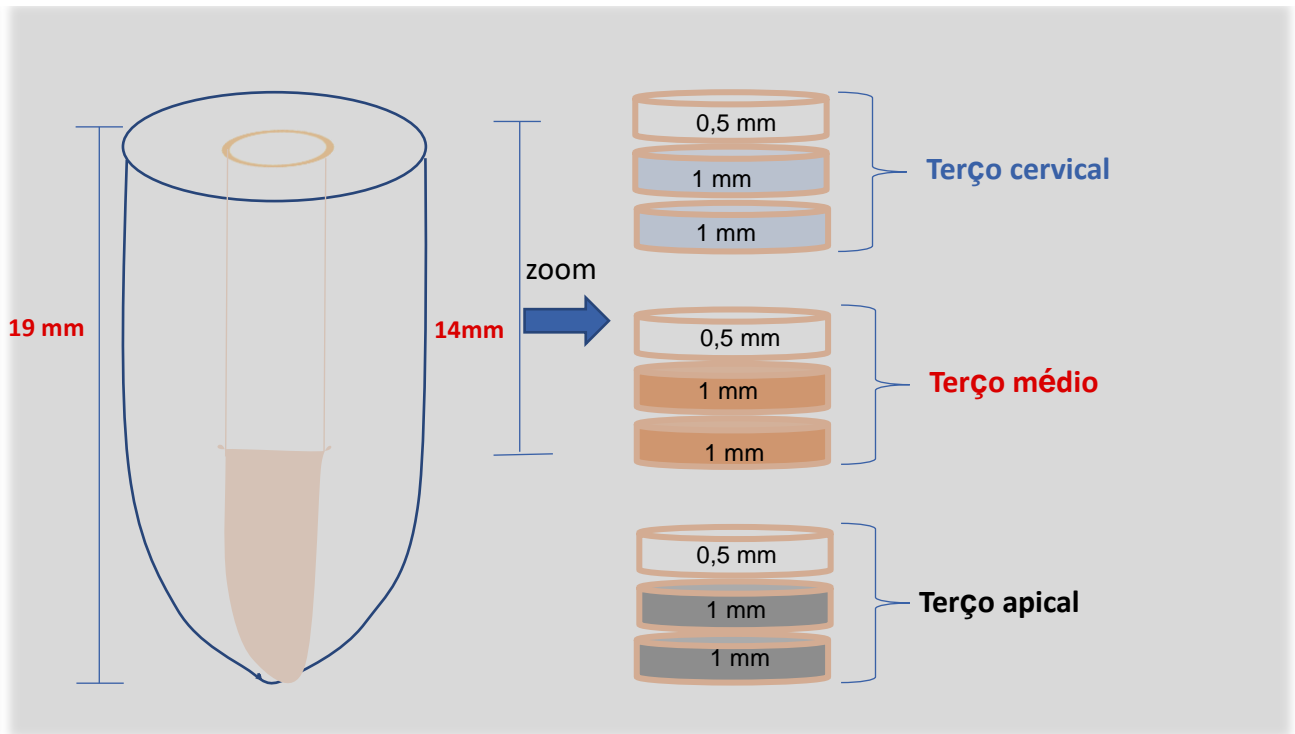
Fonte: Do autor, 2020.

Figura 24 – Discos obtidos após o corte na Isomet. Terço cervical (azul), médio (vermelho) e apical (preto). O primeiro disco de cada terço foi desprezado (sem marcação)



Fonte: Do autor, 2020.

Figura 25 – Esquema gráfico representativo na obtenção dos discos (corpo de prova) em cada terço radicular. O primeiro disco de cada terço radicular foi desprezado. Cada disco desprezado tinha 0,5 mm de espessura



Fonte: Do autor, 2020.

Figura 26 – Espécimes armazenados em microtubos do tipo Eppendorf com solução de timol 1%



Fonte: Do autor, 2020.

Quadro 1 – Nome, fabricante, composição dos materiais utilizados

Materiais	Composição	Fabricante
Pino fibra de vidro White Post DC n^{os} 1 e 2	Básica: Fibra de vidro, resina epóxi, carga inorgânica e promotores de polimerização	FGM Produtos Odontológicos, Joinville, Santa Catarina, Brasil.
Pino fibra de vidro Splendor	80% fibra de vidro 20% resina epóxi	ANGELUS, Londrina, Paraná, Brasil.
Prosil	3-Metacriloxipropiltrimetoxisilano (menos que 5%), etanol (maior que 85%), Água (menor que 10%)	FGM Produtos Odontológicos, Joinville, Santa Catarina, Brasil.
Adper Single Bond 2	Álcool etílico, Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato (BisGMA), Silica tratada, 2-hidroxiethyl metacrilato (HEMA), Glicerol 1,3-dimetacrilato, Copolímero de ácido acrílico e ácido itacônico, Água, Diuretano dimetacrilato (UDMA), Difeniliodônio hexafluorofosfato, Etil 4-dimetil aminobenzoato (EDMAB)	3M ESPE, St. Paul, Estados Unidos.
Etanol Prolink	Álcool etílico hidratado a 70% INPM	PROLINK INDÚSTRIA QUÍMICA, Guapiáçu, São Paulo, Brasil.
Soro Fisiológico Sorimax	Cloreto de Sódio 0,9%	FARMAX, Cel. Jovelino Rabelo, Minas Gerais, Brasil.
Resina composta A1 Z350 XT	A resina contém bis-GMA, UDMA, TEGDMA, e bis-EMA(6). As partículas zircônica/sílica (combinação de partículas de sílica com 20nm e Zircônia 3 com 4-11nm. A carga de partículas inorgânicas representa cerca de 72,5% por peso (55,5% em volume) para cores translúcidas e 78,5% em peso (63,3% por volume) para todas as outras cores	3M ESPE, St. Paul, Estados Unidos.
AH Plus	Pasta A (cor âmbar) • Bisphenol-A epoxy resin • Bisphenol-F epoxy resin • Tungstato de cálcio • Óxido de zircônio • Sílica • Pigmentos de óxido de ferro Pasta B (cor branca) • Dibenzylidiamine • Aminoadamantane • Tricyclodecane-diamine • Tungstato de cálcio • Óxido de zircônio	DENTYSPLY SIRONA, Pirassununga, São Paulo, Brasil.
K Y® Gel	Gel a base de água	JONHSON & JONHSON, Nova Brunswick, Nova Jersey, Estados Unidos.
Rely X U200	Pasta Base: pó de vidro tratado com silano, ácido 2-propenoico, TEGDMA, fibra de vidro, persulfato de sódio Pasta Catalisadora: pó de vidro tratado com silano, dimetacrilato substituto, sílica tratada com silano, sais de cálcio, hidróxido de cálcio, dióxido de titânio	3M ESPE, St. Paul, Estados Unidos.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

O Quadro 2 expressa de forma simplificada a metodologia utilizada para preparo dos espécimes: preparo das raízes, cimentação dos pinos nos grupos experimentais.

Quadro 2 – Grupos experimentais

MATERIAIS UTILIZADOS	GRUPOS			
	G1	G2	G3	G4
WHITE POST DC Nº 1		X		
WHITE POST DC Nº 2	X		X	
PINO SPLENDOR				X
ESFREGAÇÃO COM ÁLCOOL NO PINO	X	X	X	X
SILANO NO PINO	X	X	X	X
ADESIVO NO PINO		X		
RESINA COMPOSTA NO PINO		X		
BROCA 702 PARA ALARGAR O CONDUTO RADICULAR	X	X		X
BROCA ESPECÍFICA RECOMENDADA PELO FABRICANTE			X	X
RELYX U200 TRANSLÚCIDO	X	X	X	X

* Todas as raízes foram padronizadas com altura de 19 mm e tiveram os condutos radiculares preparados com 14 mm de profundidade com broca de Largo nº 3. Logo após, cada raiz recebeu uma formatação do conduto radicular de acordo com o grupo pertencente.

