

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

YANÇANÃ LUIZY GRUBER

**EFEITO DA UMIDADE DENTINÁRIA E DO MODO DE APLICAÇÃO DE
ADESIVOS UNIVERSAIS NA ADESÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO AO
CANAL RADICULAR**

PONTA GROSSA

2016

YANÇANÃ LUIZY GRUBER

**EFEITO DA UMIDADE DENTINÁRIA E DO MODO DE APLICAÇÃO DE
ADESIVOS UNIVERSAIS NA ADESÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO AO
CANAL RADICULAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto sensu em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa como requisito 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.

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

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

**PONTA GROSSA
2016**

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

G885 Gruber, Yançanã Luizy
 Efeito da umidade dentinária e do modo de aplicação de adesivos universais na adesão de pinos de fibra de vidro ao canal radicular/ Yançanã Luizy Gruber. Ponta Grossa, 2016.
 64f.

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

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

 Coorientadora: Prof^a Dr^a Osnara Maria Mongruel Gomes.

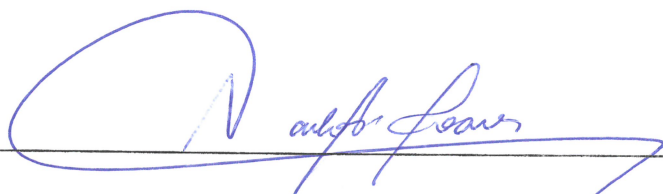
 1.Adesivos Universais. 2.Dentina Radicular. 3.Nanoinfiltração. 4.Pinos de Fibra. 5.Resistência de União. I.Gomes, Giovana Mongruel. II. Gomes, Osnara Maria Mongruel. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Odontologia. IV. T.

CDD: 617.6

YANÇANÃ LUIZY GRUBER

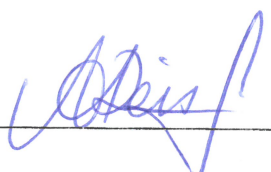
**EFEITO DA UMIDADE DENTINÁRIA E DO MODO DE APLICAÇÃO DE
ADESIVOS UNIVERSAIS NA ADESÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO AO
CANAL RADICULAR**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de mestre da Universidade Estadual de Ponta Grossa, no curso de Mestrado em Odontologia – Área de concentração em Dentística Restauradora, linha de pesquisa em Propriedades Físico-Químicas e Biológicas de Materiais.



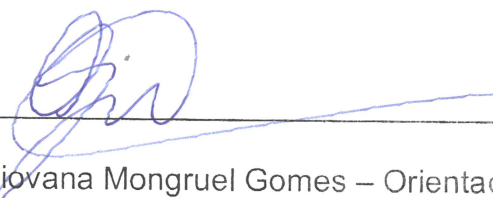
Prof. Dr. Carlos José Soares

Universidade Federal de Uberlândia



Profª. Drª. Alessandra Reis Silva Loguercio

Universidade Estadual de Ponta Grossa



Profª. Drª. Giovana Mongruel Gomes – Orientadora

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Ponta Grossa, 17 de fevereiro de 2016

*“Por vezes sentimos que aquilo que
fazemos não é senão uma gota de
água no mar. Mas o mar seria menor
se lhe faltasse uma gota”.*

(Madre Teresa de Calcutá)

AGRADECIMENTOS

*Primeiramente, agradeço e dedico este trabalho aos meus queridos pais, **Marcia e Sérgio**, que sempre me apoiaram incondicionalmente, e que serão sempre os responsáveis por todas as minhas vitórias.*

*À minha querida orientadora **Giovana**, que com todo o seu conhecimento, calma, responsabilidade, e principalmente amizade, fez com que esse trabalho fosse possível.*

*Ao casal **Alessandro e Alessandra**, que da mesma forma que sempre ajudaram minha orientadora, não mediram esforços para me ajudar sempre que precisasse, muito obrigada.*

*Aos professores **João Carlos, Osnara, Bruna e César**, por todas as sugestões e ajuda para este trabalho.*

*Ao professor **Carlos José Soares**, que veio de tão longe para ser minha banca e me ajudar na melhoria deste trabalho.*

*Aos meus amigos e colegas de laboratório, **Driellen, Thaís, Pâmela e Felipe**, que fizeram todos os meus dias de trabalho mais fáceis.*

*As alunas **Juliana e Vanessa**, que ajudaram na parte laboratorial do trabalho.*

*À minha querida amiga e funcionária do LABMU, **Simone**, que me ajudou muito em todo o trabalho.*

*Aos funcionários, **Luís e Morgana**, por toda a ajuda administrativa.*

Aos professores da pós-graduação, pelo aprendizado transmitido.

À todos os meus colegas do curso, pela companhia e amizade.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa, pelo apoio e estrutura.

À todos que direta ou indiretamente fizeram isso tudo possível.

DADOS CURRICULARES

Yançanã Luizy Gruber

NASCIMENTO	21.09.1991	Curitiba, PR - Brasil
FILIAÇÃO		Márcia Montibeller Gruber Sérgio Antônio Gruber
2009 – 2013		Curso de Graduação em Odontologia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG Ponta Grossa, PR – Brasil
2014 – 2016		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

Gruber YL. **Efeito da umidade dentinária e do modo de aplicação de adesivos universais na adesão de pinos de fibra de vidro ao canal radicular.** [Dissertação - Mestrado em Odontologia - Área de concentração em Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2016.

Avaliou-se o efeito do modo de aplicação (manual ativa [MA] e manual passiva [MP]) de sistemas adesivos universais e da umidade dentinária (úmida [UM] e seca [SE]) na adesão de pinos de fibra de vidro (PFV) ao canal radicular. Foram utilizados 96 caninos humanos, os quais tiveram suas coroas removidas e suas raízes tratadas endodonticamente. Após uma semana, os PFV foram cimentados de acordo com a combinação dos seguintes fatores: umidade dentinária (UM e SE), sistema de cimentação (sistema adesivo universal associado com seu respectivo cimento resinoso): Single Bond Universal/RelyX ARC (SBU) e Prime&Bond elect/Enforce (PBE) e modo de aplicação do adesivo (MA e MP). Após uma semana, 8 dentes por grupo foram avaliados em resistência de união (RU) pelo teste de *push-out* e 4 dentes avaliados em nanoinfiltração (NI) por microscopia eletrônica de varredura (MEV); sendo que para esses testes as raízes foram seccionadas transversalmente em 6 fatias (1 mm de espessura cada). Os dados de cada teste foram analisados por ANOVA 3 fatores e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Para RU e NI, a tripla interação foi significativa ($p < 0,05$). De maneira geral, menores resultados de RU foram observados para a aplicação MP independente da umidade dentinária; para a aplicação MA, o SBU foi superior ao PBE em ambas as umidades. A NI esteve presente em todos os grupos, sendo que no PBE+UM+MP e SBR+SE+MP os valores tiveram as maiores porcentagens (36% e 32% respectivamente). Pode-se concluir que a aplicação ativa dos sistemas adesivos universais foi capaz de melhorar a adesão dos pinos de fibra de vidro ao canal radicular, independente da condição de umidade dentinária.

Palavras-Chave: Adesivos Universais; Dentina Radicular; Nanoinfiltração; Pinos de Fibra; Resistência de União.

ABSTRACT

Gruber YL. **Effect of dentin moisture and application mode of universal adhesives on the adhesion of glass fiber posts to root canal.** [Dissertação - Mestrado em Odontologia - Área de concentração em Dentística Restauradora]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2016.

