

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA – MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA RESTAURADORA

JULIO CEZAR CHIDOSKI FILHO

**INFLUÊNCIA DE TÉCNICA RESTAURADORA ALTERNATIVA COM
DIFERENTES TIPOS DE RESINA COMPOSTA PARA REFORÇO
RADICULAR EM RAÍZES ENFRAQUECIDAS**

PONTA GROSSA

2018

JULIO CEZAR CHIDOSKI FILHO

**INFLUÊNCIA DE TÉCNICA RESTAURADORA ALTERNATIVA COM
DIFERENTES TIPOS DE RESINA COMPOSTA PARA REFORÇO
RADICULAR EM RAÍZES ENFRAQUECIDAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto sensu em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Dentística Restauradora, linha de pesquisa em Propriedades Físico-Químicas e Biológicas de Materiais Dentários.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Giovana
Mongrueel Gomes

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a Osnara Maria
Mongrueel Gomes

**PONTA GROSSA
2018**

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

Chidoski Filho, Julio Cezar
C533 Influência de técnica restauradora
alternativa com diferentes tipos de resina
composta para reforço radicular em raízes
enfraquecidas/ Julio Cezar Chidoski Filho.
Ponta Grossa, 2018.
94f.

Dissertação (Mestrado em Odontologia -
Área de Concentração: Dentística
Restauradora), Universidade Estadual de
Ponta Grossa.

Orientadora: Prof^a Dr^a Giovana Mongrue
l Gomes.

Coorientadora: Prof^a Dr^a Osnara Maria
Mongrue
l Gomes.

1.Cimentos de resina. 2.Pinos
dentários. 3.Preparo de canal radicular.
4.Resistência ao cisalhamento. 5.Testes de
dureza. I.Gomes, Giovana Mongrue
l. II.
Gomes, Osnara Maria Mongrue
l. III.
Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Mestrado em Odontologia. IV. T.

CDD: 617.6

JULIO CEZAR CHIDOSKI FILHO

**INFLUÊNCIA DE TÉCNICA RESTAURADORA ALTERNATIVA COM
DIFERENTES TIPOS DE RESINA COMPOSTA PARA REFORÇO
RADICULAR EM RAÍZES ENFRAQUECIDAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto sensu em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Dentística Restauradora, linha de pesquisa em Propriedades Físico-Químicas e Biológicas de Materiais Dentários.

Prof^a. Dr^a. Giovana Mongruel Gomes – Orientadora

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof. Dr. Paulo Sérgio Quagliatto

Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. César Augusto Galvão Arrais

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Ponta Grossa, 21 de fevereiro de 2018

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais, **Rosangela e Julio**, por sempre me incentivarem e apoiarem a realizar meus sonhos e a ser uma pessoa boa. Ao meu **pai**, que não mediu esforços para ajudar na minha educação e formação, e que sem dúvida é meu maior exemplo, meu guerreiro, sou extremamente grato e orgulhoso em ter você como pai! À minha **mãe**, meu muito obrigado por sempre estar comigo e sempre me ajudar em tudo, mulher da minha vida, minha rainha. Me faltam palavras para agradecer vocês dois. Eu amo muito vocês, e muito obrigado!

Aos meus tios, **Rosi e Paulo**, e primos, **Lauro e Lucas**, por me ajudarem não só nesses dois anos de mestrado, mas sim durante toda minha vida, sou muito grato a vocês. E aos demais familiares também meu muito obrigado! Amo vocês!

A todos os meus avós, em especial a **vó Tita e vô Alirio**, que mesmo não estando mais entre nós, tenho certeza que estão orgulhosos de mim, meu muito obrigado por tudo que me ensinaram em vida, amo demais vocês e a saudade é gigante!

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, por guiar meus passos e me dar forças em todos os momentos difíceis. Obrigado por sempre me guiar nas minhas escolhas.

À **minha família**, agradeço pela confiança que sempre depositaram em mim, todo esforço para minha educação, e podem ter certeza, que toda essa confiança depositada se transformou em combustível para que eu sempre corresse atrás de mais.

À minha orientadora **Prof^a. Dr^a. Giovana Mongruel Gomes**, pela dedicação em ensinar, e por sempre me ajudar, desde os tempos de iniciação científica na graduação. Obrigado pelo tempo que você dedicou nos nossos trabalhos, nas dúvidas que sempre tive, e pela paciência que sempre teve comigo. Sempre serei grato pela confiança. Saiba que você é um dos meus maiores exemplos, para que eu tenha escolhido a vida acadêmica.

À **Prof^a. Dr^a Alessandra Reis**, por toda ajuda e transmissão de conhecimentos durante a elaboração desse trabalho, e pela disposição em sempre que possível, sanar diversas dúvidas.

À **Prof^a. Dr^a Bruna Fortes Bittencourt**, por toda a paciência, dedicação e disposição para me ajudar nesse e em outros trabalhos.

Ao **Prof. Dr. Fabricio Rutz da Silva**, pela amizade de sempre e companheirismo, um grande amigo! Obrigado pela ajuda nesse e em outros trabalhos e pelos ensinamentos na área de Endodontia, um exemplo de professor.

Às amigas **Thaís Bakaus e Yan**, por sempre me ajudarem nos momentos de dúvida, obrigado mesmo!

Ao **Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Odontologia e à Universidade Estadual de Ponta Grossa**, por nos darem condições de estudar numa Universidade conceituada e respeitada. Tenho muito orgulho dessa instituição.

Ao **Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio e à Prof^a. Dr^a Denise Stedler Wambier**, por toda a dedicação ao programa de pós-graduação.

À **Bianca Linhares**, secretária da pós-graduação, pela disposição em sempre ajudar e pela amizade. E à todos os **funcionários do C-labmu**, pela disponibilidade em nos ajudar em nossos trabalhos.

Aos **meus colegas de pós-graduação**, que compartilharam horas de laboratório, aulas e pesquisa nos finais de semana, além de toda ajuda nos momentos em que eu precisei, obrigado!

À **todos os professores do programa de pós-graduação**, por todos os ensinamentos.

À **CAPES**, pela concessão da bolsa de estudo durante o meu curso de mestrado.

DADOS CURRICULARES

Julio Cezar Chidoski Filho

NASCIMENTO 22.06.1991	Ponta Grossa, PR – Brasil
FILIAÇÃO	Rosangela Schermak Chidoski Julio Cezar Chidoski
2010 – 2014	Curso de Graduação em Odontologia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG Ponta Grossa, PR – Brasil
2014 – 2014	Curso de aperfeiçoamento em Estética e Prótese metal-free - Associação Brasileira de Odontologia de Ponta Grossa- ABO Ponta Grossa, PR - Brasil
2016 – 2018	Curso de Pós-Graduação em Odontologia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Nível de Mestrado em Odontologia. Área de Concentração: Dentística Restauradora. Ponta Grossa, PR – Brasil.

RESUMO

Chidoski-Filho JC. **Influência de técnica restauradora alternativa com diferentes tipos de resina composta para reforço radicular em raízes enfraquecidas.** [Dissertação - Mestrado em Odontologia - Área de concentração em Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2018.

Avaliou-se a influência do tipo e viscosidade da resina composta utilizada para reforço radicular (RR) em dentes com canais radiculares excessivamente alargados na adesão de pinos de fibra de vidro (PFV) ao canal radicular. Foram selecionados 78 dentes permanentes unirradiculares, os quais tiveram suas coroas removidas e suas raízes tratadas endodonticamente. Após uma semana, foi realizado o preparo dos condutos para posterior RR. Nesse momento, as raízes foram aleatoriamente divididas em 6 grupos ($n=13$), sendo um grupo controle positivo ([GCP] – em que os canais não estavam alargados), um grupo controle negativo ([GCN] – em que os canais estavam alargados, porém sem RR), e 4 grupos de RR dos canais alargados de acordo com a combinação dos seguintes fatores: tipo de resina composta: bulk ou convencional e viscosidade da resina composta: fluida ou regular. Após a cimentação dos PFV, para cada raiz foram obtidas seis fatias (duas representativas de cada região radicular - terço coronário, médio e apical). Em seguida, para cada grupo, 7 raízes foram avaliados em resistência de união (RU) pelo teste de *push-out*, 6 raízes foram avaliados em nanoinfiltração (NI) e microdureza Vickers. Os dados obtidos de RU e NI foram submetidos a ANOVA dois fatores (grupo experimental vs região radicular) e *Tukey* ($\alpha=0,05$), e de microdureza a ANOVA um fator e *Tukey* para cada grupo experimental ($\alpha= 0,05$). Os grupos de RR com as resinas tipo bulk em ambas as viscosidades apresentaram resultados de adesão superiores estatisticamente ao GCN em todas as regiões radiculares (maior RU e menor NI). Pode-se concluir que a técnica de reforço radicular com resinas composta do tipo bulk, tanto com viscosidade regular quanto com viscosidade fluida, pode ser uma técnica alternativa interessante previamente à cimentação de PFV em raízes enfraquecidas com canais radiculares alargados.

Palavras-Chave: Cimentos de resina, Pinos dentários, Preparo de canal radicular, Resistência ao cisalhamento, Testes de dureza.

ABSTRACT

Chidoski-Filho JC. **Influence of alternative restorative technique with different types of composite resin for root reinforcement in weakened roots.**

[Dissertação - Mestrado em Odontologia - Área de concentração em Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2018.

The influence of the type and viscosity of the composite resin used for root reinforcement (RR) was evaluated in teeth with excessively wide root canals in the adhesion of glass fiber post (GFP) to the root canal. It was selected 78 uniradicular permanent teeth, which had their crowns removed and their roots treated endodontically. After one week, the conduits were prepared for later RR. At that time, the roots were randomly divided into 6 groups ($n = 13$): positive control group ([PCG] - where the root canals were not enlarged), negative control group ([NCG] - where the root canals were widened - but without RR), and 4 groups of RR of the widened root canals according to the combination of the following factors: type of composite resin: bulk or conventional and viscosity of composite resin: flow or regular. After the cementation of the GFP, six slices were obtained for each root (two representatives of each root region - coronary, middle and apical third). Then, for each group, 7 teeth were evaluated in bond strength (BS) by the push-out test, 6 teeth were evaluated in nanoleakage (NL) and Vickers microhardness (VHN). The data obtained from BS and NL were submitted to two-way ANOVA (experimental group vs root region) and Tukey ($\alpha = 0.05$), and from VHN to one-way ANOVA and Tukey for each experimental group ($\alpha = 0.05$). The RR groups with bulk composite resins at both viscosities showed statistically superior adhesion results to GCN in all root regions (higher BS and lower NL). It can be concluded that the radicular reinforcement technique with bulk composite resins, both with regular and flow viscosities, may be an interesting alternative technique prior to the GFP cementation in weakened roots with widened root canals.

Keywords: Resin cements, Dental pins, Root canal preparation, Shear strength, Hardness test.

LISTA DE FIGURAS

Figura - 1	Dente selecionado seguindo os critérios de inclusão para o estudo.	32
Figura - 2	Dente seccionado abaixo da JCE	33
Figura - 3	Tratamento endodôntico. Sequência de limas utilizadas para a instrumentação dos canais.....	34
Figura - 4	Controle positivo, pino compatível com diâmetro do canal radicular.....	36
Figura - 5	Preparo do canal radicular, com uma broca compatível com o diâmetro do pino, simulando uma adaptação ideal.....	37
Figura - 6	Preparo do canal radicular com uma ponta diamantada nº 4137 adaptada em baixa rotação, para simular canais excessivamente alargados. Em seguida, os canais foram re-preparados com a broca correspondente ao pino de fibra.....	38
Figura - 7	Controle negativo, simulando uma adaptação inadequada do pino de fibra de vidro.....	39
Figura - 8	O reforço radicular consiste na criação de uma dentina radicular artificial, diminuindo a luz do conduto, reforçando assim as paredes radiculares enfraquecidas.....	40
Figura - 9	Irrigação com soro fisiológico (10 ml), jato de ar por 5 s (3 cm de distância), seguido de dois cones de papel absorvente.....	44
Figura - 10	Aplicação ativa de duas camadas de sistema adesivo, seguido de jato de ar por 5 s (3 cm de distância), uma ponta de papel absorvente e fotoativação (10 s), inserção da resina composta tipo bulk ou resina composta convencional com viscosidades fluida, no sentido ápico-coronal.....	44
Figura - 11	Gel lubrificante hidrossolúvel foi aplicado no pino, em seguida, o pino foi posicionado no interior do conduto, removido e novamente posicionado no interior do conduto, e o excesso de resina composta foi removido. Sobre o pino posicionado, foi realizada a fotoativação da resina composta por 20 s, removeu-se o pino; fotoativação complementar do canal por 20 s.....	45

Figura - 12	Os condutos foram lavados para remoção completa do gel lubrificante, e re-preparados com a broca correspondente ao pino.....	45
Figura - 13	Inserção da resina composta tipo bulk ou resina composta convencional com viscosidades regular no canal radicular com auxílio de uma espátula de resina, em seguida a resina é calcada no interior do conduto com um calcador endodôntico, após isso inserção do pino com gel lubrificante.....	46
Figura - 14	Condicionamento ácido por 15 s, lavagem por 15 s, jato de ar por 5 s, aplicação ativa de duas camadas de sistema adesivo no interior dos canais radiculares.....	48
Figura - 15	Inserção do cimento resinoso manipulado no interior do conduto com uma seringa de insulina 0, no sentido ápico-cervical, pino levado em posição e mantido em posição por 3 s, após isso foi realizada a fotopolimerização por 40 s.....	48
Figura - 16	Obtenção das fatias com 1mm de espessura na máquina de corte.....	49
Figura - 17	Representação da divisão das fatias: a primeira sempre descartada, duas fatias para o terço cervical, duas para o terço médio e duas para o terço apical.....	50
Figura - 18	Fatia posicionada na máquina de ensaio universal, com sua parte coronal virada para baixo.....	52
Figura - 19	Fatias posicionadas no <i>stub</i> metálico.....	54
Figura - 20	Medição do perímetro total, e depois medição da soma das regiões infiltradas por nitrato. P- pino, CR- Cimento resinoso, RC- Resina Composta, D- Dentina.....	55
Figura - 21	Fatias embutidas em resina acrílica com a face de teste virada para cima.....	56
Figura - 22	Esquema da localização das quatro indentações para cada fatia, nos grupos controle positivo, controle negativo e grupos com reforço radicular. As indentações foram realizadas sempre próximas à dentina radicular. D- Dentina, CR- Cimento resinoso, RC- Resina composta, PFV- Pino de fibra de vidro, + - Indentação..	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Representação dos padrões de fratura observados após o teste de resistência de união para os diferentes grupos experimentais.....	61
--------------------	---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Representação dos grupos experimentais, divididos pelo tipo de resina composta utilizada para reforço radicular.....	35
Quadro 2 -	Figura, material/fabricante, composição e lote do sistema adesivo, cimento resinoso e resina composta utilizadas no experimento.....	40
Quadro 3 -	Imagens representativas dos diferentes tipos de padrão de fratura encontrados.....	62
Quadro 4 -	Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (40X) da fatia do terço médio de cada grupo experimental. A deposição de nitrato de prata ocorreu praticamente na base da camada híbrida e está sendo indicada nas regiões mais claras da imagem.....	65
Quadro 5 -	Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (1000X) da fatia do terço médio de cada grupo experimental. A deposição de nitrato de prata ocorreu praticamente na base da camada híbrida e está sendo indicada nas regiões mais claras da imagem. Acima da camada híbrida encontra-se a dentina radicular e abaixo o cimento resinoso ou diferentes tipos de resina.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Médias e desvios padrões de resistência de união (MPa) para os diferentes grupos experimentais.....	60
Tabela 2 -	Médias e desvios padrões de microdureza (VHN) para os diferentes grupos experimentais.....	64
Tabela 3 -	Médias e desvios padrões de nanoinfiltração (%) para os diferentes grupos experimentais.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AgNO ₃ NH ₄	Nitrato de prata amoniacal
ANOVA	Análise de variância
BDH	Banco de dentes humanos
COEP	Comissão de ética e pesquisa
CIV	Cimento de ionômero de vidro
CN	Controle negativo
CP	Controle positivo
D	Diagonal
EDTA	Ácido etilenodiaminoteracético
F	Força
GPa	Giga Pascal (is)
h	Hora (h)
H	Altura
JCE	Junção cimento-esmalte
KgF	Kilograma (s) força
mm	Milímetro (mm)
mm ²	Milímetro (s) quadrado (s)
min	Minuto (s)
mL	Mililitro (s)
MPa	Mega pascal (is)
mW/cm ²	Miliwatts por centímetro (s) quadrado (s)
N	Newton (s)
NaOCl	Hipoclorito de sódio
NI	Nanoinfiltração
P	Perímetro
PFV	Pino de fibra de vidro
r	Raio apical
R	Raio coronário

RR	Reforço radicular
RPM	Rotação (ões) por minuto
RU	Resistência de união
s	Segundo (s)
SL	Área adesiva
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
VF	Viscosidade fluida
VHN	Microdureza Vickers
VR	Viscosidade regular
vs	Versus

LISTA DE SÍMBOLOS

#	Sequência de número
=	Igual
±	Mais ou Menos
%	Porcentagem
&	E (conjunção de adição)
<	Menor
≤	Menor ou igual
>	Maior
≥	Maior ou igual
X	Aumento de lente óptica
A	Alfa (Nível de significância)
°C	Grau Celsius
n°	Número
P	Significância Estatística
®	Registrado
™	Marca Registrada
Π	Constante “pi” = 3,1416

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	22
2	REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1	Restaurações em dentes tratados endodonticamente	25
2.2	Cimentação adesiva	26
2.3	Canais radiculares alargados	28
2.4	Espessura de cimento resinoso	28
2.5	Técnicas restauradoras alternativas	29
2.6	Resinas compostas	30
3	PROPOSIÇÃO	31
3.1	Proposição Geral	31
3.2	Proposição Específica	31
4	MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1	Seleção dos dentes	32
4.2	Preparo endodôntico dos dentes	33
4.3	Grupos experimentais	35
4.3.1	Grupo Controle Positivo	36
4.3.2	Grupo Controle Negativo	38
4.3.3	Grupos com reforço radicular + pino de fibra	39
4.4	Cimentação dos pinos	46
4.5	Preparo dos espécimes para os diferentes testes	49
4.5.1	Divisão dos terços radiculares	50
4.6	Análise da resistência de união (RU) por meio do teste de push-out	50
4.6.1	Análise do padrão de fratura	52
4.7	Análise de nanoinfiltração (NI) em microscópio eletrônico de varredura (MEV)	53
4.8	Análise da microdureza Vickers (VNH)	55
4.9	Análise estatística	57
5	RESULTADOS	58
5.1	Resistência de união	58
5.1.1	Padrão de fratura	58
5.2	Nanoinfiltração	63

5.3	Microdureza.....	67
6	DISCUSSÃO.....	69
7	CONCLUSÃO.....	75
	REFERÊNCIAS	76
	ANEXO.....	90

1 INTRODUÇÃO

Além de necessitarem de tratamento endodôntico, dentes com grande perda de estrutura coronária necessitam também de retentores intrarradiculares para reterem a restauração final, alcançando assim uma maior longevidade (Shillenburg et al.¹ 1997; Dikbas e Tanalp² 2013; Lamichhane et al.³ 2014).