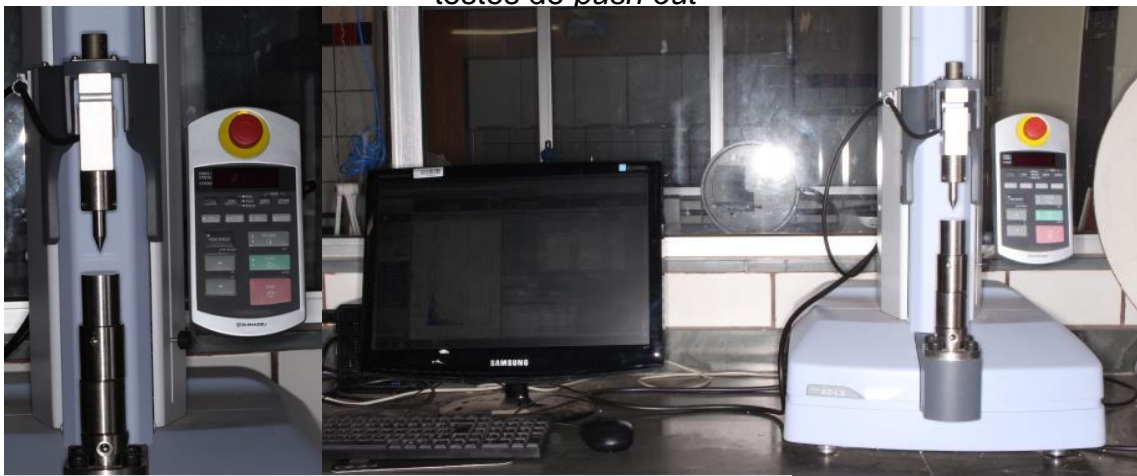
Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

5.6 Resistência de união

Para avaliar a resistência de união, foi realizado o teste de extrusão. Os espécimes foram submetidos, então, a cargas compressivas sobre o pino no sentido ápico-cervical do eixo longitudinal do dente junto à máquina de ensaio universal com velocidade de 0,5mm/min, com célula de carga de 5000N até o momento do deslocamento. O equipamento utilizado para os testes de compressão foi uma

máquina de ensaio universal (EZ-LX Long-Stroke Model, Shimadzu®, kyoto, Japão) (Figura 27). Como preparação para o teste de extrusão (*push out*), cada espécime foi posicionado sobre uma base metálica com orifício central de 2,0 mm de diâmetro (Figura 28). Uma ponteira com extremidade de 1,0 mm de diâmetro foi adaptada à máquina de ensaio e posicionada sobre o espécime, de forma a tocar somente o pino, sem entrar em contato com as paredes do conduto radicular (Figura 29). As figuras 30 e 31 mostram um esquema representativo do teste de extrusão (*push out*).

Figura 27 – Máquina de ensaio universal EZ-LX Long-Stroke utilizada para os testes de *push out*



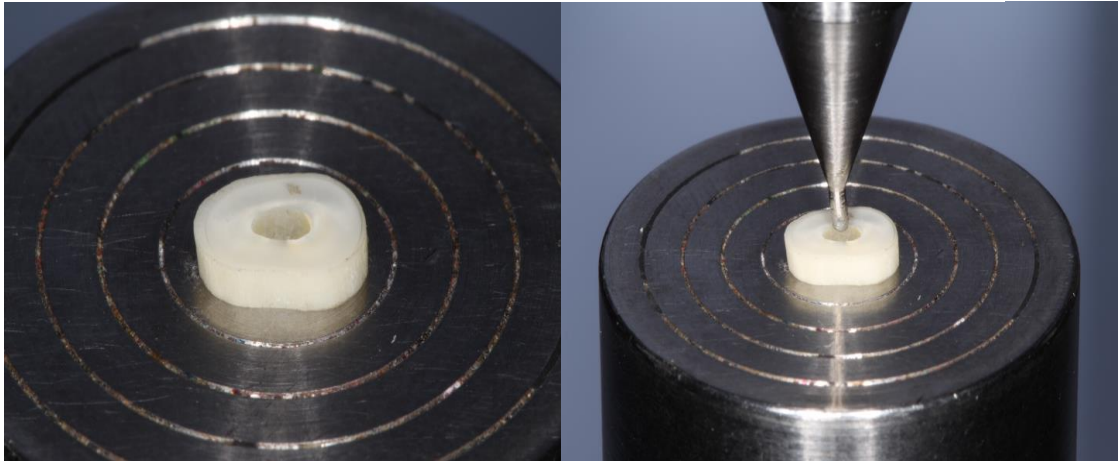
Fonte: Do autor, 2020.

Figura 28 – Dispositivo com orifício central utilizado para o teste de *push out* como base para o apoio dos espécimes



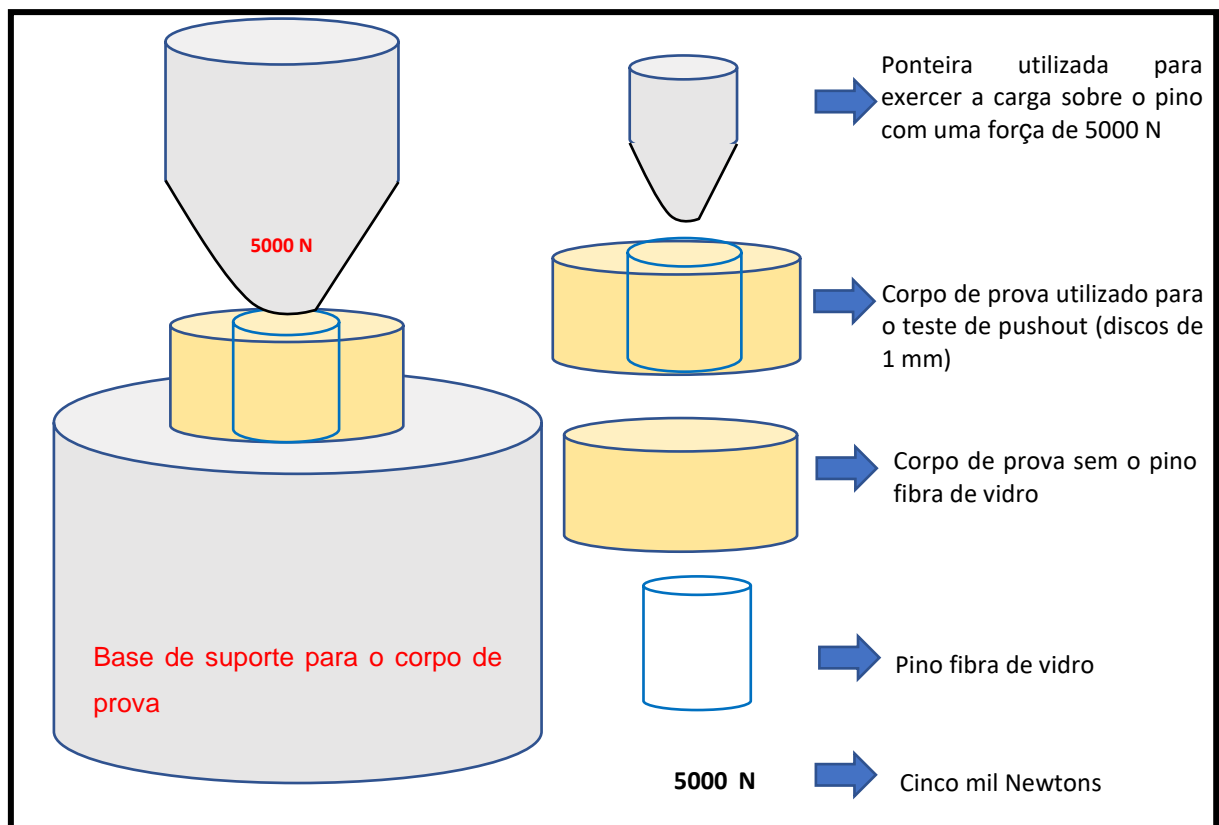
Fonte: Do autor, 2020.