It was evaluated the effect of the application mode (manual active [MA] and manual passive [MP]) of universal adhesives and dentin moisture (wet [W] and dry [D]) on the adhesion of glass fiber posts (GFP) to root canal. Ninety-six human canines, which had their crowns removed and their roots endodontically treated were used. After one week, the GFP were cemented according to the combination of the following factors: dentin moisture (D and W), cementing system (universal adhesive system associated with the respective resin cement): Single Bond Universal/RelyX ARC (SBR) and Prime&Bond elect/Enforce (PBE) and adhesive application mode (MA and MP). After one week, 8 teeth per group were evaluated in bond strength (BS) by the push-out test and 4 teeth in nanoleakage (NI) by scanning electron microscopy (SEM); for these tests the roots were sectioned transversely into 6 slices (1-mm thick each). The data from each test were analyzed by 3-way ANOVA and Tukey test ($\alpha = 0.05$). For BS and NI, the triple interaction was significant ($p < 0.05$). In general, lower results of BS were observed for MP application independent of dentin moisture; for MA application, the SBU was higher than the PBE in both moistures. The NI was present in all groups, while in the PBE+W+MP and SBR+D+MP the values had the highest percentages (36% and 32% respectively). It can be concluded that the active application of universal adhesive systems was able to improve the adhesion of glass fiber posts to root canal, independent of dentin moisture condition.

Keywords: Universal adhesives; Root dentin; Nanoleakage; Fiber posts; Bond strength.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dente selecionado seguindo os critérios de inclusão para o estudo.	27
Figura 2 - Dente seccionado abaixo da JCE.	28
Figura 3 - Tratamento endodôntico. Sequência de limas utilizadas para a instrumentação dos canais.....	29
Figura 4 – Obturação endodôntica. (A) Neutralização com soro fisiológico; (B) irrigação com EDTA (pós aspiração); (C) canal seco com ponta de papel absorvente; (D e E) obturação pela técnica de condensação vertical de Schilder.	30
Figura 5 - Preparo dos condutos. (A) Preparo mecânico do conduto; (B) lavagem com água destilada; (C) secagem do canal com jato de ar; (D) uso de ponta de papel absorvente para secagem do conduto.....	32
Figura 6 - Procedimentos adesivos após o condicionamento ácido e determinação da condição de umidade dentinária. (A) Aplicação do sistema adesivo de acordo com cada grupo experimental (ativa ou passiva); (B) fotoativação do adesivo por 10 s; (C) aplicação do cimento resinoso no interior do conduto; (D) posicionamento do pino no conduto; (E) fotoativação do conjunto cimento/pino/adesivo.	37
Figura 7 - Preparo dos espécimes. (A) Corte das fatias com disco de diamante; (B) mensuração da espessura das fatias com paquímetro digital.	38
Figura 8 - Teste de push-out. Mesa da máquina de ensaio universal com a fatia em posição.	40
Figura 9 - Preparo dos espécimes para análise de nanoinfiltração. (A) Imersão da fatia em AgNO ₃ NH ₄ ; (B) eppendorfs armazenados em estufa em local escuro por 24 horas; (C) após lavagem em água corrente, imersão dos espécimes em revelador sob luz fluorescente por 8 horas.	42
Figura 10 - Preparo dos espécimes em stubs metálicos. (A) Após colagem dos espécimes, planificação das superfícies com lixas de polimento; (B) corpos-de-prova metalizados em ouro pronto para análise.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Representação dos grupos experimentais, divididos pela umidade dentinária, sistema de cimentação e modo de aplicação do sistema adesivo .	31
Quadro 2 - Figura, material/fabricante, composição e lote dos sistemas adesivos e cimentos resinosos utilizados no experimento.	33
Quadro 3 - Modo de aplicação dos materiais utilizados (sistemas adesivos e cimentos resinosos).	36
Quadro 4 - Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (70X) da fatia do terço médio de cada grupo experimental. As estrelas indicam o nitrato de prata infiltrado na camada híbrida. Abreviaturas: D - dentina radicular, Ce - cimento resinoso, P = pino de fibra de vidro.	47
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 pelas setas nas imagens. Acima da camada híbrida encontra-se o cimento resinoso e abaixo a dentina radicular.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias e desvios padrões da variação da massa (g) antes e após os procedimentos de lavagem e secagem dos canais radiculares	44
Tabela 2 - Médias e desvios padrões de resistência de união (MPa) para os diferentes grupos experimentais	45
Tabela 3 - Representação numérica dos padrões de fratura observados após o teste de resistência de união para os diferentes grupos experimentais*	45
Tabela 4 - Médias e desvios padrões de nanoinfiltração (%) para os diferentes grupos experimentais	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

μm	Micrometro (s)
10-MDP	10-meta-crilóiloxidecil diidro-genofosfato
AgNO_3NH_4	Nitrato de prata amoniacal
BDH	Banco de Dentes Humanos
cm	Centímetro (s)
cm^{-1}	Centímetro (s) a menos 1
CIV	Cimento de ionômero de vidro
COEP	Comissão de Ética em Pesquisa
CT	Comprimento de trabalho
EDTA	Ácido Etilenodiaminoteracético
g	Grama (s)
GPa	Giga (s) Pascal (Is)
h	Hora (s)
<i>H</i>	Espessura
JCE	Junção cimento-esmalte
Kg	Quilograma (s)
KV	Quilovolt (s)
m1	Primeiro valor da pesagem de massa
m2	Segundo valor da pesagem de massa
MA	Manual ativa
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
min	Minuto (s)
mL	Mililitro (s)
mm	Milímetro (s)
mm/min	Milímetro (s) por minuto
mm^2	Milímetro (s) quadrado
MP	Manual passiva
MPa	Mega (s) Pascal (Is)
mW/cm^2	Miliwatts por centímetro (s) quadrado
N	Newton (s)

n	Número amostral
NaOCl	Hipoclorito de sódio
NI	Nanoinfiltração
nm	Nanometro (s)
PBE	Prime&Bond e Enforce
PENTA	Dipentaeritritol-pentacrilato éster fosfato
R	Raio coronário
r	Raio apical
rpm	Rotação (ões) por minuto
RU	Resistência de união
s	Segundo (s)
SBU	Single Bond e RelyX ARC
SE	Dentina seca
SL	Área adesiva
SL	<i>Smear layer</i>
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UM	Dentina úmida

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
α	Alfa (Nível de significância)
°C	Grau (s) Celsius
n°	Número
P	Significância estatística
®	Registrado
™	Marca registrada
Π	Constante “pi” = 3,1416

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1	Restaurações em dentes tratados endodonticamente	19
2.2	Procedimentos adesivos e cimentação dos pinos de fibra de vidro	20
2.3	Técnicas alternativas para melhorar a adesão	24
3	PROPOSIÇÃO	26
3.1	PROPOSIÇÃO GERAL	26
3.2	PROPOSIÇÃO ESPECÍFICA	26
4	MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1	Seleção dos dentes	27
4.2	Preparo dos dentes	28
4.2.1	Tratamento endodôntico	28
4.2.2	Preparo do canal radicular	30
4.3	Grupos experimentais	30
4.3.1	Procedimentos adesivos	31
4.3.2	Cimentação dos pinos	37
4.4	Preparo dos espécimes para os diferentes testes	38
4.4.1	Divisão dos terços	38
4.5	Análise da resistência de união (RU) por meio do teste de <i>push-out</i>	39
4.5.1	Análise de padrão de fratura	40
4.6	Análise da nanoinfiltração (NI) em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)	41
4.7	Análise estatística	43
5	RESULTADOS	44
6	DISCUSSÃO	48
7	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS	54
	ANEXO	63

1 INTRODUÇÃO

Após o tratamento endodôntico, dentes que perderam grande parte de sua estrutura coronária não suportam isoladamente restaurações definitivas, necessitando, na maioria das vezes, de meios auxiliares para que o material restaurador fique retentivo e tenha maior longevidade. Nesses casos, são sugeridos retentores intrarradiculares, como os pinos de fibra de vidro, que servem como um reforço adicional à estrutura coronária remanescente (Bru et al. ¹ 2013; Dikbas e Tanalp ² 2013; Lamichhane et al. ³ 2014).