Para que as tensões e os estresses dos esforços mastigatórios sejam distribuídos de maneira uniforme ao longo desses dentes tratados endodonticamente, é indicado o uso de materiais com módulo de elasticidade semelhante ao da dentina (18 GPa), e os pinos de fibras de vidro (16 – 40 GPa) possuem essa característica. Para melhorar essas distribuições de tensões, eles devem ser cimentados adesivamente ao canal radicular com cimentos resinosos (6,8 – 10,8 GPa), diminuindo a chance de fraturas radiculares e aumentando a vida útil dessas restaurações (Alster et al.⁴ 1997; Asmussen et al.⁵ 1999; Lassila et al.⁶ 2004; Kaur et al.⁷ 2012).

Um desafio ainda presente na Odontologia Restauradora são os dentes tratados endodonticamente e que possuem paredes radiculares delgadas. Essas raízes enfraquecidas, aumentam o risco de fraturas, já que a resistência à fratura da raiz está diretamente relacionada à espessura de dentina radicular remanescente (Sedgley e Messer⁸ 1992; Bitter e Kielbassa⁹ 2007).

Este enfraquecimento radicular pode ser causado devido ao envolvimento extensivo de lesões cariosas, restauração prévias com pinos ou núcleos de grandes diâmetros, instrumentação endodôntica excessiva, rizogênese incompleta, reabsorção interna ou mesmo canais radiculares com forma ovalada (Morgano et al.¹⁰ 2004; Perdigão et al.¹¹ 2007; Baba et al.¹² 2009). Com isso pode haver uma incompatibilidade entre o diâmetro do canal radicular e do pino de fibra de vidro pré-fabricado, resultando na necessidade de utilizar grandes quantidades de cimento resinoso para sua cimentação, o que pode induzir a falhas nas interfaces

dentina/cimento e/ou cimento/pino, bolhas e fendas, que são prejudiciais à restauração (Grandini et al.¹³ 2005; Schmager et al.¹⁴ 2009; Gomes et al.¹⁵ 2014).

Com o intuito de reduzir a espessura de cimento resinoso, algumas alternativas têm sido sugeridas na literatura para tratamento desses canais radiculares extremamente alargados, tais como reembasamento direto ou indireto do pino com resina composta, pinos de fibras acessórios em conjunto com o pino principal e reforço radicular com resina composta (Saupe et al.¹⁶ 1996; Martelli et al.¹⁷ 2008; Zogheib et al.¹⁸ 2008; Faria-e-Silva et al.¹⁹ 2009; Gomes et al.²⁰ 2014).

A técnica de reforço radicular tem como objetivo diminuir a luz do canal radicular com resina composta previamente à cimentação do pino, criando uma dentina radicular artificial, para aumentar a espessura das paredes dentinárias (Lui²¹ 1999; Yoldas e Alaçam²² 2005; Zogheib et al.¹⁸ 2008). Gomes et al.²⁰ 2014 relataram que, entre todas as técnicas alternativas testadas para canais radiculares alargados, o reforço radicular feito com uma resina composta convencional apresentou os valores mais baixos de resistência de união, o que poderia ser atribuído à dificuldade de passagem de luz e adequada polimerização da resina nas regiões mais profundas do canal, afetando assim as propriedades do material, já que resinas compostas convencionais devem ser inseridas em incrementos de no máximo 2 mm (Sakagushi et al.²³ 1992; Pilo et al.²⁴ 1999).

Devido a essa limitação, resinas compostas tipo bulk, foram lançadas no mercado e podem ser inseridas em camadas de 4 a 5 mm de espessura e fotopolimerizadas em uma única etapa (Tiba et al.²⁵ 2013). Essas resinas tipo bulk além de apresentarem uma alta profundidade de polimerização, possuem diminuição da contração de polimerização (Alrahlah et al.²⁶ 2014; Bucuta e Ilie²⁷ 2014; Alshali et al.²⁸ 2015), podendo ser uma alternativa viável para a técnica de reforço radicular ao invés das resinas compostas convencionais. Porém, até o presente momento, não há estudos na literatura avaliando essas resinas compostas tipo bulk no interior do canal radicular.

Dessa maneira, este estudo teve como objetivo avaliar resinas compostas tipo bulk em comparação com resinas compostas convencionais em duas

viscosidades (fluida e regular) para preenchimento de canais radiculares excessivamente alargados, por meio de testes de resistência de união, nanoinfiltração e microdureza.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Restauração de dentes tratados endodonticamente

A restauração de dentes tratados endodonticamente é um dos assuntos mais abordados e controversos na Odontologia Restauradora, onde permanecem questões e opiniões contraditórias sobre procedimentos clínicos e materiais, uma vez que as fraturas desses dentes são frequentemente encontradas (Faria et al.²⁹ 2011). Os dentes tratados endodonticamente, além de sofrerem perda de estrutura dentária, sofrem alterações do seu módulo de elasticidade o que resulta no aumento da suscetibilidade à fratura, quando comparado com dentes vitais não restaurados (Heydecke et al.³⁰ 2002; Chadwick et al.³¹ 2008; Fedorowicks et al.³² 2015). Quando esta perda de estrutura é muito severa, é necessário a utilização de métodos que complementem a restauração final, fazendo com que a mesma seja mais efetiva e duradoura (Morgano e Brackett³³ 1999). Na maioria dos casos são indicados retentores intrarradiculares, que tem como objetivo reter e manter estável a restauração final (Schwartz e Robbins³⁴ 2004).

Atualmente para a restauração desses dentes tratados endodonticamente tem se optado pela utilização de materiais com módulo de elasticidade similar à dentina (18 GPa). Sendo que os cimentos resinosos (6,8 – 10,8 GPa), algumas resinas compostas (5,7 – 25 GPa) e os pinos de fibras de vidro (16 – 40 GPa) possuem essa característica, favorecendo uma melhor distribuição das tensões à estrutura radicular, diminuindo assim o risco de fraturas radiculares quando comparado com materiais com alto módulo de elasticidade, como é o caso dos núcleos metálicos fundidos, os quais geram uma concentração de tensões em áreas onde a parede dentinária é delgada, aumentando a chance de fraturas radiculares irreversíveis (Mannocci et al.³⁵ 2001; Bonfante et al.³⁶ 2008; Dietschi et al.³⁷ 2007; Lassila et al.⁶ 2004).

O pino de fibra de vidro foi desenvolvido com a tentativa de melhorar as propriedades mecânicas e estéticas dos retentores intrarradiculares. Apresentam

uma estrutura composta de fibras de vidro envoltas por uma matriz de resina e partículas inorgânicas (Bateman et al.³⁸ 2003; Nauman et al.³⁹ 2008; Baba et al.¹² 2009) e possuem classificação de acordo com sua translucidez, tipo de fibra e formato (Galhano et al.⁴⁰ 2009, Goracci e Ferrari⁴¹ 2011). Quando comparados com os retentores intrarradiculares metálicos, os pinos de fibra de vidro são relativamente de fácil remoção, altamente estéticos e com tempo de trabalho clínico facilitado (Mannocci et al.⁴² 2003; Albashaireh et al.⁴³ 2009; Ho et al.⁴⁴ 2011).

2.2 Cimentação adesiva

Os pinos de fibra de vidro são utilizados em conjunto com cimentos resinosos e sistemas adesivos, e sua retenção depende de uma boa interação entre esses materiais e o substrato dentinário (Foxton et al.⁴⁵ 2003).

É conhecido que a principal falha adesiva na adesão de pinos de fibra ocorre justamente na interface cimento/dentina, então uma boa retenção é dependente de quão boa é a adesão entre o sistema de cimentação (sistema adesivo e cimento resinoso) à dentina radicular e também entre o pino e o cimento resinoso (Prado et al.⁴⁶ 2013). Além disso, certos fatores podem agir de forma negativa no desempenho da cimentação adesiva dos pinos de fibra, como é o caso da dificuldade de penetração de luz nas regiões mais profundas do canal radicular para ativação dos sistemas adesivos e cimentos resinosos, sejam eles fotopolimerizáveis ou de polimerização dual (Mjor et al.⁴⁷ 2001; Foxton et al.⁴⁵ 2003).

Os cimentos resinosos podem ser classificados de acordo com seu modo de polimerização, ou seja: quimicamente ativados, fotoativados, ou de polimerização dupla, os chamados duais (Gomes e Calixto⁴⁸ 2004). Eles também podem ser classificados de acordo com o tratamento prévio que é realizado no substrato dental, podendo ser: cimentos convencionais, autocondicionantes e os autoadesivos. O cimento convencional é utilizado em conjunto com um sistema adesivo que necessita de um condicionamento ácido prévio. Os autocondicionantes são utilizados com um adesivo que não necessita da etapa de condicionamento ácido. E

por fim os autoadesivos, que são utilizados sem aplicação prévia de um sistema adesivo e condicionamento ácido (Radovic et al.⁴⁹ 2008).

No que diz respeito aos sistemas adesivos, atualmente eles são classificados como: convencionais, autocondicionantes e mais recentemente os adesivos universais (Van Meerbeek⁵⁰ 2003; Wagner et al.⁵¹ 2014). Nos adesivos convencionais (conhecidos também como *total-etch* ou *etch-and-rinse*), é necessário o uso prévio de um ácido para condicionamento do substrato, normalmente esse ácido é o ácido fosfórico na concentração de 35 a 37%, e que tem função de remover a *smear layer*, e esses adesivos podem ser de dois passos, ou seja, condicionamento ácido + *primer/bond* no mesmo frasco, ou de três passos, onde o *primer* e o *bond* se encontram em frascos separados (Pashley e Tay⁵² 2001; Van Meerbeek et al.⁵⁰ 2003; De Munck et al.⁵³ 2005).

Os adesivos autocondicionantes ou também chamados de *self-etch*, não requerem a etapa prévia do condicionamento ácido, lavagem e secagem, pois possuem o *primer* acidificado. Nesse tipo de adesivo a *smear layer* não é removida, e sim incorporada na camada híbrida. Podem ser de um passo em um único frasco, ou em dois frascos separados o *primer* e o *bond*, onde deve-se misturar e a aplicação é em um passo. Possuem também adesivos autocondicionantes de dois passos, onde primeiramente o *primer* acídico é aplicado, e depois o adesivo (*bond*) propriamente dito (Carvalho et al.⁵⁴ 2004; Van Landuyt et al.⁵⁵ 2007).

Os adesivos universais são adesivos autocondicionantes mais suaves, e que podem ser usados sem ou com condicionamento ácido prévio (Mena-Serrano et al.⁵⁶ 2013; Giannini et al.⁵⁷ 2015). Esse novo pensamento de adesão sugere o uso das formas mais simplificadas de cada estratégia, ou seja, um passo do sistema autocondicionante ou dois passos do modo de condicionamento total. O uso de condicionamento ácido prévio em conjunto com esses adesivos universais mostrou um aumento de valores de resistência de união em esmalte, porém em dentina coronária o seu uso combinado afetou negativamente esses valores (Perdigão et al.⁵⁸ 2012; Munoz et al.⁵⁹ 2013).

2.3 Canais radiculares alargados

Canais radiculares tratados endodonticamente e que são excessivamente alargados apresentam alto risco de fratura, uma vez que a resistência da raiz está diretamente ligada a espessura de dentina radicular remanescente (Gomes et al.²⁰ 2014). A perda de estrutura dental em dente desvitalizado contribui para o aumento da susceptibilidade à fratura (Trabert et al.⁶⁰ 1978; Tjan e Whang⁶¹ 1985; Assif e Gorfil⁶² 1994). As raízes fragilizadas podem ocorrer devido a rizogênese incompleta, cárie radicular, alargamento excessivo da embocadura do canal durante endodontia, instrumentação endodôntica excessiva, restauração prévia com pinos e núcleos de diâmetros excessivos, fraturas, reabsorção radicular interna, anomalias de desenvolvimento ou mesmo canais radiculares com formato oval; portanto, nesses casos, a cimentação de pinos de fibra de vidros pré-fabricados resulta em uma grande espessura de cimento resinoso, uma vez que esses pinos não se adaptam perfeitamente ao conduto (Morgano et al.¹⁰ 2004; Baba et al.¹² 2009; Wu et al.⁶³ 2007, Gomes et al.¹⁵ 2014).

2.4 Espessura de cimento resinoso

Para um bom desempenho clínico das restaurações com pinos de fibra, um fator importante é a espessura de cimento resinoso após a cimentação. Essa espessura ideal de cimento resino ainda é desconhecida, mas estudos sugerem que essa espessura deve ser a mais delgada possível (Grandini et al. ¹³ 2005; D'Arcangelo et al. ⁶⁴ 2007; Egilmez et al. ⁶⁵ 2013). Estudos clínicos retrospectivos relataram que a falha de adesão ocorre quando um aumento da espessura de cimento está presente (Ferrari et al. ⁶⁶ 2000). Além do que, quando se tem uma grande quantidade de cimento ocorre uma contração de polimerização maior, causando um estresse nas interfaces cimento/dentina e cimento/pino, gerando bolhas e fendas que podem comprometer a adesão do conjunto (Grandini et al. ¹³ 2005; Gomes et al. ¹⁵ 2014).

2.5 Técnicas restauradoras alternativas

Os canais radiculares amplamente alargados necessitam de técnicas restauradoras que não comprometam a integridade estrutural da raiz remanescente (Baba et al. ¹² 2009; Faria-e-Silva et al. ¹⁹ 2009; Gomes et al. ²⁰ 2014). Uma das técnicas para diminuir essa espessura de cimento é a confecção de um pino anatômico direto com resina composta, a qual promove uma condição favorável para reter o pino, reduzindo assim o risco de falhas adesivas (Grandini et al. ⁶⁷ 2003; Clavijo et al. ⁶⁸ 2009; Macedo et al. ⁶⁹ 2010); porém uma nova interface é criada (pino de fibra de vidro e resina composta), podendo estar sujeita a falhas (Clavijo et al. ⁶⁸ 2009). Outra alternativa seria a inserção de pinos acessórios ao redor do pino de fibra principal, diminuindo assim a quantidade total de cimento, gerando uma melhor distribuição de forças na raiz; todavia, contrariamente às expectativas, a espessura de cimento não é significativamente reduzida, pois espaços vazios ainda permanecem entre os pinos acessórios, o pino principal e as paredes da raiz; assim, as chances de que a camada de cimento apresente grandes lacunas ou bolhas é alta, diminuindo assim o desempenho adesivo desta técnica (Martelli et al. ¹⁷ 2008; Grandini et al. ¹³ 2005; Gomes et al. ²⁰ 2014).

O reforço radicular é outra técnica proposta na literatura, a qual consiste em diminuir a luz do canal radicular com diferentes materiais, como resina composta e cimento de ionômero de vidro. Isso irá fazer com que a espessura de cimento seja diminuída e que as paredes radiculares fiquem mais espessas, aumentando assim a resistência à fratura dessas raízes (Lui ⁷⁰ 1994; Zogheib et al. ¹⁸ 2008). Gomes et al. ²⁰ 2014 relataram que dentre as técnicas alternativas, a que possuiu menores valores de resistência de união e resistência à fratura, foi a técnica de reforço radicular com resina composta do tipo convencional.

2.6 Resinas compostas

Sabe-se que as resinas compostas convencionais devem ser inseridas nas cavidades em incrementos de no máximo 2 mm de espessura para reduzir os efeitos causados pela contração de polimerização. Quando as tensões geradas nas paredes da cavidade são maiores que a resistência de união, pode ocorrer o surgimento de fendas na interface, promovendo assim um aumento da microinfiltração e diminuição da retenção (Lazarchik et al.⁷¹ 2007; Van Ende et al.⁷² 2013). Além disso, uma polimerização inadequada pode influenciar nas propriedades físicas e químicas do material, aumentando a presença de monômeros residuais, os quais podem promover irritação ao tecido pulpar e periapicais, acarretar falhas na restauração devido à formação de espaço e infiltração marginal, além de lesões cariosas recorrentes (Ferracane e Greener⁷³ 1986; Ferracane et al.⁷⁴ 1997; Musanje e Darvell⁷⁵ 2006).

Devido a isso novos materiais foram lançados em 2009 (Lagocka et al.⁷⁶ 2015) no mercado odontológico com contração de polimerização reduzida. Esses materiais podem ser inseridos em camadas com 4 a 5 mm de espessura e em seguida fotopolimerizados em uma única etapa, as chamadas resinas compostas tipo bulk, as quais possuem a viscosidade do tipo regular e fluida (Czasch e Ilie⁷⁷ 2012; Tiba et al.²⁵ 2013; Ilie et al.⁷⁸ 2013; Fráter et al.⁷⁹ 2014). Esse tipo de resina possui uma menor tensão de polimerização na interface adesiva, além de possuir uma baixa contração volumétrica, isso se deve ao fato da utilização de diferentes monômeros e agentes fotoiniciadores, e também apresentam um aumento na translucidez, o que promove uma maior passagem de luz para regiões mais profundas, permitindo uma polimerização mais efetiva nessas regiões (Scotti et al.⁸⁰ 2014; Kim et al.⁸¹ 2015). Entretanto, não há estudos disponíveis na literatura avaliando o uso dessas resinas compostas tipo bulk no interior do canal radicular, objetivo esse do presente estudo.

3 PROPOSIÇÃO

3.1 PROPOSIÇÃO GERAL

Avaliar a influência do **tipo e viscosidade da resina composta** utilizada para reforço radicular em dentes com canais radiculares excessivamente alargados na adesão de pinos de fibra de vidro ao canal radicular.

3.2 PROPOSIÇÃO ESPECÍFICA

3.2.1 Avaliar a influência do **tipo de resina composta** (bulk ou convencional) e **viscosidade da resina composta** (fluida ou regular) utilizada para reforço radicular em canais radiculares excessivamente alargados nos valores de **resistência de união** entre pino de fibra e resina composta mediada por cimentos resinosos convencionais associados a sistemas adesivos universais nas diferentes regiões radiculares (terço cervical, médio e apical).

3.2.2 Avaliar a influência do **tipo de resina composta** (bulk ou convencional) e **viscosidade da resina composta** (fluida ou regular) utilizada para reforço radicular em canais radiculares excessivamente alargados nos valores de **nanoinfiltração** dentro da camada híbrida nas diferentes regiões radiculares (terço cervical, médio e apical) após a cimentação de pinos de fibra de vidro.

3.2.3 Avaliar a influência do **tipo de resina composta** (bulk ou convencional) e **viscosidade da resina composta** (fluida ou regular) utilizada para reforço radicular em canais radiculares excessivamente alargados nos valores de **microdureza** da resina composta nas diferentes regiões radiculares (terço cervical, médio e apical) após a cimentação de pinos de fibra de vidro.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 SELEÇÃO DOS DENTES

Para realização desse experimento foram selecionados 78 dentes unirradiculares obtidos no Banco de Dentes Humanos (BDH) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Paraná, Brasil. Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa (COEP) da mesma universidade sob o número de parecer # 1.552.862. Os dentes selecionados para o presente estudo obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: ausência de cárie, de dilacerações radiculares, de tratamento endodôntico prévio, de ápice incompleto, além de um comprimento radicular medido da junção cemento-esmalte (JCE) de pelo menos 14 mm (Figura 1).