Figura 29 – Espécime posicionado e a ponteira centralizada sobre o pino; iniciando o teste de extrusão



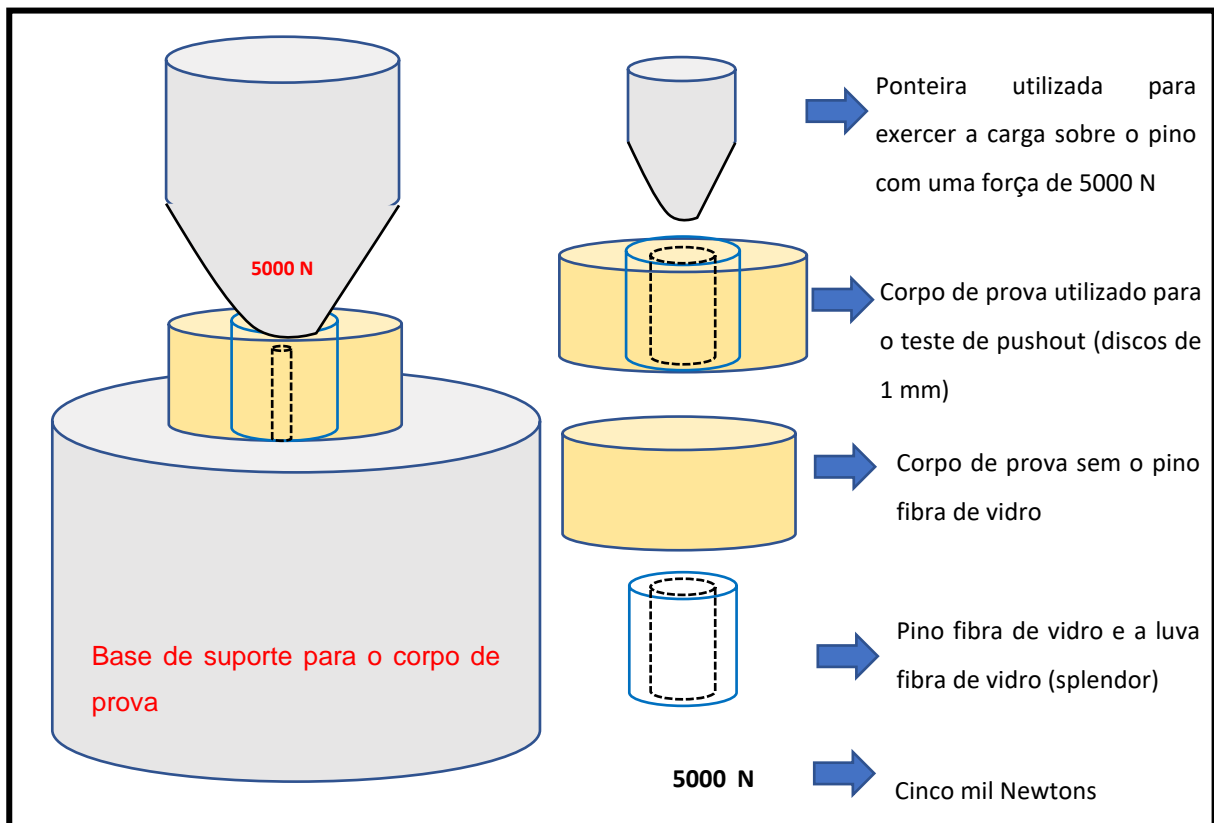
Fonte: Do autor, 2020.

Figura 30 – Esquema representativo do teste de resistência ao deslocamento por extrusão (push-out) com o pino sem a luva



Fonte: Do autor, 2020.

Figura 31 – Esquema representativo do teste de resistência ao deslocamento por extrusão (push-out) com o pino e a luva (splendor).



Fonte: Do autor, 2020.

Os resultados obtidos em ensaio mecânico por extrusão (*push out*) em Newton (N) foram transformados para Megapascal (MPa) assim como mencionado por D'Arcangelo *et al.* (2007). A fórmula que converte os valores de (N) para (MPa) foi: $\text{Newton/mm}^2 = \text{Megapascal}$. Os valores foram obtidos considerando a área do pino em mm^2 .

Fórmula da área do cone: $\pi(R+r) [(h^2 + (R-r)^2)^{0.5}]$, em que $\pi=3.14$, R é o raio maior, r, raio menor e h, altura. O valor do raio maior (R) foi obtido através da medida da largura do pino após a obtenção do disco (corpo de prova), com auxílio de um microscópio de medição. Essa medição foi realizada na face do disco voltada para a cervical. Logo, o valor do raio menor (r) foi aferido da mesma forma, porém, com a face do disco voltada para apical. Por fim, o valor da altura (h) foi obtido através da espessura do disco (corpo de prova) com auxílio de um paquímetro digital.

5.7 Análise estatística

Para avaliar a distribuição dos dados (testar a normalidade) foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov (amostras com n igual ou maior que 51). Para o banco de agregados, houve significância (valor de p) menor que 0,05, rejeitando a hipótese de normalidade dos dados. Então, foi aplicado o teste não paramétrico (Kruskal-Wallis), para comparação dos grupos. Da mesma forma, os descritivos e o teste normalidade foram realizados estratificando a amostra pelos terços dos dentes analisados: cervical, médio e apical, separadamente. O Teste de Kolmogorov-Smirnov mostrou valores de p menores que 0,05 para os terços médio e apical. Dessa forma, para comparação dos dados desses dois terços foi utilizado o teste de Kruskal Wallis, seguido do teste *post-hoc* de Mann-Whitney. O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5% ($p < 0,05$).

6 RESULTADOS

Os resultados médios de resistência de união e desvio padrão dos diferentes grupos, nos respectivos terços apical, médio e cervical, e a somatória dos terços de cada grupo do estudo são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores de média e desvio-padrão de resistência de união (MPa) dos diferentes terços e a somatória dos terços dos grupos experimentais

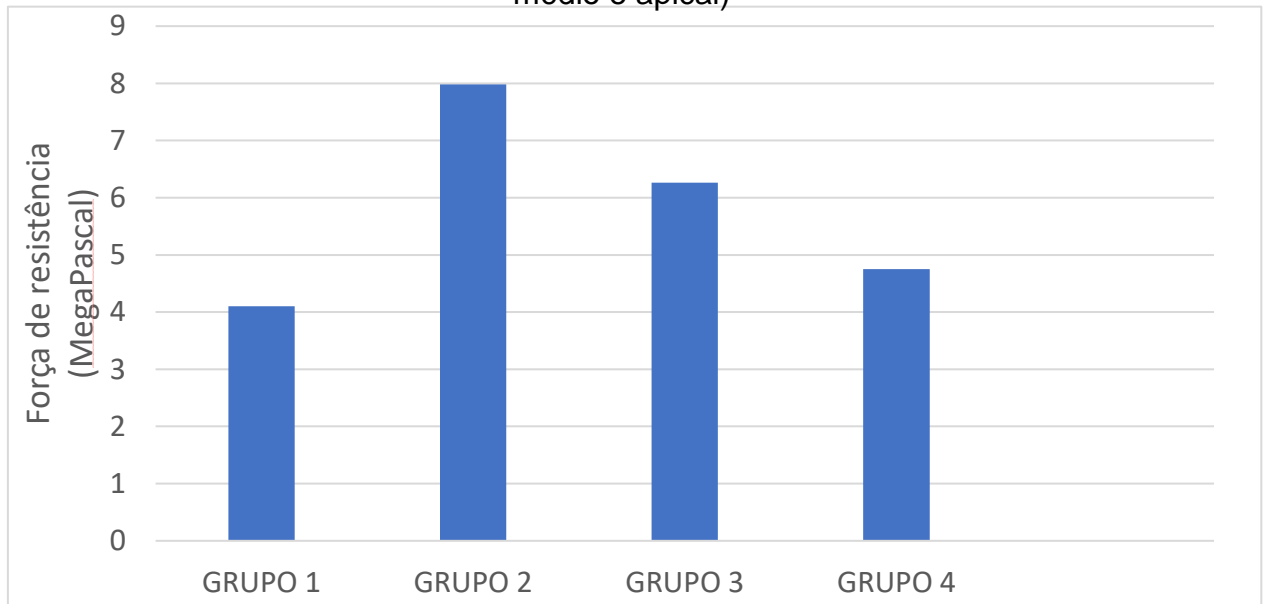
Grupos	Posição			
	Terço apical (12 mm depth)	Terço médio (8 mm depth)	Terço cervical (4 mm depth)	Soma
G1	4,13 ± 2,83Aa	4,00 ± 1,99Aab	6,64 ± 2,97Ab	4,10 ± 2,30A
G2	7,95 ± 4,39BDa	8,64 ± 3,38BCa	8,56 ± 2,80Ba	7,98 ± 3,51B
G3	5,85 ± 2,77BCa	6,18 ± 3,05ACa	7,17 ± 2,24Ba	6,26 ± 2,70B
G4	5,53 ± 3,55ACDa	5,22 ± 3,19Aa	4,89 ± 1,88Aa	4,75 ± 2,82A

* Kruskal Wallis e Mann-Whitney. Letras maiúsculas diferentes significam diferenças estatisticamente significativas entre grupos dentro de cada coluna / terço e soma ($p < 0,05$). Letras minúsculas diferentes significam diferenças estatisticamente significativas nas profundidades (terços) dentro de cada linha ($p < 0,05$).