Os pinos de fibra de vidro apresentam o módulo de elasticidade semelhante ao da dentina radicular (Kaur et al. ⁴ 2012). Dessa forma, os esforços mastigatórios de tensão e estresse são uniformemente distribuídos ao longo de todo o dente (Goracci e Ferrari ⁵ 2011; Bru et al. ¹ 2013). Para melhorar essa distribuição, esses pinos devem ser cimentados adesivamente no canal radicular com materiais resinosos, garantindo assim maior longevidade na restauração (Ferrari et al. ⁶ 2000; Goracci e Ferrari ⁵ 2011).

A utilização de sistemas adesivos associados aos cimentos resinosos promove eficiência na união entre o pino e a dentina radicular; por isso, a seleção do sistema adesivo também pode influenciar diretamente na retenção dos pinos intrarradiculares (Ferrari et al. ⁷ 2000; Lamichhane et al. ³ 2014). Os adesivos utilizados para a cimentação de pinos podem ser convencionais de 2 ou 3 passos, os quais utilizam condicionamento ácido prévio, ou autocondicionantes de 1 ou 2 passos, quando o condicionamento ácido prévio não se faz necessário (Ferrari et al. ⁷ 2000; De Munck et al. ⁸ 2005). Devido à alta demanda pela redução da sensibilidade técnica na aplicação clínica dos adesivos resinosos, os sistemas adesivos de uma etapa “*self-etch*”, também chamados de adesivos universais, foram recentemente lançados no mercado odontológico e estão sendo amplamente utilizados, uma vez que podem ser usados em dentina e esmalte, com ou sem condicionamento ácido (Giannini et al. ⁹ 2015).

Apesar da melhoria nas formulações de adesivos e cimentos resinosos, a principal causa da falha destas restaurações ainda é a adesão, ou seja, a

interface entre o cimento resinoso e a dentina radicular (Goracci e Ferrari ⁵ 2011; Bru et al. ¹ 2013). Vários fatores interferem nessa adesão dos pinos de fibra ao canal radicular, onde se pode destacar o acesso limitado ao canal, sua difícil visibilidade (Goracci et al. ¹⁰ 2004), o modo de aplicação do sistema adesivo (Hayashi e Ebisu ¹¹ 2008), a dificuldade de fotoativação do adesivo e do cimento resinoso ao longo da profundidade do canal radicular (Bouillaguet ¹² 2001), o controle ideal da umidade dentinária (Turker et al. ¹³ 2014), entre outros.

Para minimizar estes problemas de adesão e melhorar o desempenho dos sistemas adesivos, algumas estratégias têm sido propostas na literatura, como, por exemplo, a aplicação vigorosa do adesivo na superfície dentinária (Schwartz ¹⁴ 2006; Reis et al. ¹⁵ 2007; Hayashi e Ebisu ¹¹ 2008; Breschi et al. ¹⁶ 2009; Cuadros-Sanchez et al. ¹⁷ 2013). Apesar da grande maioria dos fabricantes recomendarem a aplicação ativa do sistema adesivo no substrato, acredita-se que muito clínicos negligenciem esta recomendação, a fim de diminuir o tempo clínico, o que pode resultar em prejuízos de adesão (Dal-Bianco et al. ¹⁹ 2006). Porém, sabe-se que a aplicação vigorosa do adesivo com fricção faz uma pressão mecânica, que pode melhorar a penetração do adesivo no substrato, pela expansão das fibras colágenas da dentina (Jacobsen et al. ¹⁸ 1998; Reis et al. ¹⁵ 2007), aumentando a força de união do agente adesivo na dentina (Dal-Bianco et al. ¹⁹ 2006; Loguercio et al. ²⁰ 2011). Além disso, a aplicação vigorosa também favorece a evaporação dos solventes presentes nos sistemas adesivos (Miyazaki et al. ²¹ 2002; Cardoso et al. ²² 2005), uma vez que esses reduzem as propriedades mecânicas do polímero formado (Paul et al. ²³ 1999; Reis et al. ²⁴ 2007).

Ainda, para melhorar a interação entre os monômeros do adesivo e a superfície dentinária, é recomendada uma secagem correta do substrato dentário, evitando uma secagem em demasia das fibrilas colágenas (Turker et al. ¹³ 2014). Esta umidade está relacionada com o tipo de solvente incorporado aos sistemas adesivos (Reis et al. ²⁵ 2004), já que se sabe que quanto maior a pressão de vapor deste solvente, maior a umidade necessária para uma adesão eficaz (Tay et al. ²⁶ 1996; Reis et al. ²⁷ 2003). Os solventes presentes nos adesivos podem ser orgânicos, como a acetona ou o etanol, ou

inorgânicos, como a água, podendo estar incorporados isoladamente ou em combinação (Abate et al. ²⁸ 2000; Van Landuyt et al. ²⁹ 2007). Geralmente, adesivos à base de acetona ou etanol necessitam de uma superfície de substrato mais úmida em comparação com os adesivos à base de água (Reis et al. ³⁰ 2003; Reis et al. ³¹ 2007).

Em trabalhos laboratoriais, o controle de umidade na superfície do dente é relativamente simples, mas em situações clínicas é um procedimento altamente complexo, principalmente no interior do canal radicular, devido à complexidade de sua geometria e dificuldade de acesso e visualização. Assim, saber o efeito real da umidade sobre os resultados de adesão na cimentação de pinos ao canal radicular é importante não só para os pesquisadores, mas especialmente para os clínicos (Lee e Park ³² 2012). Clinicamente, é necessário saber o padrão ideal de umidade que deve ser obtido para uma adesão eficaz. Sabe-se que para que haja infiltração dos monômeros resinosos do adesivo no substrato, uma superfície de dentina úmida geralmente é preferível, uma vez que a água, por possuir a capacidade de formar pontes de hidrogênio e ter baixo peso molecular, mantém os espaços interfibrilares expandidos (Beatty et al. ³³ 1993; Kanca e Gwinnett ³⁴ 1994). No entanto, a água em excesso também pode interferir na adesão, uma vez que solubiliza o agente de união e também ocupa o lugar do monômeros nos espaços interfibrilares, formando uma barreira física e dificultando a infiltração do adesivo no substrato (Mitchem et al. ³⁵ 1988; Tay et al. ²⁶ 1996).