Figura 1 - Dente selecionado seguindo os critérios de inclusão para o estudo.

4.2 PREPARO ENDODÔNTICO DOS DENTES

Os dentes foram seccionados perpendicularmente em relação ao seu longo eixo, imediatamente abaixo da JCE, com disco de diamante montado em uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) a uma velocidade de 300 rotações por minuto (rpm) sob refrigeração com água constante, de modo a criar um acesso ao canal radicular. O comprimento das raízes foi então aferido com uma régua milimetrada.



Figura 2 - Dente seccionado abaixo da JCE.

O tratamento endodôntico foi realizado com limas K # 10, associando 5 ml de solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) 1% para suspensão da matéria orgânica, sendo o preparo apical realizado até lima # 40; e, em seguida, até lima # 55 pela técnica de escalonamento, padronizando-se assim o diâmetro dos condutos (Figura 3).

Após esse procedimento, foi efetuada irrigação dos canais com soro fisiológico, irrigação e aspiração final com solução de ácido

etilenodiaminotetraacético (EDTA) 17% (Fórmula e Ação, São Paulo, SP, Brasil) durante 3 min, trocando a solução a cada minuto, seguidos de irrigação final com soro fisiológico. Terminada a instrumentação, os canais foram secos com pontas de papel absorvente (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) e obturados somente os 4 mm apicais por meio do primeiro passo da técnica de condensação vertical de Schilder (Schilder⁸² 1967), utilizando cones de guta-percha aquecidos (Tanari, Manacapuru, AM, Brasil) e cimento obturador à base de resina epóxica (AH Plus, Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil), o qual foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante.

Foram realizadas tomadas radiográficas periapicais dos canais radiculares (Kodak Ultra, Eastman Kodak, NY, EUA) para verificação da completa ausência de material obturador além dos 4 mm apicais dos canais. Em seguida, foi realizado um vedamento da entrada dos canais radiculares com cimento de ionômero de vidro (CIV) convencional (Vitro Fil, DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).

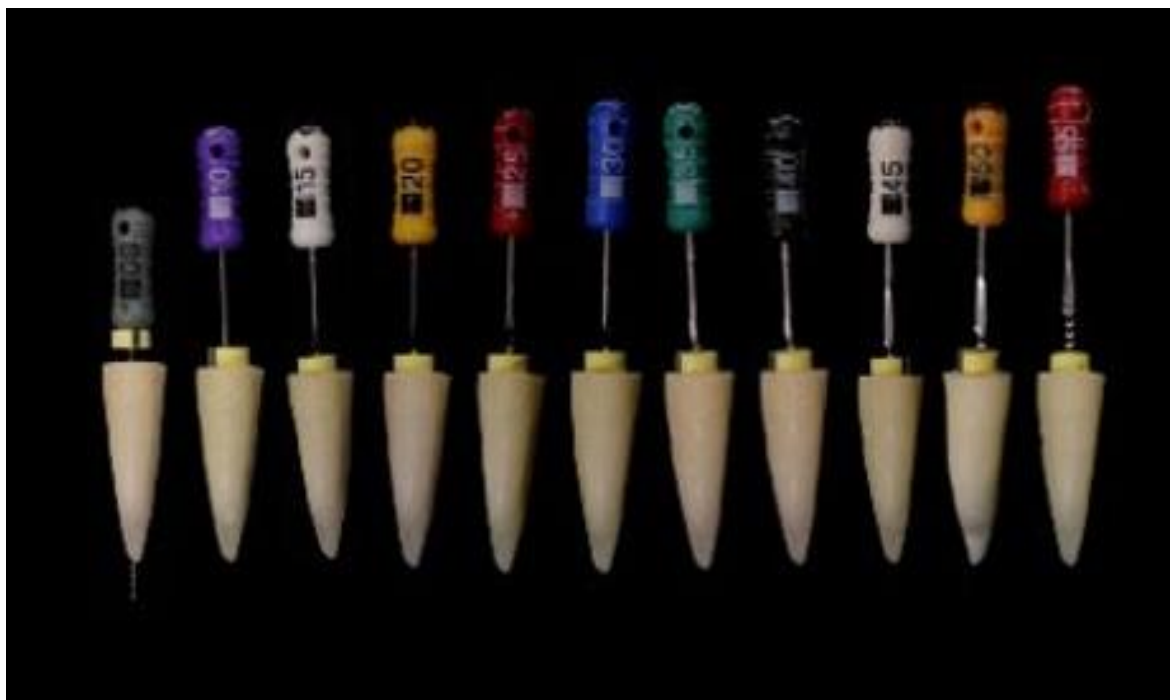


Figura 3 - Tratamento endodôntico. Sequência de limas utilizadas para a instrumentação dos canais radiculares.

4.3 GRUPOS EXPERIMENTAIS

Após uma semana de armazenamento em umidade relativa com água destilada a $37^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{ C}$ foram realizados os preparos dos condutos para posterior fixação de um pino intrarradicular cônico (Whitepost DC nº 0.5, FGM, Joinville, SC, Brasil) com diâmetro coronário de 1,4 mm.

Os dentes foram aleatoriamente distribuídos em seis grupos (n=13) experimentais de acordo com a descrição do Quadro 1:

GRUPOS EXPERIMENTAIS		DESCRIÇÃO
Controle Positivo		Pino nº 0.5 cimentado em canal radicular com diâmetro compatível (adaptação ideal)
Controle Negativo		Pino nº 0.5 cimentado em canal radicular alargado (adaptação inadequada)
Reforço Radicular	Bulk Viscosidade Regular (VR)	Pino nº 0.5 cimentado em canal radicular alargado com reforço realizado com resina composta bulk regular
	Bulk Viscosidade Fluida (VF)	Pino nº 0.5 cimentado em canal radicular alargado com reforço realizado com resina composta bulk fluida
	Convencional Viscosidade Regular (VR)	Pino nº 0.5 cimentado em canal radicular alargado com reforço realizado com

		resina composta convencional regular
	Convencional Viscosidade Fluida (VF)	Pino nº 0.5 cimentado em canal radicular alargado com reforço realizado com resina composta convencional fluida

4.3.1 Grupo Controle Positivo

No grupo controle positivo uma adaptação ideal do pino no conduto radicular foi simulada (Figura 4), assim, a broca correspondente ao pino nº 0.5 foi utilizada para o preparo dos condutos (Figura 5).

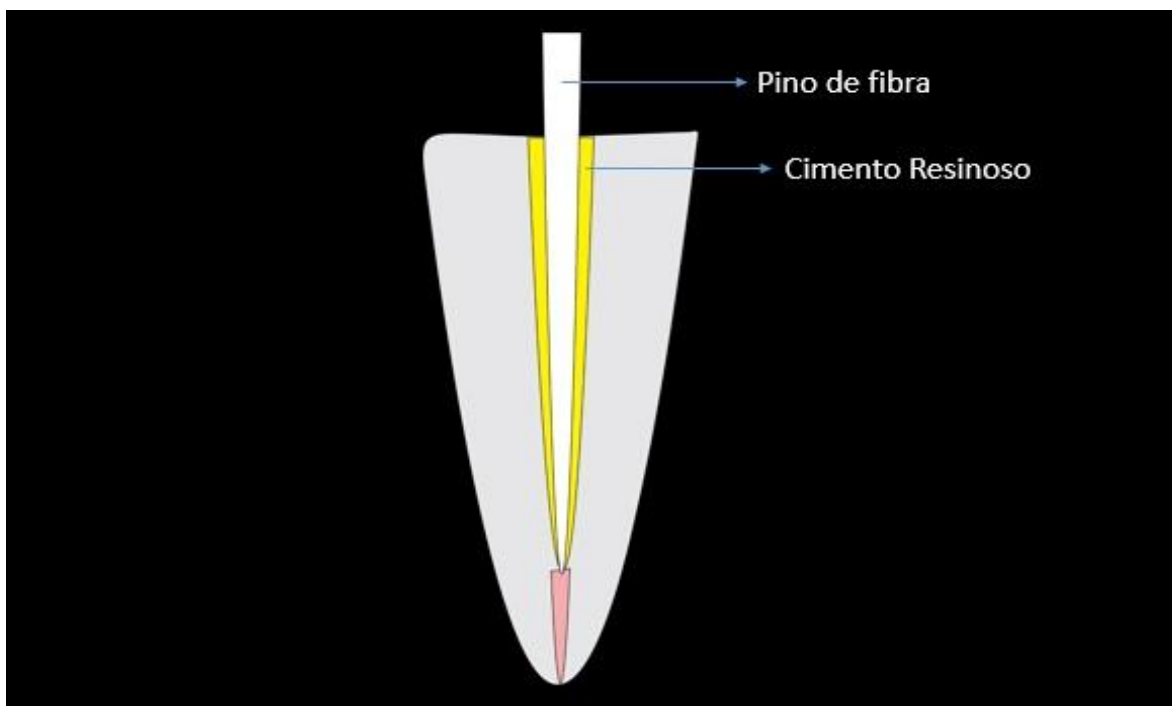


Figura 4 – Controle positivo, pino com diâmetro compatível com o canal radicular.



Figura 5 - Preparo do canal radicular, com uma broca compatível com o diâmetro do pino simulando uma adaptação ideal.

Para os demais grupos os canais radiculares foram preparados utilizando uma ponta diamantada tronco-cônica nº 4137 (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil), com 2,6 mm de diâmetro coronário, adaptada em baixa rotação, de maneira a simular um canal radicular excessivamente alargado. Após o alargamento dos canais, suas paredes foram re-preparadas com a broca correspondente ao pino nº 0.5 (Whitepost DC, FGM) com a finalidade de padronizar a *smear layer* obtida (Figura 6).

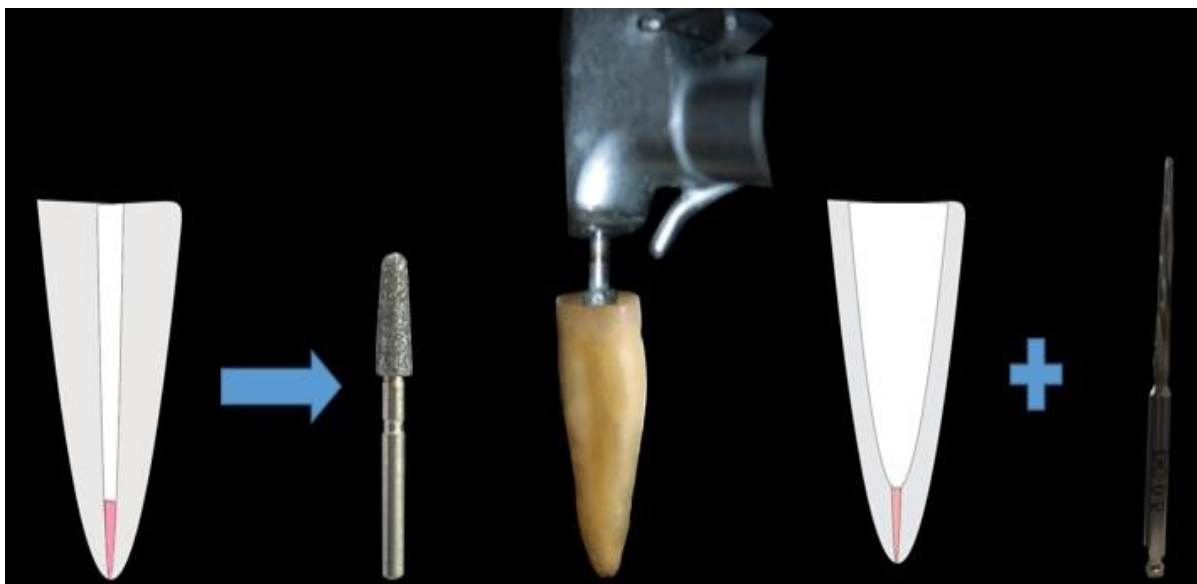


Figura 6 – Preparo do canal radicular com uma ponta diamantada nº 4137 adaptada em baixa rotação, para simular canais excessivamente alargados, após isso os canais foram re-preparados com a broca correspondente ao pino.

Para todas as raízes, após o preparo mecânico dos canais radiculares para recebimento dos pinos, os mesmos foram irrigados com 10 mL de água destilada e secos com jato de ar por 5 s (3 cm de distância) e 2 pontas de papel absorvente.

O comprimento de trabalho foi de 10 mm para todos os dentes, respeitando o limite apical do material obturador de 4 mm. A cada seis preparos a broca de preparo dos canais foi substituída.

4.3.2 Grupo Controle Negativo

No grupo controle negativo, foi realizada a cimentação dos pinos, sem nenhum tipo de reforço radicular com resina composta, simulando uma adaptação inadequada do pino ao canal radicular (Figura 7).

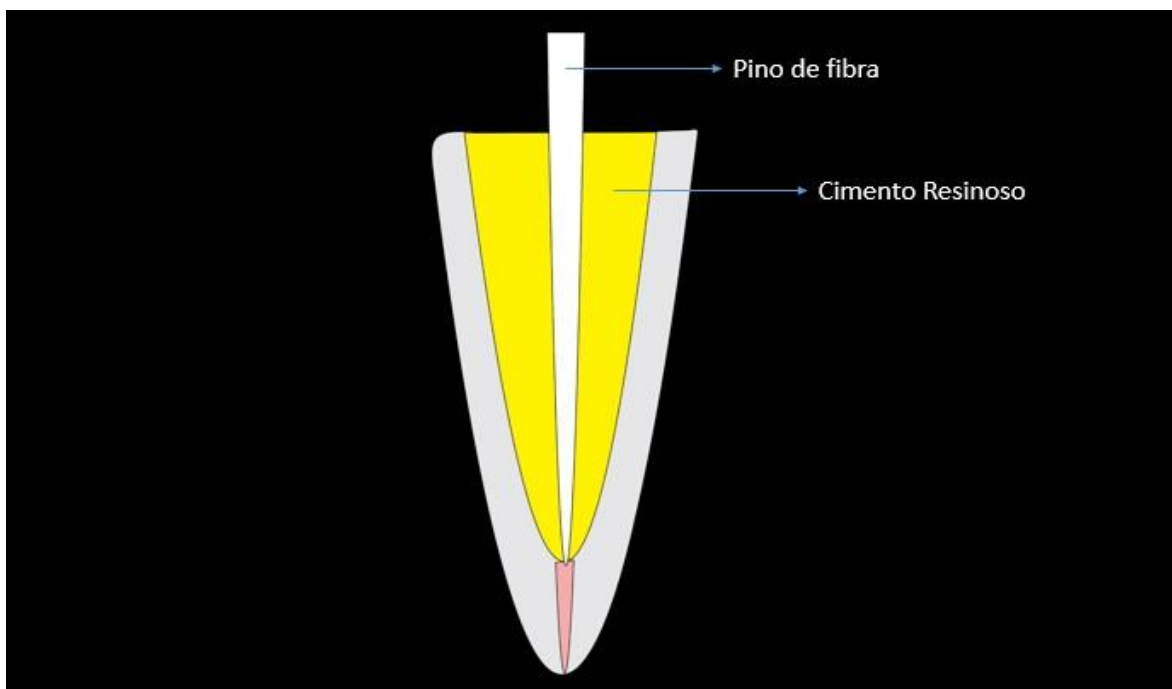


Figura 7 – Controle negativo, simulando uma adaptação inadequada do pino de fibra de vidro.

4.3.3 Grupos com reforço radicular + pino de fibra

Nos grupos em que se realizou o reforço radicular (Figura 8), foram utilizadas uma resina composta tipo *bulk com viscosidade regular* (Filtek Bulk Fill, cor A2, 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil), uma resina composta tipo *bulk com viscosidade fluida* (Filtek Bulk Fill Flow cor A2, 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil), uma resina composta *convencional com viscosidade regular* (Z350 cor A2, 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil) e uma resina composta *convencional com viscosidade fluida* (Z350 flow cor A2, 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil); todas em combinação com o sistema adesivo universal Single Bond Universal (3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil). A composição detalhada dos materiais utilizados para o procedimento de reforço radicular e cimentação está especificada no Quadro 2.

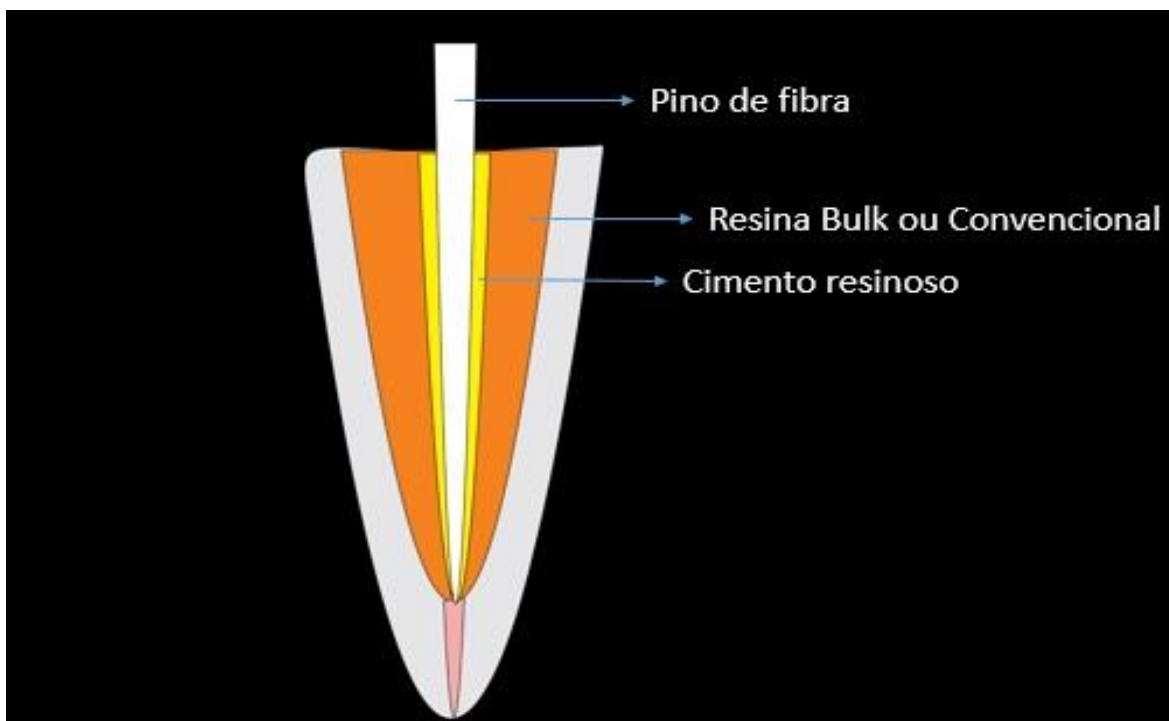


Figura 8 – O reforço radicular consiste na criação de uma dentina radicular artificial, diminuindo a luz do conduto, reforçando assim as paredes radiculares enfraquecidas.