Os dados de resistência de união foram comparados usando: a somatória de todos os terços em cada grupo experimental (G1 ao G4); os diferentes terços de um mesmo grupo de modo individual (cervical, médio e apical); e cada um dos terços separadamente entre os diferentes grupos. Diferenças estatisticamente significantes foram observadas em todas as comparações ($p < 0,05$).

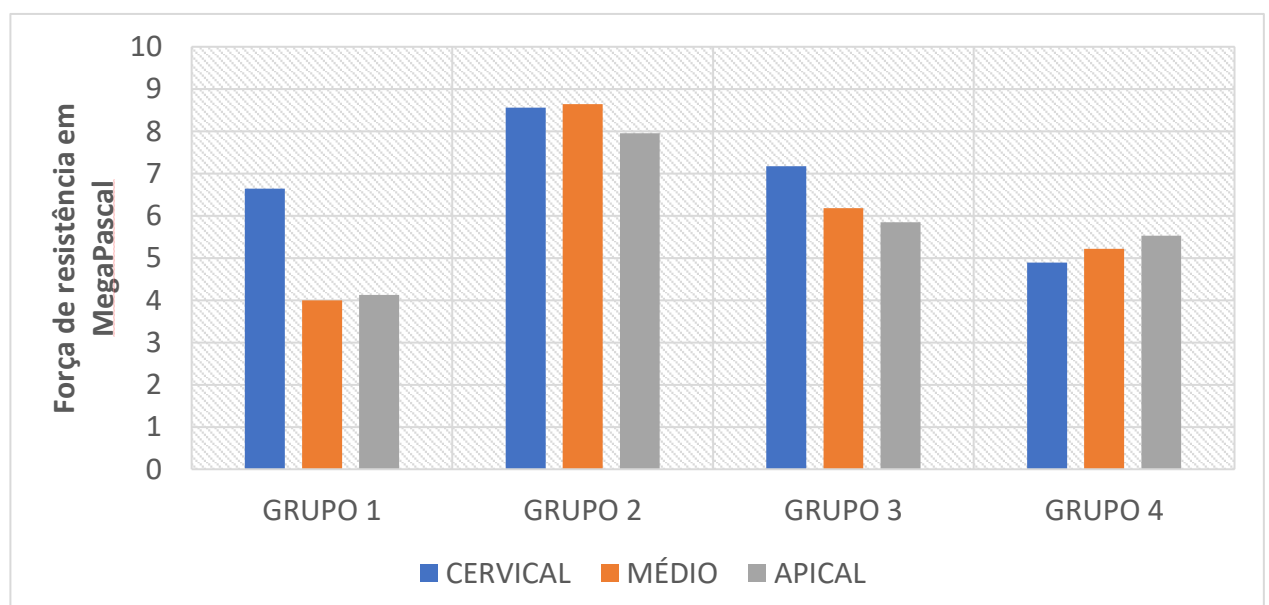
A comparação das somatórias dos valores de resistência de união dos diferentes grupos mostrou que os grupos 2 e 3 apresentaram os maiores valores sem diferenças estatísticas entre si. Os grupos 1 e 4 mostraram os menores valores e não diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$) (Gráfico 1)

Gráfico 1 – Força de resistência (média) de cada grupo na somatória dos terços (cervical, médio e apical)



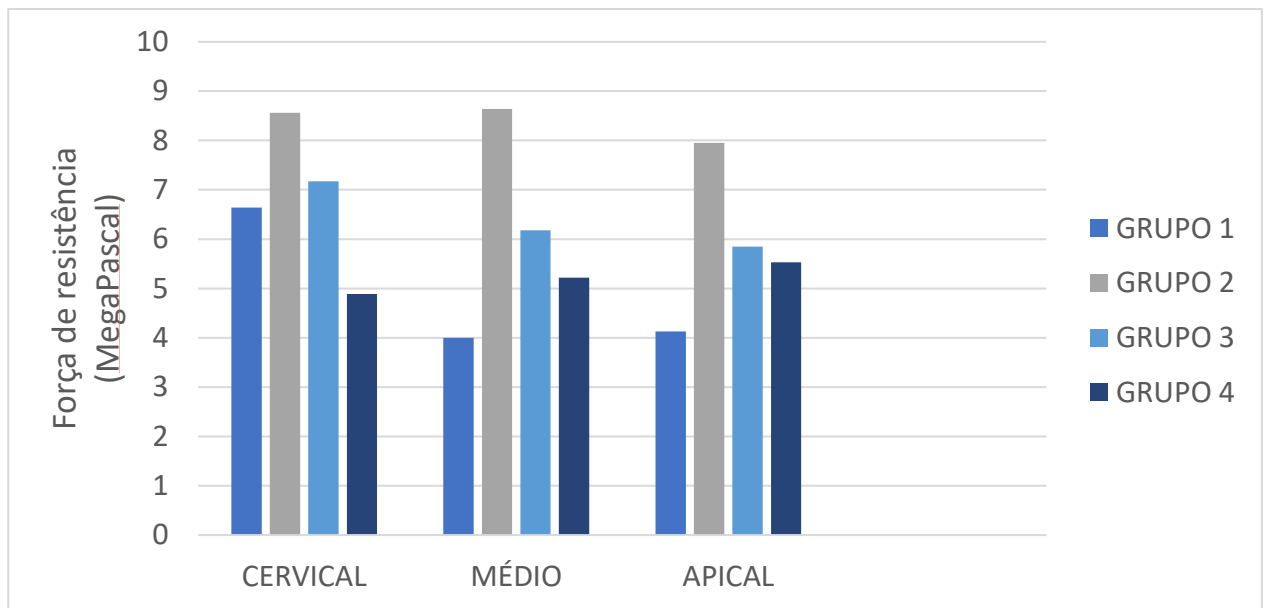
Em relação à comparação entre os diferentes terços de um mesmo grupo, o grupo 1 mostrou que a resistência de união foi maior no terço cervical que no apical. Já as comparações entre o terço médio e o cervical, e entre o terço médio e o apical, para o grupo 1, sinalizam diferenças estatisticamente significantes. Para os grupos 2, 3, 4 e 5, não houve diferença significativa na resistência de união nos terços cervical, médio e apical (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Força de resistência de união (MegaPascal) por terço dos grupos de estudo



Na análise comparativa entre os grupos no terço cervical, os grupos 2 e 3 não diferiram entre si e apresentaram resistência de união superior à dos grupos 1 e 4. Para o terço médio, os valores apontaram a seguinte ordem: G2>G3>G4=G1. Por fim, as análises comparativas entre os valores do terço apical de todos os grupos mostraram a seguinte ordem: G2>G3>G4>G1 ($p<0,05$) (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Comparação da força de resistência (média) entre os grupos por terço cervical, médio e apical



ARTIGO**Título:** Resistência adesiva de pinos em fibra de vidro adaptáveis: avaliação *in vitro***Autores:** SAMPAIO, E. C.; CANESCHI, C. S.; MORGAN, L. F. S. A.; ALBUQUERQUE, R. C.; MAGALHÃES, C. S.; MOREIRA, A. N.**Periódico pretendido:** The Journal of Prosthetic Dentistry**ABSTRACT**