Contudo, a literatura ainda é muito escassa no que se refere a estudos que avaliem estratégias de melhorar a adesão em dentina radicular, principalmente correlacionando a umidade dentinária e o modo de aplicação de sistemas adesivos na cimentação de pinos. Com isso, levando em consideração a literatura apresentada, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da umidade dentinária e do modo de aplicação de sistemas adesivos universais na adesão de pinos de fibra de vidro ao canal radicular, por meio dos testes de resistência de união e nanoinfiltração.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Restaurações em dentes tratados endodonticamente

Dentes tratados endodonticamente podem ter grande perda de estrutura dentária, reduzindo sua capacidade de resistência a esforços mastigatórios devido à perda de estruturas oclusais (Tay e Pashley ³⁶ 2007) e maior enfraquecimento pela desidratação, que anteriormente era suplementada pela polpa dentária (Assif e Gorfil ³⁷ 1994). Essas perdas, quando muito severas, fazem com que seja necessário a utilização de métodos adicionais para que a restauração seja realizada de forma efetiva (Morgano e Brackett ³⁸ 1999). Muitas vezes, são indicados o uso de retentores intrarradiculares, a fim de manter a estabilidade da restauração final (Schwartz et al. ³⁹ 2004; Zicari et al. ⁴⁰ 2008).

Os retentores intrarradiculares podem ser metálicos, como os núcleos metálicos fundidos e os pré-fabricados, ou reforçados por fibras. Os núcleos metálicos fundidos são amplamente utilizados e apresentam bons resultados de longevidade, uma vez que se adaptam intimamente ao canal radicular (Regalo et al. ⁴¹ 1997, Moro ⁴² 2005; Tortopidis et al. ⁴³ 2015); porém, podem produzir o efeito cunha sob ação de forças mastigatórias (Hornbrook et al. ⁴⁴ 1995), resultando em fraturas radiculares (Assif et al. ⁴⁵ 1989; Bonfante et al. ⁴⁶ 2007; Silva et al. ⁴⁷ 2011). Já os pinos metálicos pré-fabricados, em que o pino é apenas testado em um diâmetro compatível ao canal radicular e então fundido com um núcleo coronário, caiu em desuso, uma vez que possuem propriedades mecânicas muito diferentes do canal radicular, fazendo com que o risco de fratura de raiz também aumente (Baratieri ⁴⁸ 2001). Esses retentores intrarradiculares metálicos apresentam ainda resultados estéticos insatisfatórios, difícil remoção, não proporcionam transmissão de luz e, em alguns casos, podem gerar problemas com biocompatibilidade, devido à corrosão (Goracci e Ferrari ⁵ 2011).

Pela busca de facilidade clínica, melhoria estética e propriedades mecânicas satisfatórias dos retentores intrarradiculares, na década de 90 os pinos reforçados por fibras foram inseridos pela primeira vez no mercado

odontológico (Bateman et al. ⁴⁹ 2003; Goracci e Ferrari ⁵ 2011). Esses, representam um conjunto para restauração de dentes despolpados, que consiste no conjunto de pino, cimento, material restaurador e dentina, que devem se aderir mutualmente um ao outro formando um complexo estrutural e mecanicamente homogêneo (Tay e Pashley ³⁶ 2007). Esses pinos não metálicos pré-fabricados tornaram-se populares e são apresentados em diversas variedades, como os pinos cerâmicos, de fibras de carbono, de fibras de vidro e fibras de quartzo (Baba et al. ⁵⁰ 2009). O pino de fibra de vidro foi elaborado com a tentativa de melhorar as propriedades mecânicas e estéticas dos retentores intrarradiculares, e possui uma estrutura composta de fibras de vidro envoltas por uma matriz de resina e partículas inorgânicas (Ferrari et al. ⁶ 2000; Dietschi et al. ⁵¹ 2007; Naumann et al. ⁵² 2008; Baba et al. ⁵⁰ 2009) e são classificados pelo tipo de fibras que os compõe, formato, translucidez e configuração superficial (Bitter e Kielbassa ⁵³ 2007; Galhano et al. ⁵⁴ 2009; Goracci e Ferrari ⁵ 2011).

Os pinos de fibra de vidro possuem módulo de elasticidade semelhante ao da dentina (14,0 – 18,6 GPa), dissipando as tensões mastigatórias em todo o conjunto restaurado (Ferrari et al. ⁷ 2000; Goracci e Ferrari ⁵ 2011), possuindo melhor qualidade de resistência à fratura comparados com outros tipos de pinos reforçados por fibra (carbono, quartzo) (Lamichhane et al. ³ 2014). Também apresentam facilidade de remoção, tempo de trabalho clínico facilitado e resistência à fratura adequada (Mannocci et al. ⁵⁵ 2003; Albashaireh et al. ⁵⁶ 2009; Ho et al. ⁵⁷ 2011), uma vez que proporcionam maior capacidade de absorção de impacto, atenuando as vibrações e melhorando as propriedades de resistência à fadiga (Santini et al. ⁵⁸ 2011); além dessas vantagens, são altamente estéticos.

2.2 Procedimentos adesivos e cimentação dos pinos de fibra de vidro

Os pinos de fibra de vidro devem ser cimentados adesivamente ao canal radicular; dessa forma, sua retenção é dependente de uma ideal interação entre o sistema adesivo, cimento resinoso e o substrato dentinário (Foxton et al. ⁵³ 2003). Seu procedimento de cimentação representa um importante passo para garantir a qualidade e sucesso do procedimento restaurador (Goracci et

al. ⁶⁰ 2007). A união dos materiais restauradores ao substrato dentário ocorre principalmente através da interação micromecânica do agente de união com os tecidos dentais (De Munck et al. ⁸ 2005). A retenção dos pinos de fibra ao dente depende da qualidade da adesão entre o pino e o cimento resinoso, e entre o cimento/adesivo e a dentina radicular, sendo que a principal falha adesiva na adesão de pinos ocorre entre a interface cimento/dentina (Ferrari et al. ⁶ 2000; Prado et al. ⁶¹ 2013).

Esta falha adesiva pode ser influenciada por diversos fatores, como: tensão de contração gerada na interface entre o adesivo e o cimento, devido ao alto fator-C existente dentro do canal radicular, gerando fendas e reduzindo a retenção, aumentando consequentemente a infiltração (Tay et al. ⁶² 2005); a dificuldade de controlar o grau de umidade ideal ao longo do canal radicular (Mjor et al. ⁶³ 2001); a dificuldade de fotopolimerização de materiais duais e fotoativados em regiões profundas (Foxton et al. ⁵⁹ 2003) e a fragilidade e sensibilidade técnica, bem como a experiência e a habilidade do operador (Ferrari et al. ⁶ 2000; Gomes et al. ⁶⁴ 2013).

Os cimentos resinosos podem ser classificados pelo seu modo de polimerização, sendo: quimicamente ativados, fotoativados ou de polimerização dual (Peters e Meiers ⁶⁵ 1996; Gomes e Calixto ⁶⁶ 2004). O cimento químico não depende do uso de luz para sua total polimerização, garantindo assim polimerização completa mesmo em grandes profundidades. No entanto, apresenta piores características quanto à manipulação, uma vez que a reação de polimerização se inicia assim que as pastas base e catalisadora são manipuladas (Groten e Probster ⁶⁷ 1997). O cimento fotopolimerizável não apresenta essa desvantagem, porém necessita de luz para sua completa polimerização, o que é dificultado devido ao alcance da luz em regiões profundas do canal radicular (Mjor et al. ⁶³ 2001; Foxton et al. ⁵⁹ 2003). Os cimentos duais têm a reação de presa por meio de um processo químico na manipulação de duas pastas, base e catalisadora, e são aceleradas na presença de luz (Radovic et al. ⁶⁸ 2008). Visto isso, os cimentos resinosos duais apresentam as vantagens de ambos os cimentos, sendo bem indicados para a cimentação de pinos de fibra de vidro (Ceballos et al. ⁶⁹ 2007).