Quadro 2 - Figura, material/fabricante, composição e lote do sistema adesivo, cimento resinoso e resinas compostas utilizadas no experimento.

Figura	Material/Fabricante	Composição*	Lote
	Adesivo Single Bond Universal / 3M ESPE	Solvente à base de etanol. 10-MDP; monômero fosfato; resina dimetacrilato; HEMA ^b ; metacrilato modificado copolímero ácido poliaquênico; etanol; água; iniciadores; silano.	1635700367

	RelyX Ultimate / 3M ESPE	Pasta base: 2-Propanóico, 2-metil-,1,1[1-(hidroximetil) TEGDMA, sílica tratada com silano, fibra de vidro, persulfato de sódio e per-3,5,5-trimetil-hexanoato t-butila Pasta catalisadora: Dimetacrilato substituída; sílica tratada com silano;1-benzil-5-fenil-ácido,barbitúrico, sal de cálcio;P-Toluenosulfonato de sódio;1,12-dodecano dimetracrilato; hidróxido de cálcio; 2-acido propiônico, 2-metil-,[(3-metóxiopropil)imina] di-2,1-etanodiil éster e dióxido de titânio	1631400632
	Filtek Bulk Fill / 3M ESPE	UDMA,DDDMA,E DMAB, zircônia tratada com silano, monômero AFM-1	1632700708

	Filtek Bulk Fill Flow / 3M ESPE	Bis-GMA, Bis-EMA,EBPADMA, TEGDMA, , EDMAB. Zircônia, sílica (0,01-3,5 um), cerâmica silanizada:64,5% em peso, 42% em volume.	1634200165
	Filtek Z350 XT / 3M ESPE	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, e bis-EMA. As partículas são uma combinação de sílica com tamanho de 20nm não-aglomeradas/não agregadas, zircônia com tamanho de 4-11nm não-aglomeradas/não-agregadas e aglomerados, clusters, de partículas agregadas de zircônica/sílica	1628600157
	Filtek Z350 Flow XT / 3M ESPE	Bis-GMA, TEGDMA e Bis-EMA. Nanopartículas de sílica e zircônia não-aglomeradas Nanoaglomerados de zircônia/sílica, partículas primárias de	1704100333

		zircônia/sílica. A porcentagem da carga inorgânica é 65% em peso (55% em volume)	
--	--	--	--

Para todos os grupos em que foi realizado o reforço radicular, o interior dos condutos radiculares foi irrigado com 10 ml de água destilada, secos por 5 s com jato de ar (3 cm de distância) e duas pontas de papel absorvente (Figura 9). Em seguida, duas camadas do sistema adesivo foram aplicadas ativamente em toda a superfície do canal radicular, seguido de leve jato de ar por 5 s (3 cm de distância), uma ponta de papel absorvente e fotoativação (10 s), na estratégia de adesão autocondicionante (*self-etch*).

Todos os procedimentos de fotoativação desse experimento foram realizados com um aparelho fotopolimerizador com luz emitida por diodo (Radii Plus, SDI Limited, Victoria, Austrália), com uma intensidade de luz de 1200 mW/cm².

Para os grupos de reforço radicular em que foram utilizadas as resinas compostas convencional ou tipo bulk nas **viscosidades fluidas**, o interior do conduto radicular foi então preenchido pela resina composta com a própria ponta aplicadora metálica flexível que contém nas bisnagas das respectivas resinas em direção apical à cervical, com a finalidade de evitar a formação de bolhas de ar (Figura 10). Posteriormente, um gel lubrificante hidrossolúvel (KY gel lubrificante, Johnson & Johnson, São José dos Campos, SP, Brasil) foi aplicado em um pino pré-fabricado, o qual era utilizado somente para realização do reforço radicular (posteriormente outro pino de fibra de vidro era cimentado ao canal radicular), sendo o mesmo posicionado no interior do conduto. O pino foi removido e novamente posicionado no interior do canal, e o excesso de resina composta foi removido. Com o pino em posição foi realizada a fotoativação da resina composta por 20 s e a fotoativação foi complementada por mais 20 s após remoção do pino (Figura 11). Na sequência os condutos e os pinos foram lavados abundantemente com água

para remoção do gel lubrificante e os condutos foram re-preparados com a broca correspondente ao pino nº 0.5 (Whitepost DC, FGM) (Figura 12).



Figura 9 – Irrigação com soro fisiológico (10 ml), jato de ar por 5 s (3 cm de distância), seguido de dois cones de papel absorvente.

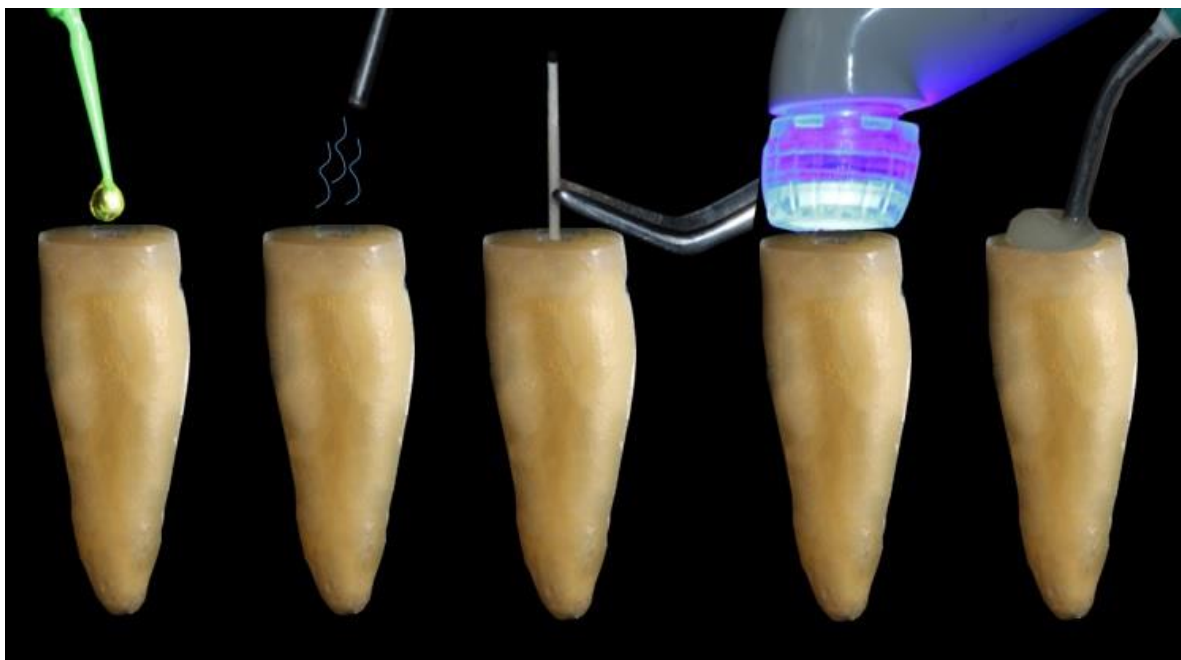


Figura 10 – Aplicação ativa de duas camadas de sistema adesivo, seguido de jato de ar por 5 s (3 cm de distância), uma ponta de papel absorvente e fotoativação (10 s), inserção da resina composta tipo bulk ou resina composta convencional com viscosidades fluida, no sentido ápico-coronal.

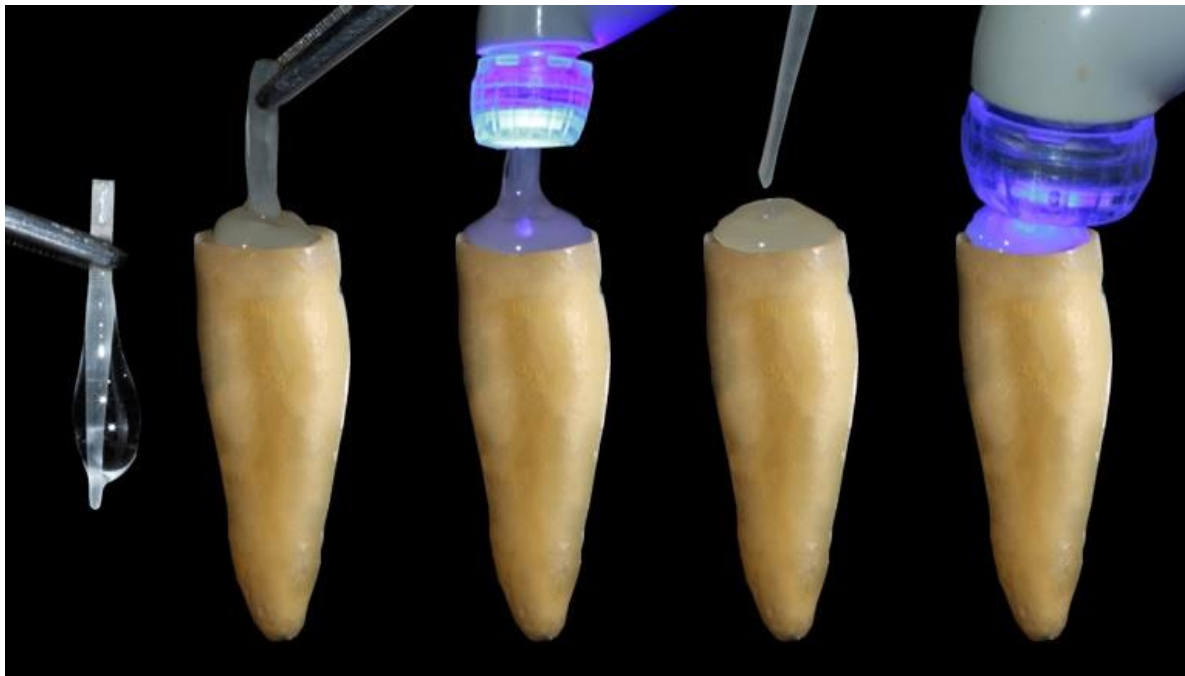


Figura 11 – Gel lubrificante hidrossolúvel foi aplicado no pino, em seguida, o pino foi posicionado no interior do conduto, removido e novamente posicionado no interior do conduto, e o excesso de resina composta foi removido. Sobre o pino posicionado, foi realizada a fotoativação da resina composta por 20 s, removeu-se o pino; fotoativação complementar da resina por 20 s.



Figura 12 – Os condutos foram lavados para remoção completa do gel lubrificante, e re-preparados com a broca correspondente ao pino.

Para os grupos de reforço radicular em que foram utilizadas resinas compostas convencional ou tipo bulk nas **viscosidades regulares**, a aplicação do sistema adesivo ocorreu da mesma maneira previamente descrita, e a resina composta foi levada ao conduto com auxílio de uma espátula de resina (Duflex, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), e calcada com um calcador Paiva (Duflex, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Os passos de aplicação do gel hidrossolúvel, inserção do pino, remoção, nova inserção do pino, fotoativação da resina composta, lavagem e re-preparos dos canais ocorreram da mesma maneira previamente descrita para as resinas compostas com viscosidade fluida (Figura 13).



Figura 13 – Inserção da resina composta tipo bulk ou resina composta convencional com viscosidades regular no canal radicular com auxílio de uma espátula de resina, em seguida a resina é calcada no interior do conduto com um calcador endodôntico, após isso inserção do pino com gel lubrificante.

4.4 CIMENTAÇÃO DOS PINOS

Antes de iniciar os procedimentos de cimentação, todos os pinos foram seccionados transversalmente, por meio de um disco diamantado de dupla face (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) sob refrigeração em água constante, resultando em 13 mm de comprimento, de uma maneira que 10 mm do pino atingiu o comprimento de trabalho radicular, e os outros 3 mm serviram como um guia para a distância do aparelho fotoativador durante os procedimentos de fotoativação dos espécimes. Desta maneira, além de ser padronizada a distância da fotoativação, foi possível verificar o completo assentamento dos pinos nos condutos preparados (10 mm). Ainda previamente ao procedimento de cimentação, os PFV foram limpos com álcool 70% durante 5 s conforme especificação do fabricante, sem utilização de silano.

Todos os pinos foram cimentados com sistema adesivo universal (Single Bond Universal, 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil) e cimento resinoso dual (RelyX

Ultimate, 3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil), seguindo as recomendações do fabricante, na estratégia de adesão convencional (*total-etch*). Para esse propósito, o interior do conduto foi condicionado com ácido fosfórico 37% por 15 s, o conduto foi lavado por 15 s, seguido de leve jato de ar por 5 s, e uso de duas pontas de papel absorvente. Aplicou-se duas camadas de sistema adesivo intercaladas por jato de ar (5 s), e o excesso de adesivo foi removido com uma ponta de papel absorvente (Figura 14). O cimento resinoso foi então manipulado e levado no interior do conduto com uma seringa de insulina n° zero (BD, São Paulo, SP, Brasil) com agulha rosa calibre 40 (Injex, Ourinhos, SP, Brasil) seccionada de forma com que se inserisse o cimento resinoso mais facilmente ao conduto, no sentido ápico-cervical para evitar a formação de bolhas. O pino de fibra foi levado em posição, mantido sob pressão por 3 s, e realizou-se a fotopolimerização por 40 s (Figura 15).



Figura 14 – Condicionamento ácido por 15 s, lavagem por 15 s, jato de ar por 5 s, a aplicação ativa de duas camadas de sistema adesivo no interior dos canais radiculares.



Figura 15 – Inserção do cimento resinoso manipulado no interior do conduto com uma seringa de insulina 0, no sentido ápico-cervical, pino levado em posição e mantido em posição por 3 s, após isso foi realizada a fotopolimerização por 40 s.

Após os procedimentos de cimentação, os pinos expostos foram cobertos com CIV convencional (Vitro Fil, DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), e todas as raízes foram armazenadas em umidade relativa com água destilada a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante uma semana.

4.5 PREPARO DOS ESPÉCIMES PARA OS DIFERENTES TESTES

As raízes foram adaptadas com cera pegajosa (Asfer, So Caetano do Sul, SP, Brasil) e então seccionadas perpendicularmente em relação ao seu longo eixo com um disco de diamante montado em uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) sob refrigeração com água constante. Seis fatias com espessura média de $1 \pm 0,1$ mm foram obtidas, as quais foram verificadas por meio de um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm (Mitutoyo Digimatic Caliper, Tóquio, Japão) (Figura 16).



Figura 16 – Obtenção das fatias de 1mm de espessura na máquina de corte.

4.5.1 Divisão dos terços radiculares

Para cada raiz foram obtidos seis fatias, os quais foram distribuídos da seguinte forma: terço cervical (duas fatias), terço médio (duas fatias) e terço apical (duas fatias) (Figura 17).

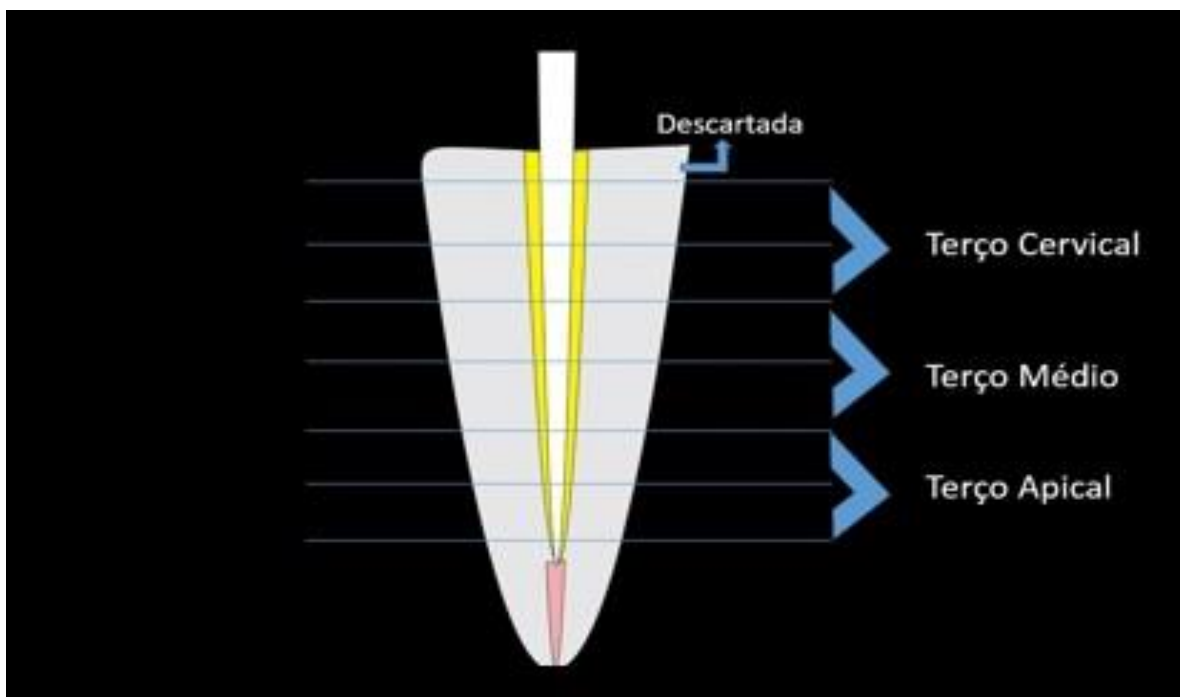


Figura 17 – Representação da divisão das fatias: a primeira sempre descartada, duas fatias para o terço cervical, duas para o terço médio e duas para o terço apical.

4.6 ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO (RU) POR MEIO DO TESTE DE *PUSH-OUT*

O teste de resistência de união foi realizado por meio do teste de *push-out* em todas as fatias obtidas de 7 raízes de cada grupo experimental.

Previamente ao ensaio de *push-out* todas as fatias foram fotografadas nos dois lados, com aumento de 40 X, em microscópio óptico (Olympus, modelo BX 51, Olympus, Tóquio, Japão) para aferição dos diâmetros coronário e apical da área interna do canal radicular, com o objetivo de calcular a área adesiva para cada fatia obtida. Esta mensuração foi realizada com o auxílio do *Software Image J* (National Institutes of Health, Bethesda; Maryland, EUA).

Cada fatia foi posicionada sobre um dispositivo metálico com uma pequena abertura central, com sua porção mais coronária posicionada para baixo, de tal forma que a máquina de ensaio universal exerceu uma força compressiva constante no sentido ápico-coronal até promover o deslocamento do pino intrarradicular

(Figura 18). Foram elaboradas pontas metálicas cilíndricas (atuadores) correspondentes ao diâmetro do pino que foi testado. O atuador foi posicionado no centro de cada fragmento de pino, de modo que a ponta aplicadora da carga tocou somente a área dos pinos, sem estressar as paredes laterais dos canais radiculares. O conjunto foi ensaiado em uma máquina de ensaio universal (INSTRON Corp, Canton, MA, EUA) com uma célula de carga de 50 Kgf a uma velocidade de 0,5 mm/min até o deslocamento do pino.

Em seguida, o valor da carga foi registrado em Newtons (N), sendo convertido em MPa, dividindo o valor da carga (N) pelo valor da área adesiva (mm²). Para calcular a área adesiva (SL), foi utilizada a fórmula de superfície lateral de um cone truncado:

$$S_L = \pi(R + r)[h^2 + (R - r)^2]^{0.5}$$

Onde:

π é a constante 3,1416;

R representa o raio coronário do pino + cimento/resina (mm);

r representa o raio apical do pino + cimento/resina (mm);

h representa a espessura dos corpos-de-prova (mm).