Endodontically treated teeth deserve special care in the prosthetic rehabilitation stage. In the vast majority of cases, the installation of an intraradicular post is necessary. The objective of this study was to evaluate the bond strength between different prefabricated fiberglass post cemented in root canals. 60 bovine uniradicular teeth were selected and randomly divided into 4 groups (n = 15). Group 1 (G1) used tapered post on weakened roots, group 2 (G2) re-tapered pins with composite resin (anatomical post) on weakened roots, group 3 (G3) used tapered post on non-weakened roots and the group (G4) cylindrical post with conical sleeve adaptable in fragile roots. The roots were treated endodontically and filled with cement based on epoxy resin. The specimens were standardized with a height of 19 mm and the root canals were prepared with 14 mm for cementation of the fiberglass post. The preparation of the conduit was carried out with drills of 1.2 and 3 in all groups. For groups G1, G2 and G4, a 702 trunk-cone drill was also used to simulate weakened roots. In group G3, in addition to the drill bit 1.2 and 3, the drill indicated by the manufacturer according to the choice of the post. In G1 and G3 groups, White Post DC n ° 2 post were used. In the G2 group, White Post DC n ° 1 pins were used and for the G4 group, the Splendor set of post and glove were used. The cementation of the post of all groups was carried out with the self-adhesive resin cement in translucent color (Relyx U200 3M). After 7 days of the cementation of the post, the roots were sectioned by the precise cutting machine in 6 discs of one millimeter each. Two in the cervical third region, two in the middle third region and two in the apical third region. The specimens were then subjected to compressive loads on the post in the apico-cervical direction (push out). For statistical analysis, Kruskal Wallis and Mann-Whitney tests were applied at a significance level of 5%. The comparison among the shear bond strength means of the groups showed, G2 = G3 and presented the highest values without statistical difference between them. In the comparison between the cervical, middle and apical thirds in the same group there were no statistically significant differences for groups 2, 3 and 4. And in the analysis of the thirds between the groups it was: cervi-cal G2 = G3 > G1 and G4; mean G2>G3>G1 = G4; apical G2 = G3>G4 = G1 (p<0.05). However, it cannot be inferred that the adaptive post tested here should not be used. More scientific studies should be developed in a way

Keywords: Fiber glass post. Post-core techniques. Dental bonding.

Introdução

Dentes tratados endodonticamente merecem um cuidado especial na etapa de reabilitação protética. Geralmente são dentes que tiveram sua estrutura degradada seja por cárie, por restauração preexistente, por fratura ou mesmo pelo acesso endodôntico, resultando em grande perda de estrutura dentária (1). Devolver a estética e a função a esses dentes inclui, na grande maioria dos casos, a instalação de um pino intrarradicular (2).

A utilização de pinos pré-fabricados é bem estabelecida na literatura e seu objetivo é reter o material de reconstrução (3, 4).

Existe uma grande variedade de pinos pré-fabricados com diferentes materiais, formas anatômicas e configurações de superfície. Dentre os pinos disponíveis no mercado, os pinos de fibra de vidro têm sido os de primeira escolha, por possuírem um módulo de elasticidade que se assemelha ao da estrutura dentinária (6, 7), colaborando para a melhor distribuição das tensões incididas sobre a porção coronária ao longo da raiz (8).

A longevidade desses dentes está diretamente relacionada a fatores como: eficácia da união entre o pino, o cimento e a dentina radicular (5).

A escolha do agente de cimentação deve recair sobre materiais que não dependam exclusivamente da luz. Parece haver uma redução significativa da intensidade luminosa emitida pelo fotoativador à medida que a profundidade do pino aumenta no interior do conduto radicular (9).

Entretanto, o fator mais importante para a retenção de um pino intrarradicular é a sua adaptação ao conduto radicular (8). Nessa linha de evidências científicas é que novos pinos com novas configurações superficiais foram desenvolvidos com a proposta de melhorar a resistência de união entre pino pré-fabricado e o conduto radicular (9). A necessidade de melhoria na retenção, logo na adaptação do pino, pode ser claramente entendida quando a principal causa de falha na reconstrução de dentes tratados endodonticamente com pinos fibra de vidro é apontada para a perda da retenção (10). Portanto, melhorar a adaptação do pino ao conduto radicular faz parte da corrida científica quando o objetivo é aumentar a retenção dos pinos.

Recentemente, pinos cilíndricos que possuem uma luva adaptável ao canal radicular foram desenvolvidos com o objetivo de obter a máxima adaptação nos diferentes terços do conduto radicular (Esplendor SAP, Angelus, Brasil). Esse sistema consiste em um pino de fibra de vidro cilíndrico e uma luva cônica também em fibra de vidro. Essa luva envolve o pino e se movimenta ao longo de seu eixo longitudinal. Quando inserida juntamente com o pino ela possibilitaria íntima adaptação para os diversos diâmetros e conicidades dos diferentes condutos radiculares. Dessa forma, melhoraria a retenção do pino por permitir ótima adaptação nos diferentes terços radiculares.

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união dos diferentes pinos pré-fabricados de fibra de vidro, fixados com o cimento resinoso ao substrato dentinário radicular, nos terços cervical, médio e apical em raízes fragilizadas.

Materiais e Métodos

1. Preparação dos espécimes

Sessenta dentes bovinos, pinças laterais, foram obtidos, analisados em lupa estereoscópica e armazenados em água destilada. Assim como mencionam Wang *et al.* (2008), os canais radiculares foram preparados e padronizados por brocas de número 3 (Gates-Glidden, Dentsply Maillefer AS, Ballaigues, Switzerland). Os condutos radiculares foram obturados pela técnica de condensação lateral e cimento endodôntico à base de resina epóxica, AH Plus (Dentsply Sirona, São Paulo, Brasil).

Os dentes tratados endodonticamente foram armazenados em solução de timol a 1% por uma semana. Logo após esse período, a coroa anatômica foi seccionada por uma máquina de cortes precisos (Isomet 1000 Buehler) determinando a altura radicular padrão de 19 mm.

As raízes tiveram os espaços dos pinos preparados com 14 mm de profundidade por brocas de Largo números 1, 2 e 3 (Dentsply Maillefer AS, Ballaigues, Switzerland), mantendo o selamento apical de guta percha de 5 mm. Para simular raízes fragilizadas, além do uso das brocas de Largo, também foi utilizada a broca carbide tronco-cônica dentada de extremidade plana 702 – PM (MICRODONT – São Paulo,

Brasil) para alargamento das raízes. Esse alargamento foi realizado de modo padronizado em profundidade de 10 mm e em diâmetro de 1,6 mm que corresponde ao diâmetro da broca 702.

Os dentes foram, então, divididos aleatoriamente em 4 grupos (n=15). O grupo 1 (G1) utilizou pinos cônicos White Post DC número 2 (FGM, Joinville – SC – Brasil) em raízes fragilizadas; o grupo 2 (G2), pinos cônicos White Post DC número 1 (FGM, Joinville – SC – Brasil) reembasados com resina composta (pino anatômico) em raízes fragilizadas; e o grupo 3 (G3) utilizou pinos cônicos White Post DC número 2 (FGM, Joinville – SC – Brasil) em raízes não fragilizadas. No grupo 4 (G4), foram utilizados pinos cilíndricos que possuem uma luva adaptável ao pino e conduto radicular Splendor (Angelus, Londrina – PR – Brasil) em raízes fragilizadas.

Os grupos G1, G2 e G4 tiveram desgaste adicional com broca 702 para simular raízes fragilizadas, como descrito acima. O G3 teve o preparo do conduto radicular realizado pela sequência das brocas de Largo números 1, 2 e 3 e foi utilizada, também, a broca específica para formatação do conduto radicular que acompanha o pino, conforme orientação do fabricante.

2. Preparação dos pinos

Os pinos receberam esfregação com álcool seguido de rigorosa secagem com jatos de ar por 30 segundos e aplicação de uma camada de silano por um minuto (Prosil, FGM, Joinville, SC, Brasil), também seguida de jatos de ar por 30 segundos.