A aplicação do cimento resinoso no interior do canal pode ser feita por meio de uma broca lentulo ou com o uso de uma seringa específica. No trabalho de D'Arcangelo et al. 2008, o uso da lentulo não apresentou bons resultados nos valores de adesão, além de que, no uso de cimento resinoso dual ou autopolimerizável, sugere-se que esse método deva ser evitado, uma vez que o calor gerado pela rotação pode acelerar a reação de presa do cimento e dificultar o assentamento do pino. Por outro lado, a utilização de seringas para a inserção do cimento resinoso é capaz de apresentar uma distribuição uniforme e homogeneidade da interface cimento/pino, melhorando a resistência de união e valores baixos de nanoinfiltração (Watzke et al. ⁷⁰ 2008; D'Arcangelo et al. ⁷¹ 2008).

Os cimentos resinosos também podem ser classificados de acordo com o tratamento do substrato prévio, podendo ser: cimentos convencionais, ou seja, cimentos que são usados após a aplicação de um adesivo que inclui o condicionamento ácido separadamente; cimentos auto-condicionantes, que são aplicados após o uso de um adesivo que não exija condicionamento prévio e os cimentos auto-adesivos, que são utilizados sem aplicação de nenhum sistema adesivo (Radovic et al. ⁶⁸ 2008).

Da mesma maneira, os sistemas adesivos atuais são classificados de acordo com sua abordagem de união, e podem ser divididos como convencionais (*etch-and-rinse*) e autocondicionantes (*self-etch*). Os adesivos convencionais necessitam do condicionamento ácido, normalmente realizado com ácido fosfórico à 37%, prévio à aplicação do adesivo no substrato. O condicionamento ácido tem como função remover a *smear layer* (SL) criada após o preparo dentário, de modo que os túbulos dentinários sejam abertos, facilitando a penetração dos monômeros resinosos. Estes sistemas são subdivididos em convencionais de dois passos (condicionamento ácido e primer/adesivo [frasco único]) ou convencionais de três passos (condicionamento ácido, primer e adesivo [primer e adesivo em frascos separados]) (Van Meerbeek et al. ⁷² 2003; De Munck et al. ⁸ 2005).

Os adesivos autocondicionantes, como o próprio nome sugere, não necessitam necessariamente da aplicação do ácido, uma vez que apresentam em sua composição monômeros resinosos acídicos que modificam a *smear*

layer e se infiltram nos tecidos dentários. Podem ser subdivididos em autocondicionantes de um passo (monômeros acídicos/primer/adesivo [frasco único]) e autocondicionantes de dois passos (monômeros acídicos/primer e adesivo [frascos separados]) (Van Meerbeek et al.⁷² 2003; Carvalho et al.⁷³ 2004; Van Landuyt et al.²⁹ 2007).

Recentemente foram lançados no mercado odontológico os sistemas adesivos universais. Esses adesivos apresentam em sua composição monômeros acídicos funcionais, monômeros hidrofóbicos e hidrofílicos, água e solventes orgânicos em uma única solução, sendo chamados também de “Adesivos *Multi-mode*”, e podem ser aplicados em esmalte e dentina com ou sem o condicionamento ácido prévio (De Munck et al.⁸ 2005; Giannini et al.⁹ 2015).

Os sistemas adesivos em geral exigem uma dentina desmineralizada úmida antes de sua aplicação (Gwinnett⁷⁴ 1992; Perdigão et al.⁷⁵ 2000). No entanto, quando em excesso, esta umidade pode competir com os monômeros do adesivo dentro dos espaços interfibrilares, diluindo sua concentração e prejudicando sua polimerização (Hashimoto et al.⁷⁶ 2006) e se seca excessivamente, as fibras colágenas colapsam e diminuem a penetração dos monômeros e a adesão (Tay et al.²⁶ 1996; Carvalho et al.⁷³ 2004).

Assim, solventes como o etanol e a acetona são adicionados na composição dos sistemas adesivos para acelerar a eliminação da água (Moszner et al.⁷⁷ 2005). Cada sistema adesivo exige uma umidade dentinária diferente, uma vez que a umidade depende do solvente utilizado (Reis et al.²⁷ 2003 e Reis et al.³¹ 2007). Adesivos à base de acetona e etanol possuem pior desempenho em substrato seco quando comparados aqueles à base de água ou de água/etanol, pois quanto maior a pressão de vapor deste solvente, maior umidade dentinária é necessária para uma adesão eficaz (Pashley e Tay⁷⁸ 2001; Reis et al.²⁷ 2003). A acetona e o álcool sozinhos necessitam de uma dentina úmida, pois não são capazes de promover a expansão do substrato com a mesma eficiência que a água, além de aumentar a rigidez do colágeno seco dificultando a infiltração do adesivo (Maciel et al.⁷⁹ 1996).

No entanto essa umidade ideal é relativa e difícil de ser determinada (Reis et al. ²⁵ 2004), e tornou-se um tanto subjetiva, já que a interpretação da umidade é dependente dos conceitos individuais de cada pessoa (Miyazaki et al. ⁸⁰ 2000).

2.3 Técnicas alternativas para melhorar a adesão

A adesão no esmalte dentário é conhecida na literatura como confiável e superior a da dentina, uma vez que o esmalte apresenta características morfológicas e funcionais favoráveis à adesão. A adesão na dentina ainda é um desafio devido a suas características morfológicas, como a heterogeneidade de suas estruturas tubulares e a pressão hidrostática exercida pela polpa (Lopes et al. ⁸¹ 2002; Carvalho et al. ⁷³ 2004). A fim de melhorar a adesão em dentina, algumas técnicas alternativas têm sido propostas na literatura, como a aplicação vigorosa do sistema adesivo (Dal-Bianco et al. ¹⁹ 2006), a qual aumenta a força de união do agente adesivo à dentina (Dal-Bianco et al. ¹⁹ 2006; Loguercio ⁸², 2010), e a determinação de uma condição ideal de umidade dentinária (Reis et al. ³⁰ 2003).

Além da aplicação ativa do adesivo (Miyazaki et al. ⁸³ 1996; Jacobsen e Soderholm ¹⁸ 1998; Dal-Bianco et al. ¹⁹ 2006; Cuadros-Sanchez et al. ¹⁷ 2013), também são sugeridas o aumento do seu tempo de aplicação até o dobro ou triplo do recomendado (El-Din e Abd El-Mohsen ⁸⁴ 2002; Miyazaki et al. ²¹ 2002; Cardoso et al. ²² 2005) e o aumento do número de camadas do adesivo aplicadas sobre o substrato dentinário (Frankenberger et al. ⁸⁵ 2001; Pashley et al. ⁸⁶ 2002; Hashimoto et al. ⁸⁷ 2004; Ito et al. ⁸⁸ 2005; Nakaoki et al. ⁸⁹ 2005).

A evaporação do solvente em regiões mais profundas do canal radicular também é dificultada, devido a uma camada adesiva espessa concentrada na região apical do canal radicular (Zheng et al. ⁹⁰ 2001; De Munck et al. ⁹¹ 2007). Dessa forma, é sugerido pela literatura o uso adicional de pontas de papel absorvente após o jato de ar, minimizando o excesso de adesivo na porção apical e aumentando a resistência de união no terço apical (Souza et al. ⁹² 2007; Thitthaweerat et al. ⁹³ 2013).