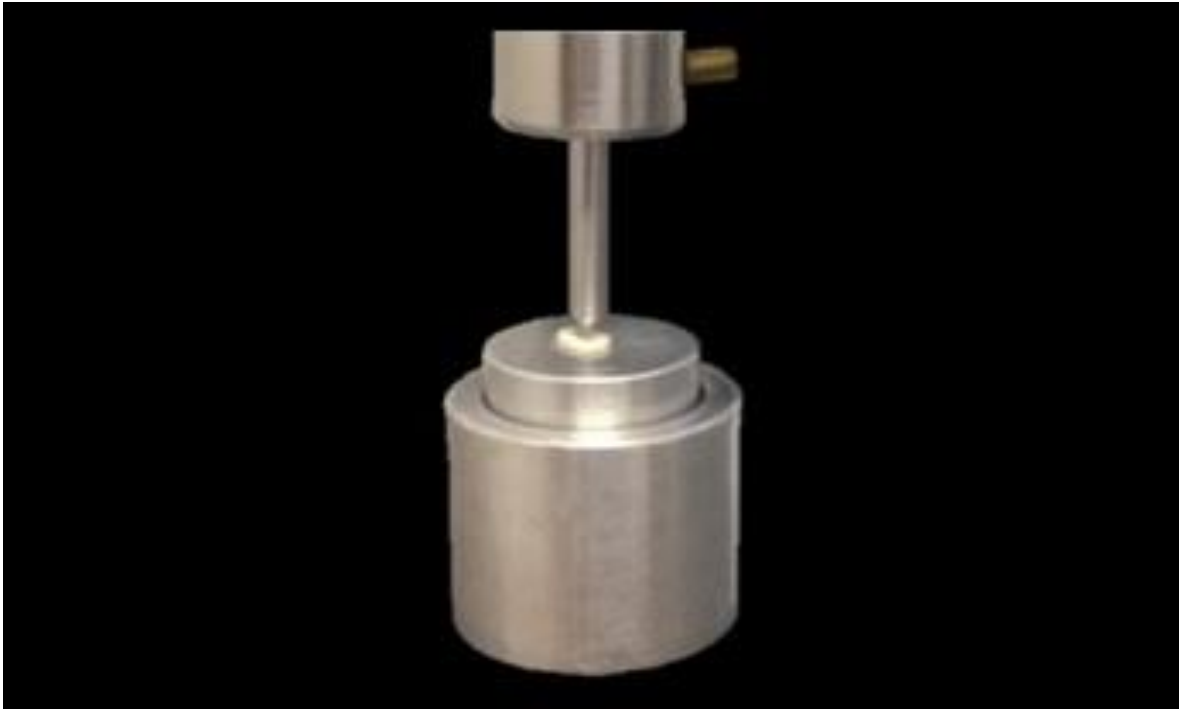


Figura 18 – Fatia posicionada na máquina de ensaio universal, com sua parte coronal virada para baixo.

4.6.1 Análise do padrão de fratura

Após o ensaio de *push-out*, cada espécime foi analisado em um microscópio óptico (Olympus, model BX 51, Olympus, Tóquio, Japão) com ampliação de 40X, para classificação dos padrões de fratura: A - fratura adesiva entre o cimento resinoso e a dentina radicular, B - fratura adesiva entre o cimento resinoso e o pino de fibra de vidro, C – fratura adesiva entre resina composta e cimento resinoso, D – fratura adesiva entre resina composta e dentina radicular, E - fratura coesiva de pino de fibra, F - fratura coesiva de cimento resinoso, G - fratura coesiva de dentina radicular, H - fratura coesiva de resina composta e I – fratura mista (quando mais de um tipo de fratura foi presente).

4.7 ANÁLISE DE NANOINFILTRAÇÃO (NI) EM MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA (MEV)

Para a avaliação da nanoinfiltração dentro da camada híbrida, utilizou-se uma fatia de cada terço (coronário, médio e apical), aleatoriamente selecionadas, de seis raízes (n=6) para cada grupo experimental. Cada fatia, após o corte, foi submersa em uma solução de nitrato de prata amoniacal 50% (AgNO_3NH_4 – Laboratório de química inorgânica, UEPG, Ponta Grossa, PR, Brasil), permanecendo por 24 h a 37° C dentro de um recipiente escuro. Passado esse tempo, os espécimes foram imersos em uma solução reveladora (Carestream, São Paulo, SP, Brasil) por 8 h em exposição de iluminação fluorescente direta. Após isso os espécimes foram lavados abundantemente em água corrente e então fixados em bases metálicas de alumínio (*stubs*) com cola permanente (SuperBonder Original, Henkel, São Paulo, SP, Brasil) (Figura 19). Já fixados nos *stubs*, os espécimes foram lixados com lixas de carbetto de silício # 600, 1200, 1500, 2000, 2500 e 3000 (3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil) por 30 s cada, sob refrigeração, e depois polidas com discos de feltro e pastas para polimento de alumina (Bellinzoni, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Entre cada granulação de lixa, as amostras foram lavadas em água corrente por 1 min. Terminada a etapa de polimento, os espécimes foram mantidos em recipientes contendo sílica coloidal a 37° C por 48 h.

Finalizado este processo, as amostras foram metalizadas em ouro (Belzers SCD 050 Sputter Coater, Bal-Tec, Alemanha) para serem observadas sob Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV; SSX – 550; Shimadzu, Tóquio, Japão) operando em alto vácuo numa potência de 15 kV de voltagem de aceleração, no qual foram obtidas imagens em elétrons retro espalhados, em uma foto com aumento de 40X e duas fotos aproximadas de aumento de 1000X, para melhor visualização da infiltração do nitrato de prata no interior da camada híbrida e na interface desta com o cimento resinoso ou dos diferentes tipos de resinas compostas utilizadas.

Para calcular a quantidade de nanoinfiltração, as imagens foram analisadas utilizando o *Software Image J* (National Institutes of Health, Bethesda; Maryland,

EUA) na foto de menor aumento (40X). Para isso, primeiramente foi calculado o perímetro total da interface adesiva, em seguida, a mensuração apenas das regiões infiltradas com nitrato de prata (Figura 20). Com os valores obtidos, foi calculada a porcentagem de infiltração por nitrato de prata em cada fatia.

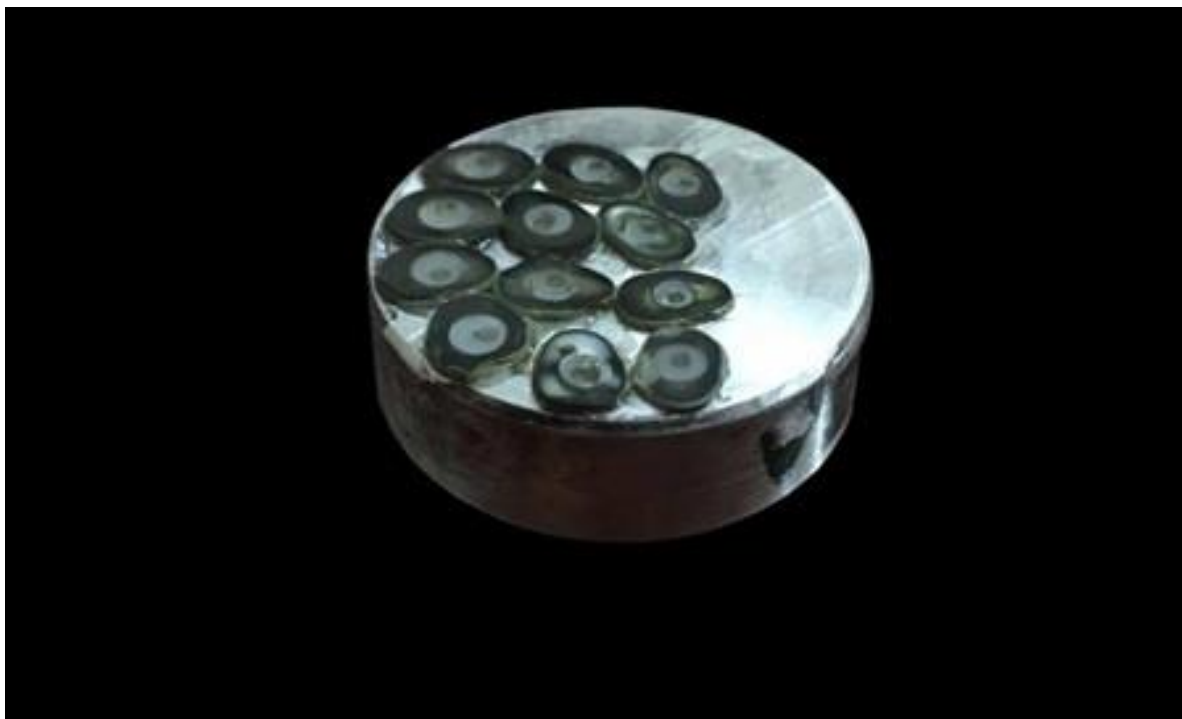


Figura 19 – Fatias posicionadas no *stub* metálico.

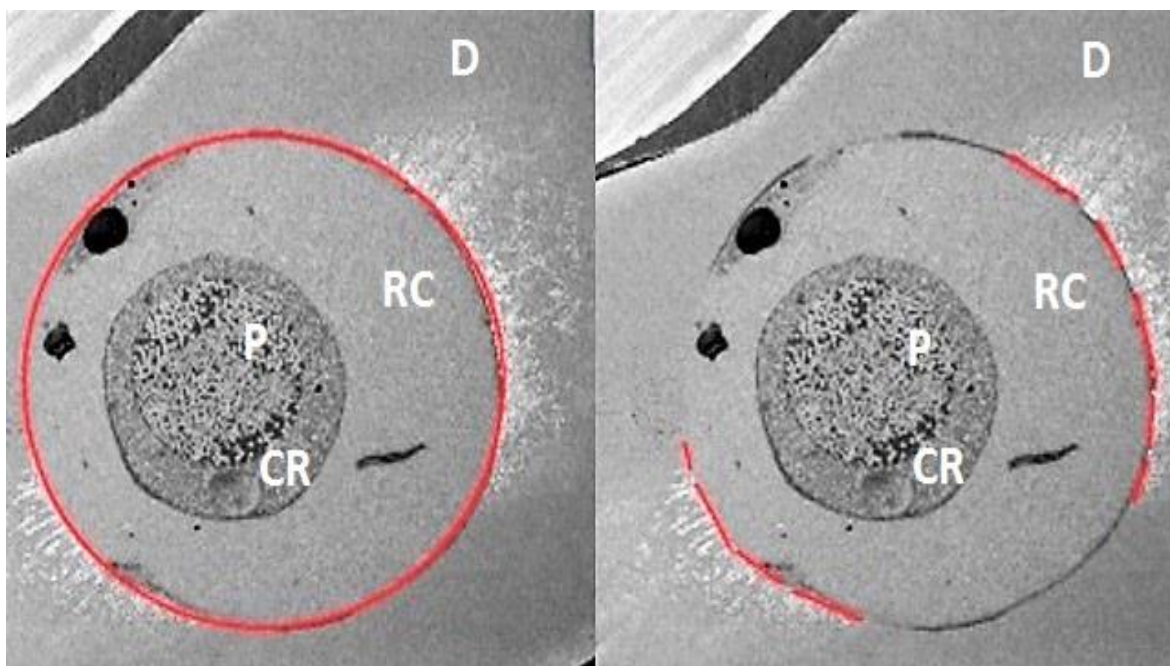


Figura 20 – Medição do perímetro total, e depois medição da soma das regiões infiltradas por nitrato.
P- Pino, CR-Cimento resinoso, RC-Resina composta, D-dentina.

4.8 ANÁLISE DA MICRODUREZA VICKERS (VHN)

Para avaliação da microdureza do cimento resinoso dos grupos controles (positivo e negativo) e das resinas compostas utilizadas nos grupos com reforço radicular, foram utilizadas as fatias restantes de cada terço (coronário, médio e apical) de 3 raízes das 6 que foram utilizadas para análise da nanoinfiltração. Essas fatias foram embebidas em resina acrílica com a superfície de teste virada para cima (Figura 21) e polidas sob refrigeração constante em água com papel de carboneto de silício com abrasividades decrescente (600 até 1500) e complementado com pastas diamantadas de polimento de 3, 1, 0,5 e 0,03 mm (Buehler Ltda, Lake Bluff, IL, EUA) por 1 min cada. Os espécimes foram lavados em água corrente a cada troca de papel abrasivo ou pasta.



Figura 21 – Fatias embutidas em resina acrílica com a face de teste virada para cima.

Após o polimento, as amostras foram submetidas a um teste de microdureza em um microdurômetro Shimadzu HMV2 (Newage Testing Instruments, Inc., Southampton, PA, EUA), com indentador Vickers. Em todas as fatias selecionadas, a dureza foi calculada em 4 áreas diferentes da resina composta para os grupos com reforço radicular ou do cimento resinoso para os grupos sem reforço radicular (controles positivo e negativo); todas as mensurações foram realizadas perto da interface com a dentina radicular, ou seja, na região mais distante do pino (Figura 22). Cada indentação foi feita utilizando uma carga estática de 100 g durante 15 s. A microdureza Vickers foi calculada com base na média das diagonais medidas com auxílio de um microscópio óptico (Shimadzu HMV2, 400 X). Todas as medidas foram calculadas e registradas como número de microdureza Vickers (VHN), utilizando a fórmula:

$$HV=1,8544 F/d^2$$

Onde:

1,8544 é uma constante multiplicada por F que é a força utilizada no ensaio em KgF ou seja, $100\text{ g}=0,1\text{ KgF}$ dividido pelo valor da média das diagonais da indentação ao quadrado.

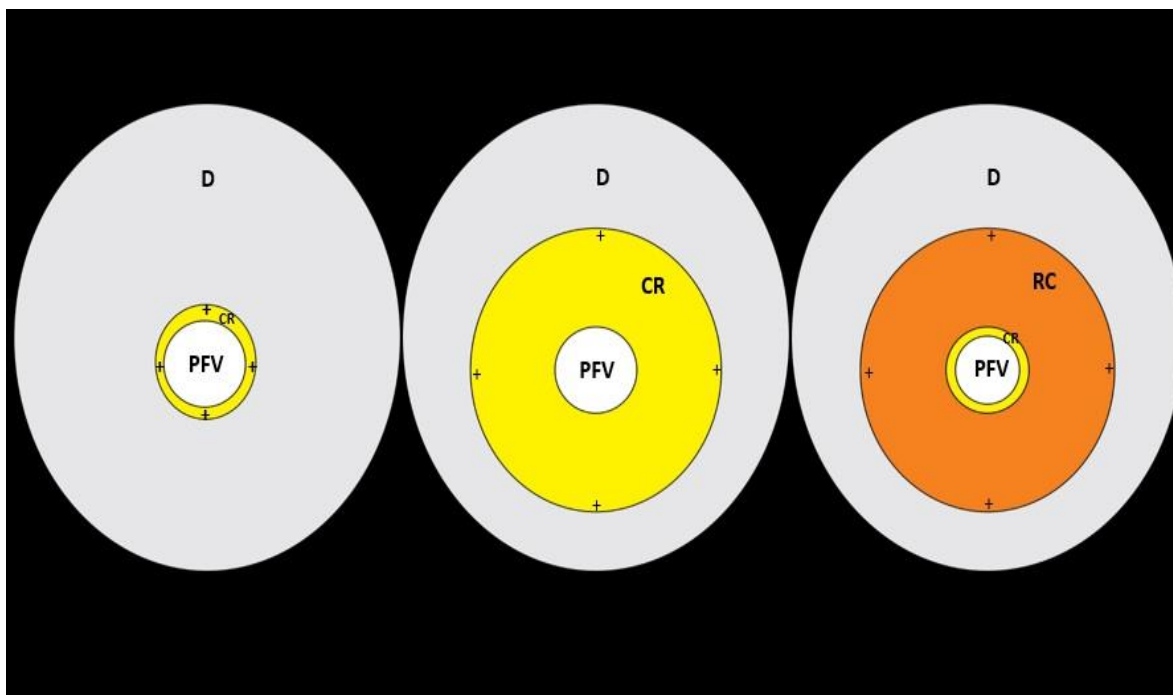


Figura 22 – Esquema da localização das quatro indentações para cada fatia, nos grupos controle positivo, controle negativo e grupos com reforço radicular. As indentações foram realizadas sempre próximas à dentina radicular. D- Dentina, CR- Cimento resinoso, RC- Resina composta, PFV- Pino de fibra de vidro, +- Indentação.

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de resistência de união e nanoinfiltração foram submetidos a análise de variância (ANOVA) de dois fatores (grupo experimental vs região radicular) e *Tukey* ($\alpha = 0,05$); e os dados de microdureza para cada grupo experimental foram submetidos a ANOVA de um fator (região radicular) e *Tukey* ($\alpha = 0,05$). Os dados dos padrões de fratura foram avaliados apenas qualitativamente.

Todos os cálculos foram realizados com o programa estatístico Sigma Plot 11 (Systat Software, San Jose, Califórnia, EUA).

5 RESULTADOS

5.1 RESISTÊNCIA DE UNIÃO

Os resultados de resistência de união (média $\pm$ desvios padrões) para os diferentes grupos experimentais estão demonstrados na Tabela 1. O teste ANOVA dois fatores demonstrou que a dupla interação (grupo experimental vs região radicular) foi significativa ($p < 0,001$).

Independente da região radicular, os maiores valores de resistência de união foram observados para o grupo controle positivo. As técnicas de reforço radicular com as resinas compostas do tipo bulk, tanto com viscosidade regular (VR), quanto com viscosidade fluida (VF), apresentaram valores de resistência de união estatisticamente superiores ao grupo controle negativo em todas as regiões radiculares ($p \leq 0,05$). As técnicas de reforço radicular com as resinas compostas do tipo convencional, em ambas as viscosidades (VR e VF) foram estatisticamente superiores ao grupo controle negativo apenas no terço cervical ($p \leq 0,05$); enquanto que nos terços médio e apical foram similares entre si e ao grupo controle negativo ($p > 0,05$).