Especificamente para o G2, o pino recebeu, além dos esfregações com álcool e silano, uma camada de adesivo (Single Bond 2, 3M, St Paul – MN – USA) e fotoativação por 30 segundos (Radii-Cal, SDI – Victoria – AUS, com 865 mW/cm²). Na sequência, o pino foi preenchido por incrementos de resina composta cor A1 (Z350 XT, 3M, St Paul – MN – USA). A raiz foi lubrificada por fina camada de gel hidrossolúvel K-Y® (Jonhson & Jonhson, Nova Brunswick, Nova Jersey, Estados Unidos) com o auxílio de um pincel microbrosh. O pino e a resina composta inserida no pino foram, então, conduzidos de modo centralizado no conduto radicular e imediatamente realizou-se a fotoativação por 30 segundos. Posteriormente, o conjunto pino e resina composta (pino anatômico) foi removido da raiz. A fotoativação

foi complementada por 40 segundos, para cada face proximal da porção radicular do pino/resina de reembasamento. A superfície do pino reembasado teve a mesma forma de tratamento da superfície dos demais pinos.

Para o G4, primeiramente, foi realizada a adaptação do pino ao conduto radicular, posicionando-o na profundidade planejada e desobstruída. Na sequência, foi inserida a luva sobre o pino e deslocada o mais apicalmente possível, com leve pressão. Referências de inserção do conjunto foram registradas por marcações horizontais que vêm gravadas nos pinos e nas luvas. O conjunto pino e luva foi removido do conduto radicular para tratamento superficial conforme descrito acima.

3. Cimentação dos pinos

Para a cimentação dos pinos de todos os grupos foi utilizado o cimento resinoso autoadesivo na cor translúcido (U200, 3M, St Paul – MN – USA). A inserção do cimento no conduto radicular foi realizada por meio de uma seringa centrix e pontas próprias com alongadores específicos para a região intrarradicular. Os pinos foram, então, levados aos espaços radiculares preparados com leve pressão digital.

Os excessos de cimento ao redor dos pinos foram removidos com o auxílio de um pincel descartável (Aplik Angelus, Londrina, PR, Brasil) e, na sequência, foi realizada a fotoativação por 40 segundos. Os dentes foram armazenados em solução de aquosa de timol a 1%, à temperatura ambiente até o momento dos cortes.

4. Preparo do corpo de prova

Uma semana após a cimentação dos pinos, as raízes foram fixadas em dispositivo de acrílico com cera de baixa fusão e seccionadas em máquina de cortes precisos (Isomet 1000, Buehler, EUA) perpendicularmente ao seu eixo longitudinal, a partir da borda cervical, em 6 discos de um milímetro cada: dois discos na região de terço cervical, dois na região de terço médio e dois na região de terço apical. Os discos foram armazenados em timol a 1% por 24 horas à temperatura ambiente.

5. Teste por extrusão

Os espécimes obtidos foram submetidos a cargas compressivas sobre o pino no sentido ápico-cervical do eixo longitudinal do dente em máquina de ensaios universal Instron TTDML®, com velocidade de 0,5mm/min, 5000N até o momento do deslocamento.

Os resultados obtidos no ensaio mecânico por extrusão (*push out*) em Newton (N) foram transformados para Megapascal (MPa) assim como mencionam D'Arcangelo *et al.* (2007). A fórmula que converte os valores de (N) para (MPa) $\text{Newton/mm}^2 = \text{Megapascal}$ é a fórmula da área do cone $p(R+r) [(h^2 + (R-r)^2)^{0.5}]$, em que $p=3.14$, R é o raio maior, r é o raio menor e h é a altura do espécime.

Análise estatística

Após os testes para verificação da distribuição de normalidade e homogeneidade, foram utilizados os testes não paramétricos kruskal-wallis e o de Mann-Whitney para análise dos resultados com nível de significância de 5%. O programa estatístico utilizado foi o SPSS.

Resultados

Os resultados do ensaio mecânico por extrusão foram sintetizados na tabela 1.

Os dados de resistência de união foram comparados, usando a somatória de todos os terços em cada grupo experimental (do G1 ao G4), os diferentes terços de um mesmo grupo de modo individual (cervical, médio e apical) e cada um dos terços separadamente entre os diferentes grupos. Diferenças estatisticamente significantes foram observadas em todas as comparações ($p < 0,05$).

A comparação das somatórias dos valores de resistência de união dos diferentes grupos mostrou que os grupos 2 e 3 apresentaram os maiores valores sem diferenças estatísticas entre si. Os grupos 1 e 4 mostraram os menores valores e não diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$).

Em relação à comparação entre os diferentes terços de um mesmo grupo, o grupo 1 mostrou que a resistência de união foi maior no terço cervical que no apical. Já as comparações entre os terços médio e cervical, e entre os terços médio e apical, também para o grupo 1, não sinalizam diferenças estatisticamente significantes. Para os grupos 2, 3 e 4 não houve diferença significativa na resistência de união nos terços cervical, médio e apical.

Na análise comparativa entre os grupos no terço cervical, os grupos 2 e 3 não diferiram entre si e apresentaram resistência de união superior à dos grupos 1 e 4. Para o terço médio, os valores apontaram a seguinte ordem: G2>G3>G1=G4. Por fim, as análises comparativas entre os valores do terço apical de todos os grupos mostraram a seguinte ordem: G2>G3>G4=G1 ($p<0,05$).

Tabela 1 – Valores da média e desvio-padrão de resistência de união (MPa) dos diferentes terços e a somatória dos terços dos grupos experimentais

Grupos	Posição			Soma
	Terço apical (12 mm depth)	Terço médio (8 mm depth)	Terço cervical (4 mm depth)	
G1	4,13 ± 2,83Aa	4,00 ± 1,99Aab	6,64 ± 2,97Ab	4,10 ± 2,30A
G2	7,95 ± 4,39BDa	8,64 ± 3,38BCa	8,56 ± 2,80Ba	7,98 ± 3,51B
G3	5,85 ± 2,77BCa	6,18 ± 3,05ACa	7,17 ± 2,24Ba	6,26 ± 2,70B
G4	5,53 ± 3,55ACDa	5,22 ± 3,19Aa	4,89 ± 1,88Aa	4,75 ± 2,82A

* Kruskal Wallis e Mann-Whitney. Letras maiúsculas diferentes significam diferenças estatisticamente significativas entre grupos dentro de cada coluna / terço e soma ($p<0,05$). Letras minúsculas diferentes significam diferenças estatisticamente significativas nas profundidades (terços) dentro de cada linha ($p<0,05$).

Discussão

De acordo com os resultados desse estudo, a hipótese nula foi rejeitada porque houve diferença estatisticamente significativa na resistência ao deslocamento para os diferentes pinos fibra de vidro pré-fabricados.

Esse estudo analisou a resistência de união entre diferentes pinos pré-fabricados em fibra de vidro cimentados em canais amplos. A adaptação do pino ao conduto radicular é um fator crítico para o sucesso desse tipo de tratamento (8,10). O uso de pinos pré-fabricados com diâmetro que não correspondem ao tamanho da preparação do canal radicular é comum na prática clínica já que cada conduto possui características anatômicas próprias (11). Com isso, a linha de cimentação tem influência direta no deslocamento desse pino, justificando grande parte das falhas (8,10).

A escolha por um cimento resinoso autoadesivo foi baseada no fato de que não usar sistemas adesivos elimina consideravelmente etapas operatórias e por consequências variáveis que poderiam interferir negativamente no resultado, tais como controle da umidade e pouca penetração do feixe luminoso nos terços médio e apical (7).

Para as avaliações de resistência adesiva dos pinos de fibra à dentina radicular, testes de resistência à extrusão se mostraram adequados e já são largamente relatados na literatura. Os cortes perpendiculares ao longo do eixo de raiz/pino de 1 mm, utilizados nesse experimento, permitiram a aplicação uniforme da força com menos interferência das forças de tensão (12, 13, 14).