Além de uma aplicação vigorosa do adesivo, também é necessário fazer a manutenção de um estado de hidratação para a dentina desmineralizada antes da sua aplicação. A dentina desmineralizada úmida fornece uma rede de colágeno mais porosa e, portanto, com maior infiltração de monômeros adesivos (Gwinnet ⁷⁵ 1992; Pashley ⁹⁴ 1993).

De modo a facilitar o procedimento clínico, seria mais fácil alcançar uma boa adesão em substrato seco, uma vez que eliminaria a dificuldade de determinar uma umidade ideal no substrato dentinário e também eliminaria os efeitos deletérios da presença de água na formação de um polímero rígido dentro da camada híbrida (Paul et al. ²³ 1999). Alguns estudos já demonstraram que a adesão em substrato dentinário seco pode ser uma alternativa viável, desde que a aplicação do adesivo seja realizada de forma vigorosa. Isso ocorre uma vez que os monômeros resinosos conseguem penetrar pela pressão intensa, provocada pela ação vigorosa, abrindo espaço entre as fibrilas colágenas até então colapsadas pelo ar, também favorecendo a evaporação dos solventes presentes nos adesivos simplificados, além de permitir uma maior infiltração nos substratos dentários (Dal-Bianco et al. ¹⁹ 2006; Reis et al. ²⁴ 2007).

Diante da literatura apresentada, faz-se necessário um estudo que aborde os efeitos da umidade dentinária e do modo de aplicação de adesivos universais em canais radiculares, para melhorar o conhecimento científico do profissional e favorecer o sucesso clínico na cimentação de pinos de fibra de vidro.

3 PROPOSIÇÃO

3.1 PROPOSIÇÃO GERAL

Avaliar o efeito da umidade dentinária e do modo de aplicação de sistemas adesivos universais na adesão de pinos de fibra de vidro ao canal radicular.

3.2 PROPOSIÇÕES ESPECÍFICAS

- 3.2.1 Avaliar o efeito da umidade dentinária (seca ou úmida) nos valores de resistência de união entre pino de fibra e dentina radicular mediada por cimentos resinosos convencionais associados a sistemas adesivos universais.
- 3.2.2 Avaliar o efeito da umidade dentinária (seca ou úmida) nos valores de nanoinfiltração dentro da camada híbrida após a cimentação de pinos de fibra de vidro.
- 3.2.3 Avaliar o efeito do modo de aplicação (passiva e ativa) de sistemas adesivos nos valores de resistência de união entre pino de fibra e dentina radicular mediada por cimentos resinosos convencionais associados a sistemas adesivos universais.
- 3.2.4 Avaliar o efeito do modo de aplicação (passiva e ativa) de sistemas adesivos universais nos valores de nanoinfiltração dentro da camada híbrida após a cimentação de pinos de fibra de vidro.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Seleção dos dentes

A fase experimental deste trabalho foi aprovada por meio do parecer 773.119 pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa (COEP – UEPG) (Anexo). Para a realização desta pesquisa, foram selecionados 96 caninos humanos permanentes, obtidos no Banco de Dentes Humanos (BDH) da UEPG. Previamente ao estudo os dentes foram limpos com curetas periodontais (Duflex, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e armazenados em água destilada à temperatura ambiente.

Os dentes selecionados apresentaram os seguintes critérios de inclusão: ausência de cárie, de dilacerações radiculares, de tratamento endodôntico prévio, de ápice incompleto, além de possuir um comprimento radicular medido da junção cimento-esmalte (JCE) de pelo menos 14 mm (Figura 1).

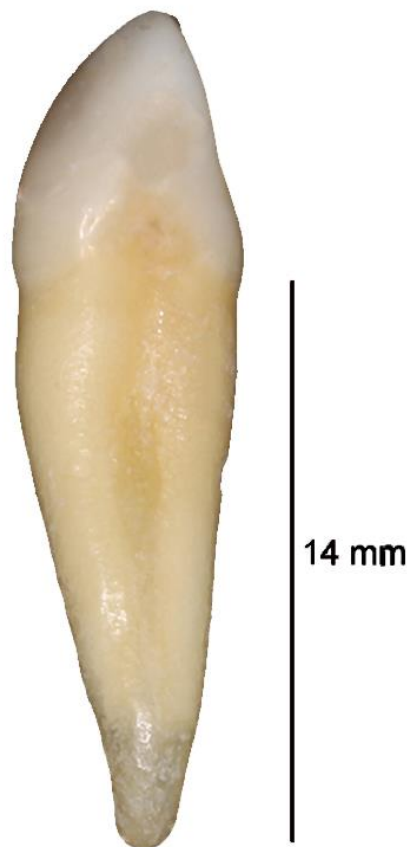


Figura 1 - Dente selecionado seguindo os critérios de inclusão para o estudo.

4.2 Preparo dos dentes

Todos os dentes foram seccionados abaixo da JCE, perpendicularmente ao longo eixo, com o uso de um disco diamantado montado em uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), a uma velocidade de 350 rotações por minuto (rpm) sob refrigeração constante com água, de modo a criar um acesso ao canal radicular (Figura 2).



Figura 2 - Dente seccionado abaixo da JCE.

4.2.1 Tratamento endodôntico

Os condutos foram esvaziados com limas endodônticas do tipo K # 15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) associadas com irrigação de solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) 1% para suspensão da matéria orgânica. A instrumentação endodôntica dos canais radiculares foi realizada através da técnica de escalonamento até a lima # 55, tendo a lima # 40 como instrumento memória, sob irrigação com NaOCl 1% entre a troca das limas (Figura 3).

Após este procedimento, foi efetuada a neutralização 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, seguidos de irrigação final com soro fisiológico. 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, utilizando cones de guta-percha aquecidos (Tanari, Manacapuru, AM, Brasil) e cimento obturador à base de hidróxido de cálcio (Sealer 26, Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil), manipulado de acordo com as instruções do fabricante (Figura 4). Todas as raízes tiveram o tratamento endodôntico realizado pelo mesmo operador.

Para confirmação da ausência de material obturador além dos 4 mm de guta-percha apicais, foram realizadas tomadas radiográficas periapicais dos canais radiculares (películas radiográficas Kodak Ultra, Eastman Kodak, NY, EUA). Em seguida, foi realizado um vedamento da entrada dos canais radiculares de todos os dentes com cimento de ionômero de vidro convencional (Vitro Fil, DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).