5.1.1 Padrão de fratura

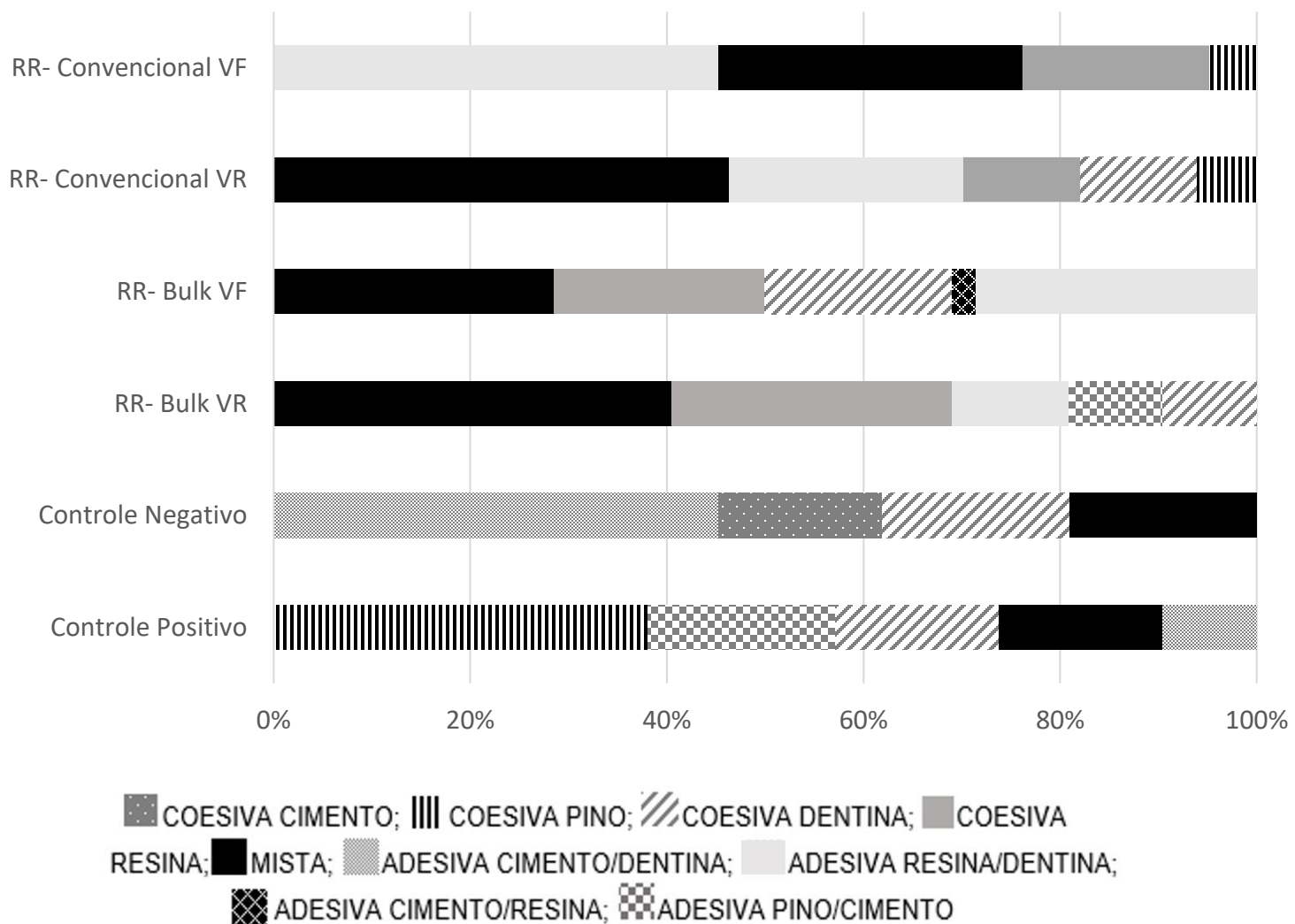
A distribuição do padrão de fratura para cada grupo experimental está ilustrada no Gráfico 1. Pode-se observar que a fratura do tipo mista apareceu em todos os grupos experimentais. No grupo controle positivo, a fratura que mais predominou foi a fratura coesiva do pino (38,1%). Já, no grupo controle negativo a fratura predominante foi a fratura adesiva entre cimento resinoso e dentina radicular (45,2%). Nos grupos de reforço radicular com resina composta Bulk VR e resina composta Convencional VR, também prevaleceram as fraturas tipo mista (40,5% e 46,3%, respectivamente). Já no grupo reforço radicular com resina composta Convencional VF a fratura que prevaleceu foi a do tipo adesiva entre resina composta e dentina radicular (45,2%). No grupo de reforço radicular Bulk dois tipos de fratura prevaleceram com a mesma porcentagem, mista e adesiva entre resina

e dentina (28,6%). Uma imagem representativa de cada padrão de fratura observado no presente estudo pode ser visualizada no Quadro 3.

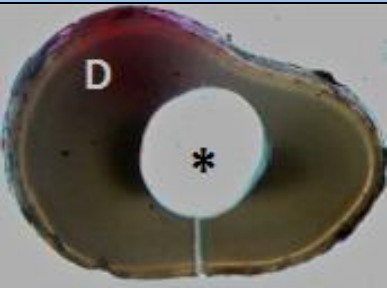
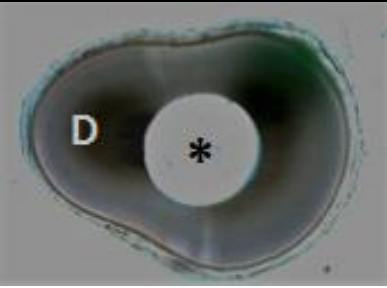
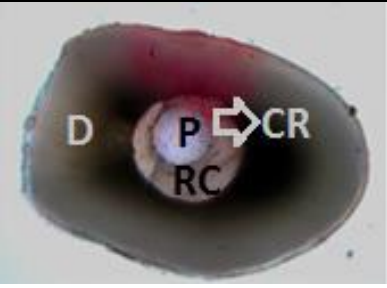
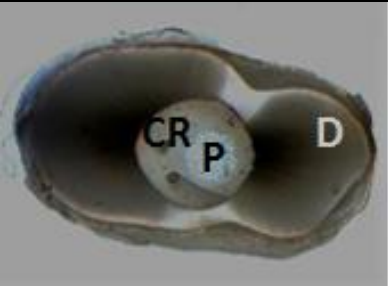
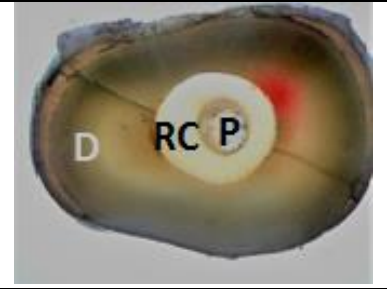
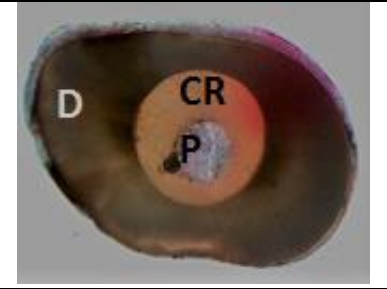
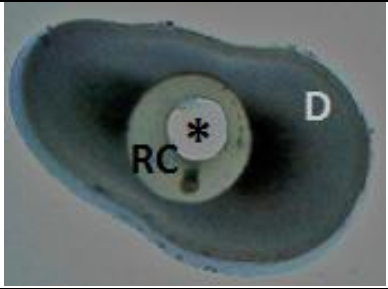
Tabela 1- Valores médios e desvios padrões de resistência de união (MPa) para os diferentes grupos experimentais

GRUPOS EXPERIMENTAIS	REGIÃO RADICULAR		
	CERVICAL	MÉDIA	APICAL
Controle positivo	13,2 ± 2,2 A	12,7 ± 2,2 A	8,1 ± 0,8 B
Controle negativo	3,1 ± 1,1 D	3,5 ± 0,9 D	2,7 ± 0,5 E
RR - Bulk VR	8,8 ± 1,4 B	7,2 ± 1,4 B	4,2 ± 1,5 CD
RR - Bulk VF	8,1 ± 1,7 B	7,7 ± 2,1 B	5,2 ± 1,5 C
RR - Convencional VR	5,2 ± 1,0 C	4,2 ± 0,7 CD	2,4 ± 0,9 E
RR - Convencional VF	4,8 ± 1,0 C	3,9 ± 0,8 CD	2,7 ± 0,9 E
RR – Reforço radicular; VR - viscosidade regular; VF - viscosidade fluida * Letras diferentes indicam diferenças significativas (p < 0,05).			

Gráfico 1 – Representação dos padrões de fratura observados após o teste de resistência de união para os diferentes grupos experimentais



Quadro 3 – Imagens representativas dos diferentes tipos de padrão de fratura encontrados

Mista	Adesiva pino cimento	Adesiva cimento dentina
		
Adesiva resina dentina	Coesiva resina	Coesiva cimento
		
Coesiva dentina	Coesiva pino	Adesiva cimento resina
		

D- Dentina, P- Pino, RC- Resina Composta, CR- Cimento Resinoso, *- Espaço pino, pino/cimento ou pino/cimento/resina.

5.2 NANOINFILTRAÇÃO

Os resultados de nanoinfiltração (média $\pm$ desvios padrões) para os diferentes grupos experimentais estão demonstrados na Tabela 2. O teste ANOVA dois fatores demonstrou que a dupla interação (grupo experimental vs região radicular) foi significativa ($p < 0,001$).

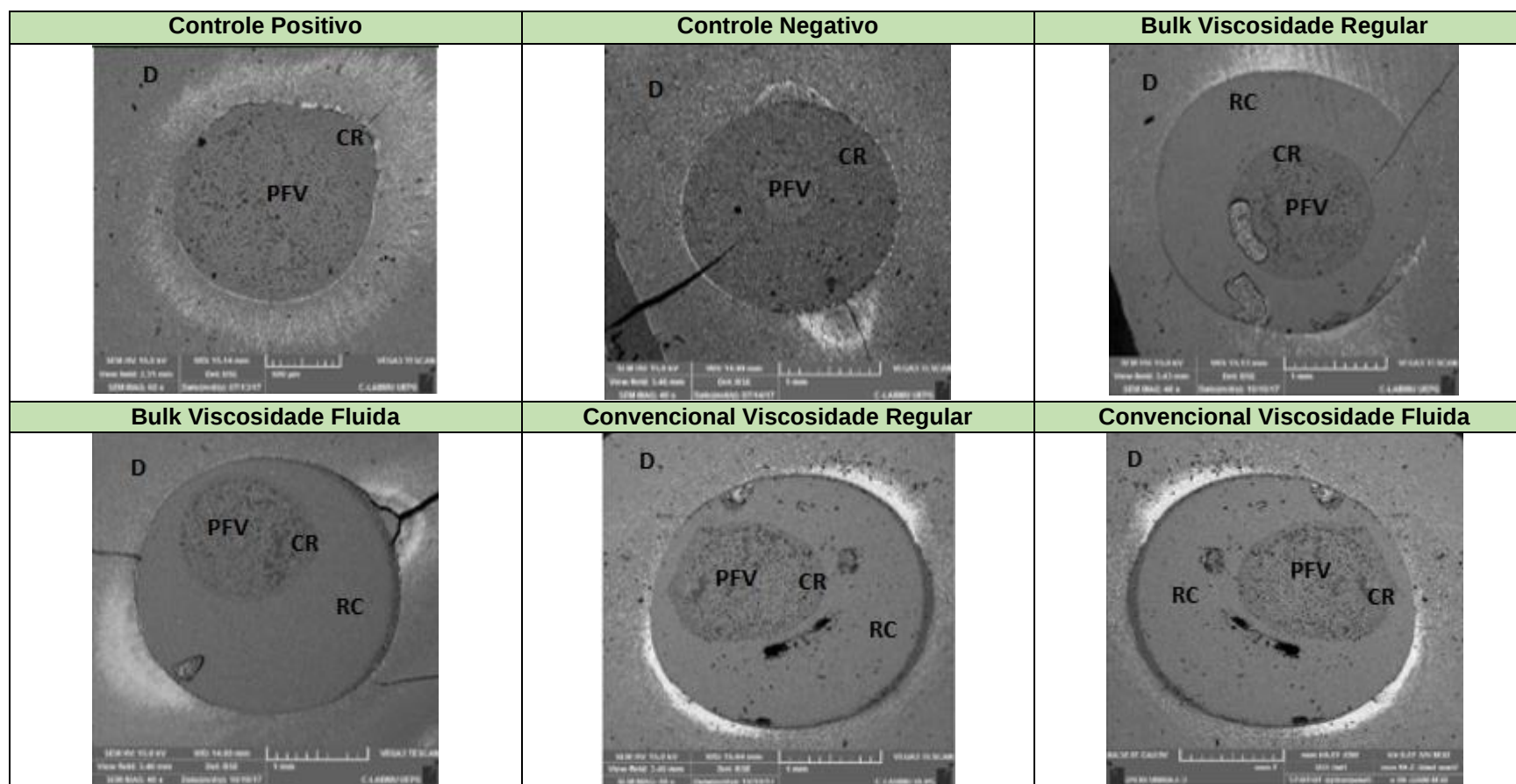
Pode-se observar que para as técnicas de reforço radicular com as resinas compostas do tipo bulk, tanto com VR, quanto com VF, os valores de nanoinfiltração em todas as regiões radiculares foram estatisticamente inferiores quando comparados ao grupo controle negativo ($p \leq 0,05$). Já, as resinas compostas do tipo convencional, em ambas as viscosidades apresentaram valores de nanoinfiltração estatisticamente inferiores ao grupo controle negativo apenas no terço cervical ($p \leq 0,05$); enquanto que nos terços médio e apical foram similares entre si e ao grupo controle negativo ($p > 0,05$).

As imagens em MEV da representação de cada condição para análise da nanoinfiltração estão demonstradas nos Quadros 4 e 5, em nenhum dos grupos foi observada uma interface livre de nanoinfiltração.

Tabela 2 - Valores médios e desvios padrões de nanoinfiltração (%) para os diferentes grupos experimentais

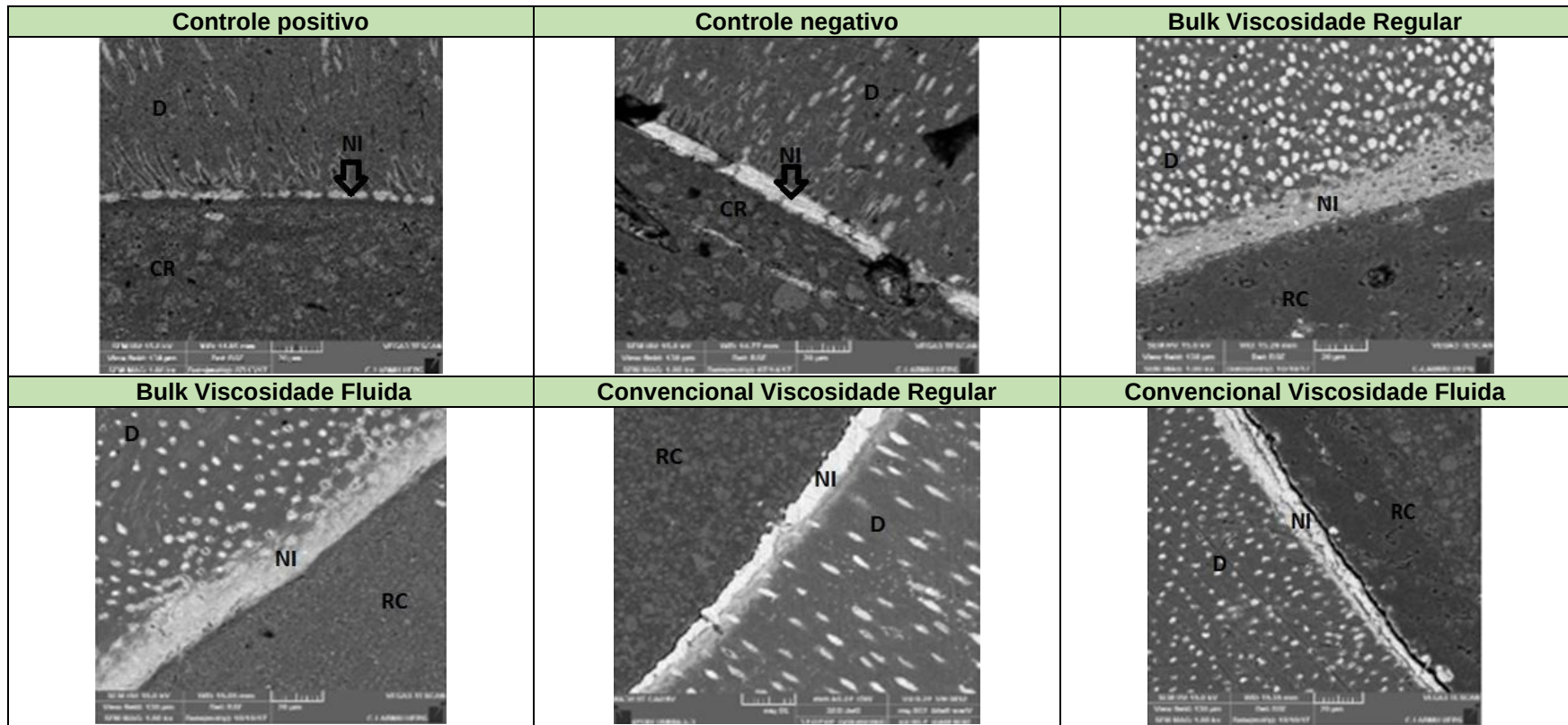
GRUPOS EXPERIMENTAIS	REGIÃO RADICULAR		
	CERVICAL	MÉDIA	APICAL
Controle positivo	36,2 ± 3,2 BC	40,7 ± 1,7 C	41,3 ± 1,9 C
Controle negativo	58,5 ± 1,5 F	52,8 ± 3,9 DEF	79,5 ± 7,9 G
RR - Bulk VR	26,6 ± 4,3 AB	37,5 ± 2,8 C	55,6 ± 6,2 EF
RR - Bulk VF	22,3 ± 5,8 A	40,1 ± 4,9 C	45,7 ± 2,9 CDE
RR - Convencional VR	40,7 ± 4,4 C	60,7 ± 3,4 F	71,4 ± 9,9 G
RR - Convencional VF	43,6 ± 3,2 CD	52,9 ± 5,2 EF	79,7 ± 7,6 G
RR – Reforço radicular; VR - viscosidade regular; VF - viscosidade fluida * Letras diferentes indicam diferenças significativas (p < 0,05).			

Quadro 4 - Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (40X) da fatia do terço médio de cada grupo experimental. A deposição de nitrato de prata ocorreu praticamente na base da camada híbrida e está sendo indicada nas regiões mais claras das imagens.



D- Dentina, NI- Nitrato de Prata, CR- Cimento Resinoso, RC- Resina Composta, PFV- Pino de Fibra de Vidro.

Quadro 5 - Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (1000X) da fatia do terço médio de cada grupo experimental. A deposição de nitrato de prata ocorreu praticamente na base da camada híbrida e está sendo indicada nas regiões mais claras da imagem. Acima da camada híbrida encontra-se a dentina radicular e abaixo o cimento resinoso ou diferentes tipos de resina.



D- Dentina, NI- Nitrato de Prata, CR- Cimento Resinoso, RC- Resina Composta.

5.3 MICRODUREZA

Os resultados de microdureza (média $\pm$ desvios padrões) para os diferentes grupos experimentais estão demonstrados na Tabela 3.

Pode-se observar que para todos os grupos experimentais (ANOVA um fator), com exceção do grupo controle negativo em que a região radicular não influenciou na microdureza do cimento resinoso ($p > 0,05$), a microdureza para todas as resinas compostas avaliadas nos grupos com reforço radicular e a microdureza do cimento resinoso para o grupo controle positivo foram estatisticamente inferiores na região apical quando comparada à região cervical do canal radicular ($p \leq 0,05$).