Comparando a somatória dos valores de todos os terços dentro de cada grupo, de acordo com os resultados desse trabalho, o G2 e o G3, que utilizaram respectivamente o pino anatômico e um pino cimentado em conduto não fragilizado, apresentaram os melhores resultados de resistência de união. Isso reafirma que, melhorando a adaptação dos pinos de fibra de vidro ao canal radicular e reduzindo a espessura da camada de cimento, parece aumentar a resistência de união, como previamente descrito por outros autores (8, 15). A camada adesiva de cimento é o elo frágil da união e, quanto maior a camada de cimento ao redor de um pino, menor será a resistência adesiva da interface pino, cimento, dentina (16, 17). A utilização de pinos

de fibra de vidro reembasados com resina composta, técnica utilizada no G2, tem sido recomendada para melhorar a adaptação desse pino ao conduto radicular e, por consequência, diminuir a espessura da linha de cimentação (15, 20). Já o G3, utilizou um pino em conduto não fragilizado e com preparação final por meio da sua respectiva broca de formatação, o que assegurou sua boa adaptação. O G4, que utilizou o pino com luva adaptável, apresentou baixos valores de resistência de união em semelhança ao controle negativo, G1. As hipóteses que podem justificar esses achados são devidas ao formato da luva e à dificuldade de tratamento químico entre pino e a luva. Apesar de a luva ser cônica no sentido cérvico-apical, ela não é arredondada. Ela possui duas faces opostas planas e paralelas entre si unidas por bordas arredondadas. Essa configuração superficial não permite a boa adaptação do sistema ao conduto radicular. Quando o conjunto pino e luva são inseridos no conduto, eles apenas garantem a estabilidade do pino dentro do canal e não uma íntima adaptação ao conduto radicular, gerando a falsa ideia de que o sistema pino e luva ficou bem adaptado. E isso pôde ser confirmado, através da avaliação, mesmo a olho nu, dos corpos de prova em que se observaram consideráveis GAPS entre o sistema pino e luva e a dentina radicular. Além disso, o degrau originado ao fim da extensão da luva em relação ao pino completa as razões que podem levar a uma espessa linha de cimentação, reduzindo a resistência de união de todo o sistema. Porém, não houve diferenças entre os terços apical desse grupo com o grupo 4.

A comparação entre os três terços do mesmo grupo seguiu o padrão encontrado na literatura quando cimentos autoadesivos são utilizados (18). O fato de ser um cimento com poucos e menos sensíveis passos clínicos justifica esse achado. A exceção, G1, pode ser entendida pelo fato de que é um grupo com espessa e regular linha de cimento ao redor do pino, o que promove fragilidade à resistência de união. Seus maiores valores no terço apical podem ser explicados pela maior área de dentina intertubular e no terço cervical pelo maior acesso a luz durante a fotoativação (7, 18, 19).

Na comparação do mesmo terço entre os diferentes grupos, o G4 apresentou resultados inferiores ao G2 e ao G3 e foi semelhante ao controle negativo, G1, no terço médio. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que o conduto radicular em G3 recebeu o desgaste para se ajustar ao pino, diferentemente do G2 em que o

pino foi reembasado com resina composta para se ajustar ao conduto radicular. Essa técnica mostra resultados bem satisfatórios, pois permite uma íntima adaptação do pino anatômico às paredes do conduto radicular. Uma vez que a resina composta consegue copiar a forma anatômica do conduto, a linha de cimentação obtida é extremamente delgada (15, 20).

Por fim, é importante salientar que, para atestar a eficiência ou não de um novo tipo de pino intrarradicular, diversos fatores clínicos e científicos são fundamentais. Não se pode, em hipótese alguma, inferir que o pino adaptável aqui testado não deva ser utilizado. Mais estudos científicos devem ser desenvolvidos de modo a elucidar seu desempenho clínico.

Conclusão

Os pinos fibra de vidro mal adaptados ao conduto radicular apresentaram baixa resistência de união.

Pinos bem adaptados ao conduto radicular, tanto para raízes fragilizadas quanto não fragilizadas, exibiram maior valor de resistência de união.

Pinos adaptáveis (Splendor) apresentaram baixo valor de resistência de união.

REFERÊNCIAS

1. ALBUQUERQUE, R. C. *et al.* Stress analysis of an upper central incisor restored with different posts. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 30, n. 9, p. 936-943, 2003.
2. MARCHIONATTI, A. M. E. *et al.* Clinical performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review. **Brazilian Oral Research**, v. 31, n. 0, p. 1-14, 2017.
3. GOMES, K. G. F.; FARIA, N. S.; NETO, W. R.; COLUCCI, V.; GOMES, E. S. Influence of laser irradiation on the push-out bond strength between a glass fiber post and root dentin. **J Prosthetic Dent**, v.119, n. 1, p. 97-102, 2018.
4. RUSCHEL, G. H.; GOMES, E. A.; SILVA-SOUSA, T. Y.; PINELLI, R. G. P.; SOUSA-NETO, M. D.; PEREIRA, G. K. R.; SPAZZIN, A. O. Mechanical properties and superficial characterization of a milled CAD-CAM glass fiber post. **J Mech Behav Biomed Mater**, v. 82, p.187-192, 2018.
5. ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A.; HEITMANN, T. Stiffness, elastic limit and strength of newer types of endodontics posts. **J Dent**, v. 27, n. 4, p. 275-278, 1999.
6. ALBUQUERQUE, R. C.; POLLETO, L. T. A.; FONTANA, R. H. B. T. S.; CIMINI JUNIOR, C. A. Stress analysis of an upper central incisor restored with different posts. **J Oral Rehabil**, v. 30, n. 9, p. 936-943, 2003.
7. MORGAN, L. F. S. A. *et al.* Light Transmission through a Translucent Fiber Post. **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 3, p. 299-302, 2008.
8. NAUMANN, M. *et al.* Is Adhesive Cementation of Endodontic Posts Necessary? **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 8, p. 1006-1010, 2008.
9. MASTORAS, K. *et al.* Evaluation of push-out bond strength of two endodontic post systems. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 4, p. 510-514, 2012.
10. MARCHIONATTI, A. M. E. *et al.* Clinical performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review. **Brazilian Oral Research**, v. 31, n. 0, p. 1-14, 2017.
11. PRADO, N. A.; FERREIRA, R. S.; MAURÍCIO, M. H. P.; PACIORNIK, S.; MIRANDA, M. S. Influence of the Cement Film Thickness Posts Cemented in Human Root Canals. **INT J Dent**, 2016.
12. GORACCI, C.; FABIANELLI, A.; SADEK, F. T.; PAPACCHINI, F.; TAY, F. R.; FERRARI, M. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. **J Endod**, v. 31, n. 8, p. 608-612, 2005.

13. MALLMANN, A.; JACQUES, L. B.; VALANDRO, L. F.; MUENCH, A. Microtensile Bond strength of photoactivated and autopolymerized adhesive systems to root dentin using translucent and opaque fiber-reinforced composite posts. **J Prosthet Dent**, v. 97, n. 3, p.165-172, 2007.
14. TEIXEIRA, C. S.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D. Bond strength of fiber posts to weakened roots after resin restoration with different light-curing times. **J Endod**, v.35, n. 7, p. 1034-1039, 2009.
15. FARIA-E-SILVA, A. L.; PEDROSA-FILHO, C. D. E. F.; MENEZES, M. D. E. S.; SILVEIRA, D. M.; MARTINS, L. R. Effect of relining on fiber post retention to root canal. **J Appl Oral Sci**, v.17, n. 6, p. 600-604, 2009.
16. GRANDINI, S.; GORACCI, C.; MONTICELLI, F.; BORRACCHINI, A.; FERRARI, M. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. **J Adhes Dent**, v. 7, n. 3, p.235-40, 2005.
17. D'ARCANGELO, C.; CINELLI, M.; DE ANGELIS, F.; D'AMARIO, M. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. **J Prosthet Dent**, v. 98, n.3, p.193-198, 2007.
18. MORGAN, L. F. S. A. *et al.* Influence of Light Transmission through Fiber Posts: Quantitative Analysis, Microhardness, and on Bond Strength of a Resin Cement. **Indian J Dent Res**, v. 29, n. 1, p. 74-80, 2018.
19. SCHWARTZ, R. S. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: Bonding in the root canal system-the promise and the problems: A review. **J Endod**, v. 32, n. 12, p. 1125-1134, 2006.
20. GUIOTII, F. A. *et al.* Contemporary vision of anatomic posts. **Arch Health Invest**, v.3, n. 2, p. 64-73, 2014.