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

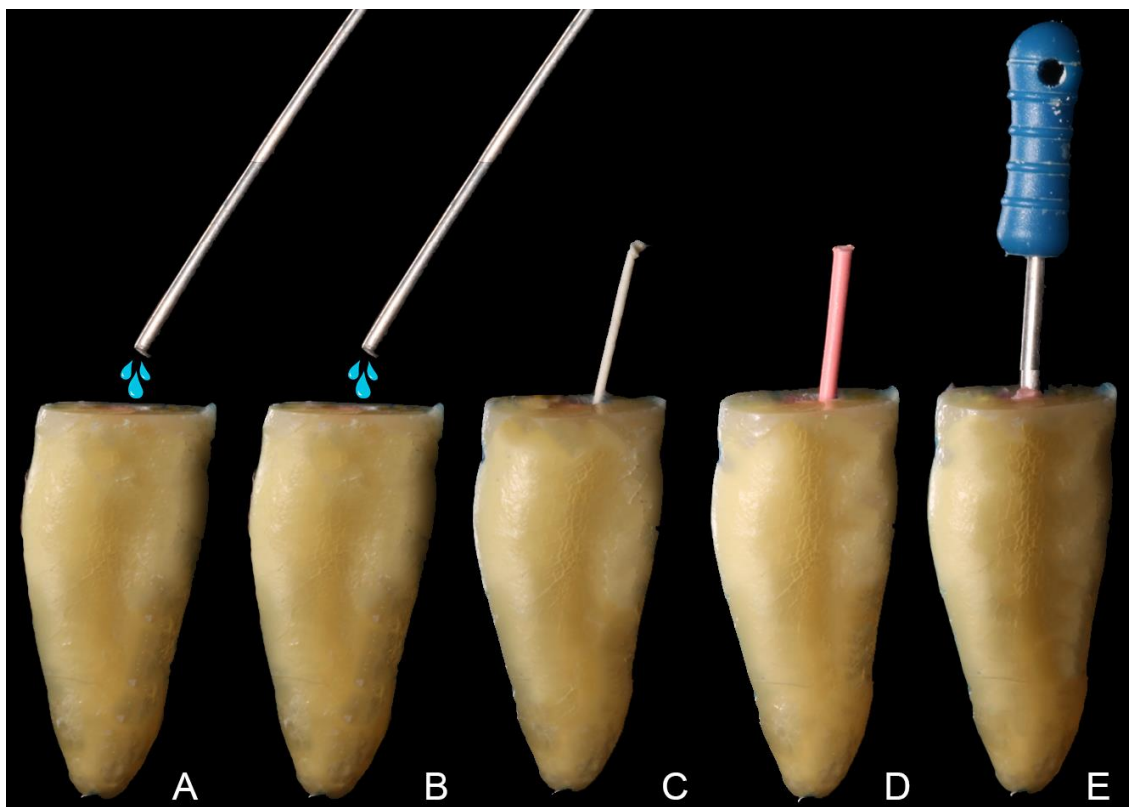


Figura 4– Obturação endodôntica. (A) Neutralização com soro fisiológico; (B) irrigação com EDTA (pós aspiração); (C) canal seco com ponta de papel absorvente; (D e E) obturação pela técnica de condensação vertical de Schilder.

4.2.2 Preparo do canal radicular

Após uma semana de armazenamento em umidade relativa com água destilada a $37^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{ C}$, os condutos foram preparados com a broca carbide correspondente ao pino Whitepost DC nº 2 (FGM, Joinville, SC, Brasil). O comprimento de trabalho (CT) foi de 10 mm para todos os dentes, respeitando o limite apical de material obturador de 4 mm. A cada 6 preparos, as brocas dos preparos dos canais foram substituídas.

4.3 Grupos experimentais

Os dentes foram aleatoriamente divididos em 8 grupos experimentais, de acordo com a combinação dos seguintes fatores: **umidade dentinária radicular** - úmida (UM) e seca (SE); **sistema de cimentação** (sistema adesivo

universal associado com seu respectivo cimento resinoso) - Single Bond Universal/RelyX ARC (SBU) e Prime&Bond elect/Enforce (PBE) e **modo de aplicação do sistema adesivo** - manual ativa (MA) e manual passiva (MP), como demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Representação dos grupos experimentais, divididos pela umidade dentinária, sistema de cimentação e modo de aplicação do sistema adesivo

Grupo	Umidade Dentinária/Sistema de Cimentação/Modo de Aplicação	N
1	Dentina úmida + Prime&Bond elect/Enforce + Manual Ativa	12
2	Dentina úmida + Prime&Bond elect/Enforce + Manual Passiva	12
3	Dentina seca + Prime&Bond elect/Enforce + Manual Ativa	12
4	Dentina seca + Prime&Bond elect/Enforce + Manual Passiva	12
5	Dentina úmida + Single Bond Universal/ RelyX ARC + Manual Ativa	12
6	Dentina úmida + Single Bond Universal/ RelyX ARC + Manual Passiva	12
7	Dentina seca + Single Bond Universal/ RelyX ARC + Manual Ativa	12
8	Dentina seca + Single Bond Universal/ RelyX ARC + Manual Passiva	12

4.3.1 Procedimentos adesivos

Em todos os grupos foram cimentados os pinos de fibra de vidro Whitepost DC nº 2 (FGM, Joinville, SC, Brasil). Antes do início dos procedimentos de cimentação, todos os pinos foram seccionados horizontalmente com o uso de uma ponta diamantada 4138 (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) em alta rotação sob refrigeração de água constante, resultando em 13 mm de comprimento, de modo que 10 mm do pino atingisse o CT radicular, e os outros 3 mm serviram como um guia para a distância do aparelho fotoativador durante os procedimentos. Em seguida, os pinos foram limpos com álcool 70% durante 5 s.

Após o preparo mecânico dos canais radiculares, os canais foram irrigados com 10 mL de água destilada, sendo então secos com 5 s de jato de ar e 1 ponta de papel absorvente calibre 80 (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ,

Brasil) (Figura 5). A composição detalhada dos materiais utilizados para o procedimento de cimentação está especificada no Quadro 2.

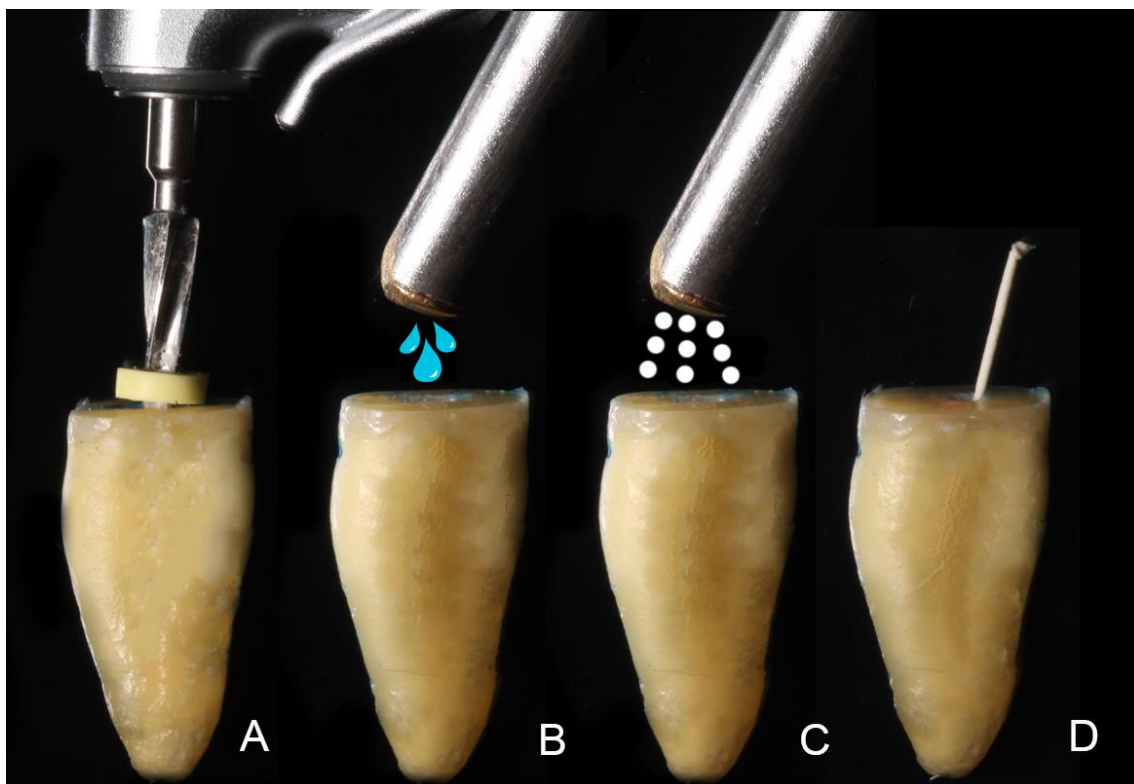


Figura 5 - Preparo dos condutos. (A) Preparo mecânico do conduto; (B) lavagem com água destilada; (C) secagem do canal com jato de ar; (D) uso de ponta de papel absorvente para secagem do conduto.