Tabela 3 - Valores médios e desvios padrões de microdureza (VHN) para os diferentes grupos experimentais*

GRUPOS EXPERIMENTAIS	REGIÃO RADICULAR		
	CERVICAL	MÉDIA	APICAL
Controle positivo	52,7 ± 4,9 A	40,7 ± 4,5 B	31,6 ± 3,7 B
Controle negativo	22,8 ± 4,7 A	21,9 ± 2,9 A	20,6 ± 2,5 A
RR - Bulk VR	69,6 ± 2,3 A	68,3 ± 4,8 AB	60,4 ± 2,1 B
RR - Bulk VF	41,9 ± 4,3 A	39,9 ± 1,2 A	23,2 ± 4,9 B
RR - Convencional VR	41,9 ± 4,3 A	39,3 ± 1,2 A	22,7 ± 5,3 B
RR - Convencional VF	49,5 ± 1,9 A	45,5 ± 0,8 A	35,5 ± 2,5 B
RR – Reforço radicular; VR - viscosidade regular; VF - viscosidade fluida * Letras diferentes indicam diferenças significativas (p < 0,05) **Comparações são válidas apenas entre mesma linha.			

6 DISCUSSÃO

No presente estudo maiores valores de resistência de união foram encontrados no grupo controle positivo, em que foi simulado uma adaptação ideal entre pino de fibra de vidro e conduto radicular, ou seja, com uma baixa espessura de cimento resinoso; da mesma maneira já observado em estudos prévios (Ferrari et al.⁶⁶ 2000; Grandini et al.¹³ 2005; Valandro et al.⁸³ 2005; D' Arcangelo et al.⁶⁴ 2007; Gomes et al.¹⁵ 2014). Sabe-se que em áreas de grande espessura de cimento é mais provável que ocorra a formação de bolhas e espaços vazios do que em áreas de camada finas e uniformes; além do que, grandes quantidades de cimento provocam uma maior contração de polimerização, o que pode causar maior estresse de polimerização nas interfaces cimento/dentina e cimento/pino, prejudicando a adesão dos pinos de fibra ao conduto radicular (Grandini et al.¹³ 2005; Gomes et al.¹⁵ 2014).

Porém, a situação de adaptação ideal de pinos de fibra pré-fabricados nem sempre é possível na prática clínica diária. Nos casos de canais amplamente alargados com raízes enfraquecidas, diferentes técnicas são propostas na literatura com o objetivo de reforçar essa raiz e/ou diminuir a espessura de cimento resinoso. Uma das técnicas propostas e ainda com resultados conflitantes é a técnica de reforço radicular com resina composta, a qual foi testada no presente estudo, que consiste em aumentar a espessura das paredes internas de dentina do conduto radicular com resina composta previamente à cimentação do pino, diminuindo assim a luz do conduto (Lui⁷⁰ 1994; Saupe et al.¹⁶ 1996; Zogheib et al.¹⁸ 2008; Zogheib et al.⁸⁴ 2011; Gomes et al.²⁰ 2014).

Da mesma maneira observada em estudo anterior (Gomes et al.²⁰ 2014), no presente estudo, as técnicas de reforço radicular com resinas compostas do tipo convencional apresentaram resultados de resistência de união inferiores ao grupo controle positivo, sendo estatisticamente superiores ao grupo controle negativo apenas no terço cervical, enquanto que nos terços médio e apical apresentaram resultados de resistência de união e de nanoinfiltração similares ao grupo controle negativo. Isso pode ser explicado devido ao fato das resinas compostas

convencionais terem baixa profundidade de polimerização, sendo indicadas para incrementos de no máximo 2 mm de espessura, para que o efeito causado pela contração de polimerização seja diminuído (Braga et al.⁸⁵ 2005; Lazarchik et al.⁷¹ 2007; Van Ende et al.⁷² 2013).

Recentemente, foram introduzidas no mercado odontológico as resinas compostas tipo bulk, as quais nos dão a possibilidade de trabalhar com incrementos maiores, e diversos estudos na literatura mostram que há uma maior polimerização dessas resinas em regiões mais profundas quando comparada às resinas compostas convencionais (Ilie et al.⁷⁸ 2013; Alrahlah et al.²⁶ 2014; Bucuta et al.²⁷ 2014; Flury et al.⁸⁶ 2014; Alshali et al.²⁸ 2015; Benetti et al.⁸⁷ 2015; Kim et al.⁸¹ 2015). Porém, esses estudos avaliaram em dentina coronária e ainda não existem estudos mostrando o comportamento das resinas tipo bulk como material para reforço radicular, tampouco no interior do canal radicular.

Nesse estudo, os grupos em que se utilizaram reforço radicular com resinas compostas tipo bulk, independente da viscosidade, apresentaram maiores valores de resistência de união e menores valores de nanoinfiltração em todas as regiões radiculares quando comparados ao grupo controle negativo e aos grupos que realizaram o reforço com resinas compostas convencionais. Isso pode ser explicado devido às mudanças na composição da matriz orgânica da resina composta. Resinas como a Filtek Bulk-fill (3M ESPE) utilizada no presente estudo, diminuíram a quantidade de partículas de carga e aumentaram o tamanho das partículas, diminuindo assim a superfície entre partículas de carga e matriz orgânica, o que reduz a dispersão de luz. Desta maneira, a luz chega com mais intensidade em regiões mais profundas, além de serem mais translúcidas, tendo assim maior profundidade de polimerização (Bucuta et al.²⁷ 2014). Segundo o fabricante, essas resinas bulk (3M ESPE) possuem novos monômeros de metacrilato, um dimetacrilato aromático de alto peso molecular (AUDMA) e monômeros de adição de fragmentação (AFM), os quais em conjunto, agem para reduzir o estresse de polimerização. Portanto, o uso dessas resinas tipo bulk pode ser uma alternativa

inovadora e promissora para reforço radicular em casos de canais alargados, devendo ser foco de futuros trabalhos.

As resinas compostas de viscosidade fluidas por possuírem melhor escoamento, são de mais fácil inserção, porém, estudos comparando diferentes viscosidades de resinas compostas na técnica de reforço radicular não foram encontrados, por isso, objetivou-se também avaliar a influência das viscosidades das resinas. No presente estudo as resinas fluidas preencheram todo o conduto somente utilizando a sua ponta aplicadora, sendo uma técnica mais rápida, menos sensível e de fácil execução. Já as resinas compostas de viscosidade regular, devido a seu baixo escoamento, necessitam de instrumentais específicos, sendo a técnica mais crítica e de difícil execução, consequentemente as chances de desadaptação e selamento inadequado tornam-se maiores (Da cunha Mello et al.⁸⁸ 1997; Jain e Belcher⁸⁹ 2000). Porém, no presente estudo a viscosidade não interferiu significativamente nos resultados de resistência de união e nanoinfiltração dentro do mesmo tipo de resina composta (bulk ou convencional).

Nesse trabalho foi realizada também a análise de microdureza com a finalidade de observar o comportamento dos materiais ao longo do canal radicular próximo à interface com a dentina radicular. Não foram realizadas comparações entre os diferentes materiais (cimentos resinosos nos grupos controles positivo e negativo; e resinas compostas nos grupos de reforço radicular), uma vez que o propósito desse teste não era avaliar as propriedades mecânicas dos materiais, mas sim ser empregado como um indicador indireto do grau de conversão dos materiais em contato com a dentina radicular (Bouschlicher et al.⁹⁰ 2004; Poskus et al.⁹¹ 2004; Visvanathan et al.⁹² 2007). Observou-se para todos os grupos experimentais, com exceção do grupo controle negativo, valores significativamente maiores de microdureza no terço cervical e menores no terço apical. Apesar de estudos sugerirem que pinos de fibra translúcidos permitem a transmissão de luz para o canal radicular (Lui⁷⁰ 1994; Goracci et al.⁹³ 2008; Morgan et al.⁹⁴ 2008; Urapepon⁹⁵ 2014; Stylianou et al.⁹⁶ 2017), essa transmissão de luz é limitada por toda sua profundidade e é inversamente proporcional à distância da fonte irradiadora (Lui⁷⁰

1994). Fatores como reflexão e absorção causados pelas partículas de carga dos materiais resinosos, também interferem na transmissão e quantidade de luz que chega em regiões mais profundas (Emami et al.⁹⁷ 2005; Watts⁹⁸ 2005), o que pode explicar valores mais baixos de microdureza para a região apical e regiões distantes do pino nesse estudo e em estudos prévios (Roberts et al.⁹⁹ 2004; Yoldas et al.²² 2005).

Kim et al.¹⁰⁰ (2009) e Cerutti et al.¹⁰¹ (2011) avaliaram o grau de conversão de materiais resinosos em diferentes regiões do canal radicular e observaram que, em maiores profundidades, a eficácia de polimerização do sistema de cimentação com pinos translúcidos também foi comprometida; ou seja, mesmo usando um pino translúcido, a intensidade da luz que atinge a área apical é reduzida (Faria e Silva et al.¹⁰² 2007; Goracci et al.⁹³ 2008; Cerutti et al.¹⁰¹ 2011), explicando os valores mais baixos de microdureza, de resistência de união e maiores valores de nanoinfiltração para todos os grupos com reforço radicular na região apical.

Entretanto, no grupo controle negativo, a região radicular não influenciou os valores de microdureza. Nesse grupo, uma grande quantidade de cimento resinoso estava presente, tanto em profundidade, quanto em espessura. Provavelmente, essa quantidade aumentada de cimento pode ter afetado negativamente a absorção de luz irradiada pelo aparelho de fotopolimerização e, portanto, a reação de polimerização do cimento em toda a sua espessura e profundidade. Sabe-se que os cimentos resinosos duais que se polimerizam apenas por ativação química não atingem níveis tão elevados de propriedades mecânicas e grau de conversão, como aqueles que são polimerizados sob condições duais (Ceballos et al.¹⁰³ 2007; Arrais et al.¹⁰⁴ 2009; Shadman et al.¹⁰⁵ 2012; Di Francescantonio et al.¹⁰⁶ 2013; Aguiar et al.¹⁰⁷ 2015; Chen et al.¹⁰⁸ 2016). Supostamente a polimerização do cimento nesse grupo em todas as regiões radiculares (uma vez que avaliação foi feita próximo à interface com a dentina radicular, ou seja, distante do pino de fibra) pode ter dependido apenas da ativação química produzida pelo sistema de polimerização dual, assim, apresentando resultados similares ao longo de todo o canal radicular.

Isso também pode justificar os resultados de microdureza do grupo controle positivo, em que a ativação do cimento no terço cervical, pela proximidade da luz e pela espessura de cimento ser mínima, deve ter ocorrido na maneira dual e nos terços médio e apical possivelmente prevaleceu a ativação química do cimento, devido à dificuldade de penetração de luz nas regiões mais profundas. Nos grupos onde foi realizado o reforço radicular, foi utilizado diferentes tipos de resina composta, porém, todas fotopolimerizáveis, necessitando assim de uma fonte de luz com intensidade e tempo de exposição adequados para a completa polimerização do material; se a resina composta não receber essa exposição suficiente, a conversão dos monômeros é reduzida (Roberts et al.¹⁰¹ 2004); por isso valores reduzidos de microdureza foram encontrados nas regiões apicais.

No que diz respeito ao padrão de fratura, é relatado na literatura que a maioria das falhas adesivas observadas na cimentação de pinos de fibra de vidro encontra-se na interface dentina radicular/cimento resinoso, seguida de fraturas mistas (Boschian et al.¹⁰⁹ 2002; Radovic et al.⁴⁹ 2008; Frydman et al.¹¹⁰ 2013); isso se deve ao fato da dificuldade de adesão em dentina radicular, devido as suas características estruturais e biológicas, e a adesão está diretamente ligada à interação química e micromecânica do agente de união com o substrato (De Munck et al.⁵³ 2005; Reis et al.¹¹¹ 2007). Porém, no presente estudo, a maioria das fraturas foi a do tipo mista, sendo que esta esteve presente em todos os grupos experimentais, isso pode ser explicado pelo fato que a maioria das raízes utilizadas no estudo possuíam paredes finas de dentina, e a inclusão da resina composta em alguns grupos experimentais, fazendo com que além de falhas adesivas a fatia também possuísse fratura coesiva em dentina e em resina composta, tornando-a mista.

No entanto, cabe salientar as limitações do presente estudo. Todos os procedimentos foram realizados por um único operador calibrado supervisionado por um operador com ampla experiência clínica e acadêmica. Assim, estudos que avaliem o efeito da experiência do operador e da variabilidade da técnica podem contribuir para o melhor entendimento do tema. Apesar de bem delineado, o estudo

é laboratorial e somente ensaios clínicos randomizados podem fornecer evidências definitivas sobre a melhor técnica para uso clínico.

7 CONCLUSÃO

Durante a cimentação de pinos de fibra de vidro deve-se manter o máximo de dentina radicular possível durante o preparo do canal radicular, uma vez que o grupo controle positivo, em que os canais radiculares não estavam alargados, apresentou os melhores valores de adesão.

Entretanto, na ausência dessa condição ideal, a técnica de reforço radicular com resinas composta do tipo bulk, tanto com viscosidade regular quanto com viscosidade fluida, pode ser uma técnica alternativa viável previamente à cimentação de pinos de fibra de vidro em raízes enfraquecidas com canais radiculares alargados.

REFERÊNCIAS

1. Shillenburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Bracket SE. Fundamentals of fixed prosthodontics, 3rd ed. Carol Stream, IL: Quintessence Publishing Company, Inc.; 1997. p. 194—7.
2. Dikbas I, Tanalp, J. An overview of clinical studies on fiber post systems. Scientific World J. 2013 Oct;23:171-8.
3. Lamichhane A, Xu C, Zhang, F. Dental fiber-post resin base material: a review. J Adv Prosthodont. 2014 Feb;6(1):60-5.
4. Alster D, Venhoven BAM, Feilzer AJ, Davidson CL. Influence of compliance of the substrate materials on polymerization contraction stress in thin resin layers. Biomaterials. 1997 Feb;18(4):337-41.
5. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. J Dent. 1999 May;27(4):275-8.
6. Lassila LV, Tanner J, Le Bell AM, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canals posts. Dent Mater. 2004 Jan;20(1):29-36.
7. Kaur J, Sharma N, Singh H. In vitro evaluation of glass fiber post. J Clin Exp Dent. 2012 Oct 1;4(4):e204-9.
8. Sedgley CM and Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle? J Endod. 1992 Jul;18(7):332–5.

9. Bitter K e Kielbassa AM. Post-endodontic restorations with adhesively luted fiber-reinforced composite post systems: a review. *Am Jour Dent*. 2007 Dec;20(6):353–60.
10. Morgano SM, Rodrigues AH, Sabrosa CE. Restoration of endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am*. 2004 Apr;48(2):vi397-416.
11. Perdigão J, Gomes G, Augusto V. The effect of dowel space on the bond strengths of fiber posts. *J Prosthodont*. 2007 May-Jun;16(3):154-64.
12. Baba NZ, Goodacre CJ, Daher T. Restoration of endodontically treated teeth: the seven keys to success. *Gen Dent*. 2009 Nov-Dec;57(6):596-603.
13. 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* 2005 Autumn;7(3):235-40.
14. Schmage P, Pfeiffer P, Pinto E, Platzer U, Nergiz I. Influence of oversized dowel space preparation on the bond strengths of FRC posts. *Oper Dent*. 2009 Jan-Feb;34(1):93-101.
15. Gomes GM, Rezende EC, Gomes OM, Gomes JC, Loguercio AD, Reis A. Influence of the resin cement thickness on bond strength and gap formation of fiber posts bonded to root dentin. *J Adhes Dent*. 2014 Feb;16(1):71-8.
16. Saupe WA, Gluskin AH, Radke RA. A comparative study of fracture resistance between morphological dowel and cores and a resin-reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised roots. *Quintessence Int*. 1996 Jul;27(7):483-91.

17. Martelli H Jr, Pellizzer EP, Rosa BT, Lopes MB, Gonini A Jr. Fracture resistance of structurally compromised root filled bovine teeth restored with accessory glass fibre posts. *Int Endod J*. 2008 Aug;41(8):685-92.
18. Zogheib LV, Pereira JR, do Valle AL, de Oliveira JA, Pegoraro LF. Fracture resistance of weakened roots restored with composite resin and glass fiber post. *Braz Dent J*. 2008;19(4):329-33.
19. Faria-e-Silva AL, Pedrosa-Filho Cde F, Menezes Mde S, Silveira DM, Martins LR. Effect of relining on fiber post retention to root canal. *J Appl Oral Sci*. 2009 Nov-Dec;17(6):600-4.
20. Gomes GM, Gomes OM, Gomes JC, Loguercio AD, Calixto AL, Reis A. Evaluation of different restorative techniques for filling flared root canals: fracture resistance and bond strength after mechanical fatigue. *J Adhes Dent*. 2014 Jun;16(3):267-76.
21. Lui JL. Enhanced post crown retention in resin compositereinforced, compromised, root-filled teeth: a case report. *Quintessence Int*. 1999 Sep;30(9):601-6.
22. Yoldas O and Alaçam T. Microhardness of composites in simulated root canals cured with light transmitting posts and glass-fiber reinforced composite posts. *J Endod*. 2005 Feb;31(2):104-6.
23. Sakagushi RL, Douglas WH, Peters MC. Curing light performance and polymerization of composite restorative materials. *J Dent*. 1992 Jun;20(3):183-8.
24. Pilo R, Oelgiesser D, Cardash HS. A survey of output intensity and potential for depth of cure among light-curing units in clinical use. *J Dent*. 1999 Mar;27(3):235–41.

25. Tiba A, Zeller GG, Estrich CG, Hong A. A laboratory evaluation of bulk-fill versus traditional multi-increment-fill resin-based. *J Am Dent Assoc.* 2013;144(10):1182-3.
26. Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dent Mater.* 2014 Feb;30(2):149-54.
27. Bucuta S and Ilie N. Light transmittance and micro-mechanical properties of bulk fill vs. conventional resin based composites. *Clin Oral Investig.* 2014 Nov;18(8):1991-2000.
28. Alshali RZ, Salim NA, Satterthwaite JD, Silikas N. Post-irradiation hardness development, chemical softening, and thermal stability of bulk-fill and conventional resin-composites. *J Dent* 2015 Feb;43(2):209-18.
29. Faria ACL, Rodrigues RC, Antunes RP, Mattos MG, Ribeiro RF. Endodontically treated teeth: Characteristics and considerations to restore them. *J Prosthodont Res.* 2011 Apr; 55(2):69-74.
30. Heydecke G, Butz F, Hussein A, Strub JR. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post-and-core systems. *J Prosthet Dent.* 2002 Apr;87(4):438–45.
31. Chadwick J, Gonzales A, McLean C, Naghavi A, Rosati S, Yau S. Restoration of endodontically treated teeth: An evidence based literature review. University of Toronto, Faculty of Dentistry Community, Dentistry 2008;1–21.
32. Fedorowicz Z, Carter B, de Souza RF, Chaves CA, Nasser M, Sequeira-Byron P. Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root filled teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015 Sep 25;(9):CD009109.