7 CONSIDERAÇÕES

O presente estudo relata, em parte, a diversidade e as possibilidades de reabilitação de dentes tratados endodonticamente utilizando-se pinos de fibra de vidro pré-fabricados. Porém, cada qual com suas particularidades.

Os resultados mostraram que, quanto mais adaptado for o pino de fibra de vidro às paredes do conduto radicular, maior é a retenção. Isso corrobora com os estudos relatados anteriormente na literatura. Insta frisar que o sistema Splendor (pino + luva) surgiu com o objetivo de obter melhor adaptação ao conduto radicular em seus diferentes diâmetros. Contudo, os resultados não se mostraram satisfatórios. Entretanto, a ideia e concepção do sistema parece promissor. Acreditamos que, com a evolução desse material e mais pesquisas, pode-se posicionar esse sistema como opção reabilitadora para dentes tratados endodonticamente com extensa destruição coronária.

Neste estudo, foram também realizados testes com uma nova broca desenvolvida para a pesquisa. Essa nova broca tem caráter inventivo, e o processo de avaliação para o depósito de patente está em andamento junto à CTIT/UFMG. Dessa forma, detalhes da broca e os resultados obtidos não poderão ainda ser divulgados. Se confirmado o caráter inventivo da nova broca, tão logo o depósito do pedido de patente seja depositado e decorridos 18 meses após esse depósito (período de sigilo), os resultados já analisados e descritos, no pedido de patente e no formato de artigo, serão divulgados/publicados. Caso contrário, o artigo será imediatamente submetido a revista especializada.

Para termos mais suporte dos resultados aqui apresentados, serão realizados, ainda, testes de microtomografia e microscopia eletrônica de varredura para análise do modo de fratura, visando melhorar a robustez do artigo para futura publicação em periódicos de alto impacto.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, R. C. *et al.* Stress analysis of an upper central incisor restored with different posts. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 30, n. 9, p. 936-943, 2003.

ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A.; HEITMANN, T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *Journal of Dentistry*, v. 27, n. 4, p. 275-278, 1999.

BAKAUS, T. E. *et al.* Bonding properties of universal adhesives to root canals prepared with different rotary instruments. **J Prostheti Dent**, v. 121, n. 2, p. 298-305, 2019.

D'ARCANGELO, C.; CINELLI, M.; DE ANGELIS, F.; D'AMARIO, M. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. **J Prosthet Dent**, v. 98, n. 3, p. 193-198, 2007.

FARIA, A. C.; RODRIGUES, R. C.; ALMEIDA ANTUNES, R. P.; MATTOS, M.G.; RIBEIRO, R. F. Endodontically treated teeth: characteristics and considerations to restore them. **J Prosthodont Res**, v. 55, n. 2, p. 69-74, 2011.

FARIA-E-SILVA, A. L. *et al.* Influence of Fiber-post Translucency on the Degree of Conversion of a Dual-cured Resin Cement. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 3, p. 303-305, 2007.

FARIA-E-SILVA, A. L.; PEDROSA-FILHO, C. D. E. F.; MENEZES, M. D. E. S.; SILVEIRA, D. M.; MARTINS, L. R. Effect of relining on fiber post retention to root canal. **J Appl Oral Sci**, v. 17, n. 6, p. 600-604, 2009.

FENNIS, W. M. M. *et al.* Microhardness of resin composite materials light-cured through fiber reinforced composite. **Dental Materials**, v. 25, n. 8, p. 947-951, 2009.

GALHANO, G. *et al.* Evaluation of Light Transmission Through Translucent and Opaque Posts. **Operative Dentistry**, v. 33, n. 3, p. 321-324, 2008.

GARCIA, F. C. P.; D'ALPINO, P. H. P.; PEREIRA, J. C.; MONDELLI, R. F. Reforço de remanescente radicular utilizando-se pino de fibra de vidro. **JBD Rev Iberoam Odontol Estet Dent**, v. 2, n. 8, p. 315-324, 2003.

GOMES, K. G. F. *et al.* Influence of laser irradiation on the push-out bond strength between a glass fiber post and root dentin. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 119, n. 1, p. 97-102, 2018.

GORACCI, C.; FABIANELLI, A.; SADEK, F. T.; PAPACCHINI, F.; TAY, F. R.; FERRARI, M. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. **J Endod**, v. 31, n. 8, p. 608-612, 2005.

GRANDINI, S.; GORACCI, C.; MONTICELLI, F.; BORRACCHINI, A.; FERRARI, M. S. E. M. Evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. **J Adhes Dent**, v. 7, n. 3, p. 235-40, 2005.

GUIOTTI, F. A. *et al.* Contemporary vision of anatomic posts. **Arch Health Invest**, v.3, n. 2, p. 64-73, 2014.

HEBERT, G. *et al.* Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials Mechanical properties and superficial characterization of a milled CAD-CAM glass fiber post. v. 82, n. March, p. 187-192, 2018.

HEBERT, G. *et al.* Mechanical properties and superficial characterization of a milled CAD-CAM glass fiber post. **J Mech Behav Biomed Mater**, v. 82, p. 187-192, 2018.

JANKE, V. *et al.* TEGDMA causes apoptosis in primary human gingival fibroblasts. **Journal of Dental Research**, v. 82, n. 10, p. 814-818, 2003.

MALLMANN, A.; JACQUES, L. B.; VALANDRO, L. F.; MUENCH, A. Microtensile Bond strength of photoactivated and autopolymerized adhesive systems to root dentin using translucent and opaque fiber-reinforced composite posts. **J Prosthet Dent**, v. 97, n. 3, p. 165-172, 2007.

MARCHIONATTI, A. M. E. *et al.* Clinical performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review. **Brazilian Oral Research**, v. 31, n. 0, p. 1-14, 2017.

MASTORAS, K. *et al.* Evaluation of push-out bond strength of two endodontic post systems. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 4, p. 510-514, 2012.

MORGAN, L. F. S. A. *et al.* Light Transmission through a Translucent Fiber Post. **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 3, p. 299-302, 2008.

t

MORGAN, L. F. S. A. *et al.* Influence of Light Transmission through Fiber Posts: Quantitative Analysis, Microhardness, and on Bond Strength of a Resin Cement. **Indian J Dent Res**, v. 29, n. 1, p. 74-80, 2018.

NAUMANN, M. *et al.* Is Adhesive Cementation of Endodontic Posts Necessary? **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 8, p. 1006-1010, 2008.

PEDREIRA, A. P. R. V. *et al.* Microhardness of resin cements in the intraradicular environment: Effects of water storage and softening treatment. **Dental Materials**, v. 25, n. 7, p. 868-876, 2009.

RADOVIC, I. *et al.* Light transmission through fiber post: The effect on adhesion, elastic modulus and hardness of dual-cure resin cement. **Dental Materials**, v. 25, n. 7, p. 837-844, 2009.

SOARES, C. J.; VALDIVIA, A. D.; SILVA, G. R.; SANTANA, F. R.; MENEZES, M. S. Longitudinal clinical evaluation of post systems: a literature review. **Braz Dent J**, v. 23, n. 2, p. 135-740, 2012.

SCHWARTZ, R. S. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: Bonding in the root canal system-the promise and the problems: A review. **J Endod**, v. 32, n. 12, p. 1125-1134, 2006.

SKUPIEN, J. A. *et al.* A systematic review of factors associated with the retention of glass fiber posts. **Bras Oral Res**, v. 29, n. 1, 2015.

TEIXEIRA, C. S.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D. Bond strenght of fiber posts to weakened roots after resin restoration with different light-curing times. **J Endod**, v. 35, n. 7, p. 1034-1039, 2009.

WANG, V. J. J. *et al.* Effect of two fiber post types and two luting cement systems on regional post retention using the push-out test. **Dental Materials**, v. 24, n. 3, p. 372-377, 2008.

ZICARI, F. *et al.* Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. **Dental Materials**, v. 24, n. 7, p. 967-977, 2008.