33. Morgano SM, Brackett SE. Foundation restorations in fixed prosthodontics: current knowledge and future needs. *J Prosthet Dent*. 1999 Dec;82(6):643–5.
34. Schwartz RS and Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod*. 2004 May;30(5):289–301.
35. Mannocci F, Sherriff M, Watson TF. Three-point bending test of fiber posts. *J Endod*. 2001 Dec;27(12):758–61.
36. Bonfante EA, Pegoraro LF, de Goes MF, Carvalho RM. SEM observation of the bond integrity of fiber-reinforced composite posts cemented into root canals. *Dent Mater*. 2008 Apr;24(4):483-91.
37. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature. Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int*. 2007 Oct;38(9):733–43.
38. Bateman G, Ricketts DN, Saunders WP. Fibre-based post systems: a review. *Braz Dent J*. 2003 Jul 12;195(1):43-8.
39. Naumann M, Sterzenbach G, Rosentritt M, Beuer F, Frankenberger R. Is adhesive cementation of endodontic posts necessary? *J Endod*. 2008 Aug;34(8):1006-10.
40. Galhano G, de Melo RM, Valandro LF, Bottino MA. Comparison of resin push-out strength to root dentin of bovine and human-teeth. *Indian J Dent Res*. 2009 Jul-Sep;20(3):332-6.

41. Goracci C and Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J*. 2011 May;56(1):77-83.
42. Mannocci F, Bertelli E, Watson TF, Ford TP. Resin-dentin interfaces of endodontically-treated restored teeth. *Am J Dent*. 2003 Feb;16(1):28-32.
43. Albashaireh ZS, Ghazal M, Kern M. Effect of acid conditioning of root canal dentin on the retention of adhesively luted glass fiber-reinforced composite (FRC) posts. *Am J Dent*. 2009 Dec;22(6):376-80.
44. Ho YC, Lai YL, Chou IC, Yang SF, Lee SY. Effects of light attenuation by fibre posts on polymerization of a dual-cured resin cement and microleakage of post-restored teeth. *J Dent*. 2011 Apr;39(4):309-15.
45. Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Bonding of photo and dual-cure adhesives to root canal dentin. *Oper Dent*. 2003 Sep-Oct;28(5):543-51.
46. Prado M, Simao RA, Gomes BP. Effect of different irrigation protocols on resin sealer bond strength to dentin. *J Endod*. 2013 May;39(5):689-92.
47. Mjor IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J*. 2001 Jul;5(35):346-53.
48. Gomes OMM e Calixto AL. Cimentação Adesiva. In: Gomes, J. C. (Org.). *Estética em Clínica Odontológica*. Curitiba: Maio, 2004. p. 301-330.
49. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent*. 2008 Aug;10(4):251-8.

50. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*. 2003 May-Jun;28(3):215-35.
51. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent*. 2014 Jul;42(7):800-7.
52. Pashley DH and Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater*. 2001 Sep;17(5):430-44.
53. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*. 2005 Feb;84(2):118-32.
54. Carvalho RM, Carrilho MRO, Pereira LCG, Garcia FCP, Marquezini Jr L, Andrade e Silva SM, et al. Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho clínico. *Rev. Biodonto*. 2004; 2(1):8-89.
55. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, Coutinho E, Suzuki K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007 Sep;28(26):3757-85.
56. Mena-Serrano A, Kose C, De Paula EA, Tay LY, Reis A, Loguercio AD, & Perdigão J. A new universal simplified adhesive: 6-month clinical evaluation. *J Esthet Restor Dent*. 2013 Feb;25(1):55-69.
57. Giannini M, Makishi P, Ayres APP, Vermelho PM, Fronza BM, Nikaido T, Tagami J. Self-Etch adhesives systems: a literature review. *Braz Dent J*. 2015;26(1):3-10.

58. Perdigão J, Sezinando A, & Monteiro PC. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *Am J Dent*. 2012 Jun;25(3):153-8.
59. Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, & Bombarda NHC. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *Jour Dent*. 2013 May;41(5):404-41.
60. Trabert KC, Caput AA and Abou Rass M. Tooth fracture – a comparison of endodontic and restorative treatments. *J Endod*. 1978 Nov;4(11):341-5.
61. Tjan AHL, Whang SB. Resistance to root fracture of dowel channels with various thickness of buccal dentin walls. *J Prosthet Dent*. 1985 Apr;53(4):496-500.
62. Assif D and Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent*. 1994 Jun;71(6):565-7.
63. Wu X, Chan AT, Chen YM, Yip KH, Smales RJ. Effectiveness and dentin bond strengths of two materials for reinforcing thin-walled roots. *Dent Mater*. 2007 Apr;23(4):479–85.
64. 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*. 2007 Sep;98(3):193-8.
65. Egilmez F, Ergun G, Cekic-Nagas I, Vallittu PK, Lassila LV. Influence of cement thickness on the bond strength of tooth-colored posts to root dentin after thermal cycling. *Acta Odontol Scand*. 2013 Jan;71(1):175-82.
66. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent*. 2000 May;13(Spec No):9B-13B.

67. Grandini S, Sapio S, Simonetti M. Use of anatomic post and core for reconstructing an endodontically treated tooth: a case report. *J Adhes Dent*. 2003 Fall;5(3):243-7.
68. Clavijo VG, Reis JM, Kabbach W, Faria e Silva AL, Oliveira Junior OB, Andrade MF. Fracture strength of flared bovine roots restored with different intraradicular posts. *J Appl Oral Sci*. 2009 Nov-Dec;17(6):574-8.
69. Macedo VC, Faria e Silva AL, Martins LRM. Effect of cement type, relining procedure, and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts. *J Endod*. 2010 Sep;36(9):1543-6.
70. Lui JL. Composite resin reinforcement of flared canals using light-transmitting plastic posts. *Quint Int*. 1994 May;25(5):313-9.
71. Lazarchik DA, Hammond BD, Sikes CL, Looney SW, Rueggeberg FA. Hardness comparison of bulk-filled/ transtooth and incremental-filled/occlusally irradiated composite resins. *J Prosthet Dent*. 2007;98(2):129–40.
72. Van Ende A, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Peumans M, Van Meerbeek B. Bulk-filling of high C-factor posterior cavities: effect on adhesion to cavity-bottom dentin. *Dent Mater*. 2013 Mar;29(3):269-77.
73. Ferracane JL and Greener EH. The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental restorative resin. *J Biomed Mater Res*. 1986 Jan;20(1):121-31.
74. Ferracane JL, Mitchem JC, Condon JR, Todd R. Wear and marginal breakdown of composites with various degrees of cure. *J Dent Res*. 1997 Aug;76(8):1508-16.

75. Musanje L, Darvell BW. Curing-light attenuation in filled-resin restorative materials. *Dent Mater.* 2006 Sep;22(9):804-17.
76. Lagocka R, Jakucowska k, Chlubek D, Buczkowska-Radlinska J. Elution of unreacted TEGDMA from bulk-fill composite (SDR Dentispaly) using HPLC. *Adv Med Sci.* 2015 Sep;60(2):191-98.
77. Czasch P, Ilie N. In vitro comparison of mechanical properties and degree of cure of bulk fill composites. *Clin Oral Investig.* 2013 Jan;17(1):227-35.
78. Ilie N, Bucuta S, Draenert M. Bulk-fill resin based composites: An in vitro assessment of their mechanical performance. *Oper Dent.* 2013 Nov-Dec;38(6):618-25.
79. Fráter M, Forster A, Keresztúri M, Braunitzer G, Nagy K. In vitro fracture resistance of molar teeth restored with a short fiber-reinforced composite material. *J Dent.* 2014 Sep;42(9):1143-50.
80. Scotti N, Comba A, Gambino A, Paolino DS, Alovise M, Pasqualini D, Berutti E. Microleakage at enamel and dentin margins with bulk fills flowable resin. *Eur J Dent.* 2014 jan;8(1):1-8.
81. Kim RJ, Kim YJ, Choi NS, Lee IB. Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *J Dent.* 2015 Apr;43(4):430-9.
82. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am.* 1967 Nov;723-44.

83. Valandro LF, Filho OD, Valera MC, de Araujo MA. The effect of adhesive systems on the pullout strength of a fiberglass-reinforced composite post system in bovine teeth. *J Adhes Dent*. 2005 Winter;7(4):331-6.
84. Zogheib LV, Saavedra Gde S, Cardoso PE, Valera MC, Araújo MA. Resistance to compression of weakened roots subjected to different root reconstruction protocols. *J Appl Oral Sci*. 2011 Nov-Dec;19(6):648-54.
85. Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dent Mater*. 2005 Oct;21(10):962-970.
86. Flury S, Peutzfeldt A, Lussi A. Influence of increment thickness on microhardness and dentin bond strength of bulk fill resin composites. *Dent Mater*. 2014 Oct;30(10): 1104-12.
87. Benetti AR, Havndrup-Pedersen C, Honore D, Pedersen MK, Pallensen U. Bulk-fill resin composites: polymerization contraction, depth of cure, and gap formation. *Oper Dent*. 2015 Mar-Apr;40(2):190-200.
88. Da Cunha Mello FS, Feilzer AJ, DeGee AJ, Davidson CL. Sealing ability of eight resin bonding systems in a Class II restoration after mechanical fatiguing. *Dent Mater* 1997 Nov;13(6):372–6.
89. Jain P, Belcher M. Microleakage of Class II resin-based composite restorations with flowable composite in the proximal box. *Amer J Dent*. 2000 Oct;13(5):235–8.

90. Bouschlicher MR, Rueggeberg FA, Wilson BM. Correlation of bottom-to-top surface microhardness and conversion ratios for a variety of resin composite compositions. *Oper Dent*. 2004 Nov-Dec;29(6):698–704.
91. Poskus LT, Placido E, Cardoso PE. Influence of placement techniques on Vickers and Knoop hardness of class II composite resin restorations. *Dent Mater*. 2004 Oct;20(8):726–32.
92. Visvanathan A, Ilie N, Hickel R, Kunzelmann KH. The influence of curing times and light curing methods on the polymerization shrinkage stress of a shrinkage-optimized composite with hybrid-type prepolymer fillers. *Dent Mater* 2007 Jul;23(7):777–84.
93. Goracci C, Corciolani G, Vichi A, Ferrari M. Light-transmitting ability of marketed fiber posts. *J Dent Res*. 2008 Dec;87(12):1122-6.
94. Dos Santos Alves Morgan LF, Peixoto RT, de Castro Albuquerque R, Santos Corrêa MF, de Abreu Poletto LT, Pinotti MB. Light transmission through a translucent fiber post. *J Endod*. 2008 Mar;34(3):299-302.
95. Urapepon S. Degree of conversion of resin composite cured by light through a translucent fiber posts. *J Adv Prosthodont*. 2014 Jun;6(3):194-9.
96. Stylianou A, Burgess JO, Liu PR, Givan DA, Lawson NC. Light-transmitting fiber optic posts: An in vitro evaluation. *J Prosthet Dent*. 2017 Jan;117(1):116-23.
97. Emami N, Sjodahl M, Soderholm KJ. How filler properties, filler fraction, sample thickness and light source affect light attenuation in particulate filled resin composites. *Dent Mater*. 2005 Aug;21(8):721–30.

98. Watts DC. Reaction kinetics and mechanics in photopolymerized networks. *Dent Mater.* 2005;21(1):27–35.
99. Roberts HW, Leonard DL, Vandewalle KS, Cohen ME, Charlton DG. The effect of a translucent post on resin composite depth of cure. *Dent Mater.* 2004 Sep;20(7):617–22.
100. Kim YK, Kim SK, Kim KH, Kwon TY. Degree of conversion of dual-cured resin cement light-cured through three fibre posts within human root canals: an ex vivo study. *Int Endod J.* 2009 Aug;42(8):667-74.
101. Cerutti F, Acquaviva PA, Gagliani M, Ferrari M, Mangani F, Depero LE, Cerutti A. Degree of conversion of dual-cure resins light-cured through glass fiber posts. *Am J Dent.* 2011 Feb;24(1):8-12.
102. Faria e Silva AL, Arias VG, Soares LE, Martin AA, Martins LR. Influence of fiber-post translucency on the degree of conversion of a dual-cured resin cement. *J Endod.* 2007 Mar;33(3):303-5.
103. Ceballos L, Garrido MA, Fuentes V, Rodríguez J. Mechanical characterization of resin cements used for luting fiber posts by nanoindentation. *Dent Mater.* 2007 Jan;23(1):100-5.
104. Arrais CA, Giannini M, Rueggeberg FA. Kinetic analysis of monomer conversion in auto- and dual-polymerizing modes of commercial resin luting cements. *J Prosthet Dent.* 2009 Feb;101(2):128-36.
105. Shadman N, Atai M, Ghavam M, Kermanshah H, Ebrahimi SF. Parameters affecting degree of conversion of dual-cure resin cements in the root canal: FTIR analysis. *J Can Dent Assoc.* 2012;78:c53.

106. Di Francescantonio M, Aguiar TR, Arrais CA, Cavalcanti AN, Davanzo CU, Giannini M. Influence of viscosity and curing mode on degree of conversion of dual-cured resin cements. *Eur J Dent*. 2013 Jan;7(1):81-5.
107. Aguiar TR, de Oliveira M, Arrais CA, Ambrosano GM, Rueggeberg F, Giannini M. The effect of photopolymerization on the degree of conversion, polymerization kinetic, biaxial flexure strength, and modulus of self-adhesive resin cements. *J Prosthet Dent*. 2015 Feb;113(2):128-34.
108. Chen L, Suh BI, Gleave C, Choi WJ, Hyun J, Nam J. Effects of light-, self-, and tack-curing on degree of conversion and physical strength of dual-cure resin cements. *Am J Dent*. 2016 Apr;29(2):67-70.
109. Boschian-Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater*. 2002 Dec;18(8):596-602.
110. Frydman G, Levatovsky S, Pilo R. [Fiber reinforced composite posts: literature review]. *Refuat hapeh vehashinayim* (1993). 2013 Jul;30(3):6-14, 60.
111. Reis A, Pellizzaro A, Dal-Bianco K, Gomes OM, Patzlaff R, Loguercio AD. Impact of adhesive application to wet and dry dentin on long-term resin dentin bond strengths. *Oper Dent*. 2007 Jul;32(4):380-7.

ANEXO

Aprovação do projeto pela Comissão de Ética em Pesquisa (COEP) em seres humanos da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Influência de técnicas restauradoras alternativas com resinas tipo Bulk para reforço radicular em raízes enfraquecidas **Pesquisador:** Giovana Mongruel Gomes **Área Temática:**

Versão: 1

CAAE: 56107716.1.0000.0105

Instituição Proponente: Universidade Estadual de Ponta Grossa

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO**PARECER Número**

do Parecer: 1.552.862

Apresentação do Projeto:

Cento e dez dentes permanentes unirradiculares, terão suas coroas removidas imediatamente após a junção cimento-esmalte, tendo então suas raízes tratadas endodonticamente. Após uma semana, será realizado o preparo padronizado dos condutos para posterior reforço radicular e cimentação dos PFV (Whitepost DC, FGM). Nesse momento, as raízes serão divididas em dez grupos (n=11), de acordo com a combinação dos seguintes fatores: tipo de resina composta utilizada para reforço radicular dos canais radiculares excessivamente alargados: bulk flow ou bulk convencional e forma de aplicação da resina composta: passiva (aplicação convencional [ponta metálica flexível do próprio fabricante para a resina tipo flow e por meio de seringa Centrix para a resina convencional]) ou ativa (utilizando o Smart após a inserção das respectivas resinas). Em cada grupo (n=11), 7 dentes serão avaliados em resistência de união pelo teste de push-out, 4 dentes serão avaliados em nanoinfiltração por MEV e microdureza Vickers, sendo que para cada raiz serão obtidos seis corpos-de-prova (fatias), os quais serão distribuídos da seguinte forma: terço coronário (duas fatias), terço médio (duas fatias) e terço apical (duas fatias). Os dados obtidos serão submetidos aos testes ANOVA 3 fatores e Tukey para contraste das médias ($\alpha=0,05$).

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a influência do tipo de resina composta utilizada para reforço radicular em canais radiculares excessivamente alargados: bulk flow ou bulk convencional e forma de aplicação da resina composta: passiva ou ativa.

Objetivo Secundário:

1. Avaliar a influência do tipo de resina composta (bulk flow ou bulk convencional) nos valores de resistência de união entre pino de fibra e resina composta mediada por cimentos resinosos convencionais associados a sistemas adesivos universais.
2. Avaliar a influência do tipo de resina composta (bulk flow ou bulk convencional) nos valores de nanoinfiltração dentro da camada híbrida após a cimentação de pinos de fibra de vidro.
3. Avaliar a influência do tipo de resina composta (bulk flow ou bulk convencional) nos valores de microdureza da resina composta utilizada para reforço radicular após a cimentação de pinos de fibra de vidro.
4. Avaliar a influência da forma de aplicação (passiva - aplicação convencional [ponta metálica flexível do próprio fabricante para a resina tipo flow e por meio de seringa Centrix para a resina convencional] e ativa [utilizando o Smart após a inserção das respectivas resinas]) de resinas compostas nos valores de resistência de união entre pino de fibra e resina mediada por cimentos resinosos convencionais associados a sistemas adesivos universais.
5. Avaliar a influência do modo de aplicação (passiva - aplicação convencional [ponta metálica flexível do próprio fabricante para a resina tipo flow e por meio de seringa Centrix para a resina convencional] e ativa [utilizando o Smart após a inserção das respectivas resinas]) de resinas compostas nos valores de nanoinfiltração dentro da camada híbrida após a cimentação de pinos de fibra de vidro.
6. Avaliar a influência do modo de aplicação (passiva - aplicação convencional [ponta metálica flexível do próprio fabricante para a resina tipo flow e por meio de seringa Centrix para a resina convencional] e ativa [utilizando o Smart após a

inserção das respectivas resinas]) de resinas compostas nos valores de microdureza da resina composta utilizada para reforço radicular após a cimentação de pinos de fibra de vidro.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Não haverá riscos potenciais para os pesquisadores, pois serão utilizados nessa pesquisa experimental os

EPIs (Equipamentos de Proteção Individual), como luvas, máscaras, gorro, jaleco e

Declaração do Banco de dentes; de acordo.

Recomendações:

Enviar relatório final, via Plataforma Brasil, após conclusão do projeto de pesquisa para evitar pendências com a COEP ou com a PROPESP.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Enviar relatório final após a conclusão do projeto de pesquisa para evitar pendências com a PROPESP ou com a COEP via notificação pela Plataforma Brasil (online).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_715057.pdf	12/05/2016 16:07:49		Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	declaracao_banco.pdf	12/05/2016 16:03:42	Giovana Mongruel Gomes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO_JULIO_2016_CORRIGIDO.doc	12/05/2016 15:53:34	Giovana Mongruel Gomes	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	12/05/2016 15:23:56	Julio Cezar Chidoski Filho	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PONTA GROSSA, 20 de Maio de 2016

**Assinado por:
ULISSES COELHO
(Coordenador)**