Quadro 2 - Figura, material/fabricante, composição e lote dos sistemas adesivos e cimentos resinosos utilizados 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.	523652
	Adesivo Prime&Bond elect / Dentsply	Solvente à base de acetona. Mono-Di-Tri-metacrilato; PENTA (dipentaeritritol-pentacrilato éster fosfato); dicetona; óxido de fosfina orgânica; estabilizadores; acetona, água.	130811
	RelyX ARC / 3M ESPE	Pasta A: BisGMA, TEGDMA; zircônia sílica; pigmentos; amina; sistema fotoiniciador. Pasta B: Etanol; BisGMA; silano tratado com sílica em pó; 2-hidroxietilmetacrilato, glicerol 1, 3-dimetacrilato; copolímero de ácido acrílico e ácido itacônico; diuretanodimetacrilato.	1520/00 27
	Enforce / Dentsply	Pasta Base: Vidro de boro silicato de alumínio e bário silanizado; pigmentos minerais; cabosil TS; nupolBis-GMA; bisfenol A; dimetacrilato etoxi; BHT; canforoquinona; TEGDMA; concentrado	Base: 9462056 Catalisa dora: 962368G

		Flu Blau; uvinil M40; EDAB e dietanolamina. Pasta Catalisadora: Vidro de boro silicato de alumínio e bário silanizado; pigmento mineral; cabosil TS; nupolBis-GMA; BHT; bisfenol A dimetacrilato; etoxi TEGDMA e peróxido de benzoíla.	
--	--	---	--

O processo de cimentação dos pinos de fibra de vidro foi então realizado de acordo com os diferentes grupos experimentais (Quadro 3), seguindo as recomendações de cada fabricante. Primeiramente, os condutos foram condicionados com ácido fosfórico 37,5% (Condac 37, FGM, Joinville, SC, Brasil) durante 15 s e então lavados com jato de água por 30 s.

Para as diferentes **condições de umidade**, foi adotado o seguinte protocolo após a lavagem do condicionamento ácido: **dentina úmida** (n=48) - os condutos foram secos com jato de ar por 5 s a uma distância de 2 cm e então secos com 2 pontas de papel absorvente calibre 40 (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil); **dentina seca** (n=48) - os condutos foram secos com jato de ar por 10 s em uma distância de 2 cm e então secos com 3 pontas de papel absorvente calibre 40.

Para a validação desse método utilizado para produzir os diferentes padrões de umidade dentro do canal radicular, foi utilizada a metodologia preconizada por Rezende et al.⁹⁵ 2016. Para isso, foram aleatoriamente selecionados 20 dentes para terem suas massas medidas antes e após o protocolo, comprovando a diferença de umidade. Após a instrumentação previamente descrita, 10 raízes para cada condição experimental (seca e úmida) tiveram suas massas medidas em uma balança analítica com uma aproximação de 4 casas decimais (Mettler, tipo H6; Columbus, OH, EUA; capacidade para 160 g), que nos permitiu o registro da **m1**. Em seguida, os canais radiculares foram condicionados com ácido fosfórico e tiveram a condição de umidade de acordo com o protocolo descrito anteriormente. Mais uma vez, as massas das raízes foram medidas (**m2**). Todos estes

procedimentos foram realizados numa sala com uma temperatura variando entre 18°C a 22°C e com umidade relativa de cerca de 50%. A diferença das massas (**m2 – m1**) foi calculada e essa variação foi assumida como sendo a diferença de umidade de cada padrão estabelecido.

Após a determinação da umidade dentinária, foi realizada a aplicação dos sistemas adesivos Prime&Bond elect (Dentsply, Nova Iorque, PA, EUA) e Single Bond Universal (3M ESPE, Sumaré, SP, Brasil), de acordo com os diferentes **modos de aplicação: manual ativa** - os adesivos foram aplicados vigorosamente durante 20 s, de acordo com as recomendações dos respectivos fabricantes, com uma pressão de 35 ± 5 g na superfície do substrato dentinário do canal radicular, por meio de um *microbrush* (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil). Para a **aplicação manual passiva** – os adesivos foram aplicados com o uso de um *microbrush* em que o mesmo era colocado e retirado do conduto por 3 vezes sem nenhuma fricção sobre a superfície dentinária. Após a aplicação, cada sistema adesivo foi fotoativado (Radii Plus, SDI Limited, Victoria, Austrália) por 10 s. O procedimento detalhado de aplicação de cada sistema adesivo encontra-se no Quadro 3.

Quadro 3 - Modo de aplicação dos materiais utilizados (sistemas adesivos e cimentos resinosos).

Sistema Adesivo	Modo de Aplicação	Cimento Resinoso	Modo de Aplicação
Single Bond Universal	ATIVA: após agitação do frasco do adesivo, aplicação vigorosa do adesivo sobre o substrato com auxílio de um <i>microbrush</i> por 20 s. Secagem com jato de ar por 5 s em uma distância de 5 cm e ponta absorvente calibre 10. Fotoativação por 10 s. PASSIVA: após agitação do frasco do adesivo, espalhamento sem fricção do adesivo sobre o substrato com auxílio de um <i>microbrush</i> por 3 vezes. Secagem com jato de ar por 5 s em uma distância de 5 cm e ponta absorvente calibre 10. Fotoativação por 10 s.	RelyX ARC	Após manipulação das pastas base e catalisadora por 10 s, aplicar o cimento no interior do canal endodôntico com auxílio de uma seringa específica, assentar o pino no interior do conduto, remover o excesso de cimento e fotoativar por 40 s através da superfície oclusal.
Prime&Bond elect	ATIVA: após agitação do frasco do adesivo, aplicação vigorosa do adesivo sobre o substrato com auxílio de um <i>microbrush</i> por 20 s. Secagem com jato de ar por 2 s em uma distância de 5 cm. Fotoativação por 10 s. PASSIVA: após agitação do frasco do adesivo, espalhamento sem fricção do adesivo sobre o substrato com auxílio de um <i>microbrush</i> por 3 vezes. Secagem com jato de ar por 2 s em uma distância de 5 cm. Fotoativação por 10 s.	Enforce	Após manipulação das pastas base e catalisadora por 20 s, aplicar o cimento no interior do canal endodôntico com auxílio de uma seringa específica, assentar o pino no interior do conduto, remover o excesso de cimento e fotoativar por 40 s através da superfície oclusal.

4.3.2 Cimentação dos pinos

O procedimento de cimentação dos pinos está descrito no Quadro 3, sendo que o cimento foi inserido no interior dos canais radiculares por meio de 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 mais facilmente ao conduto.

Todos os procedimentos de fotoativação 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 (Figura 6). 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°C ± 1°C durante uma semana.

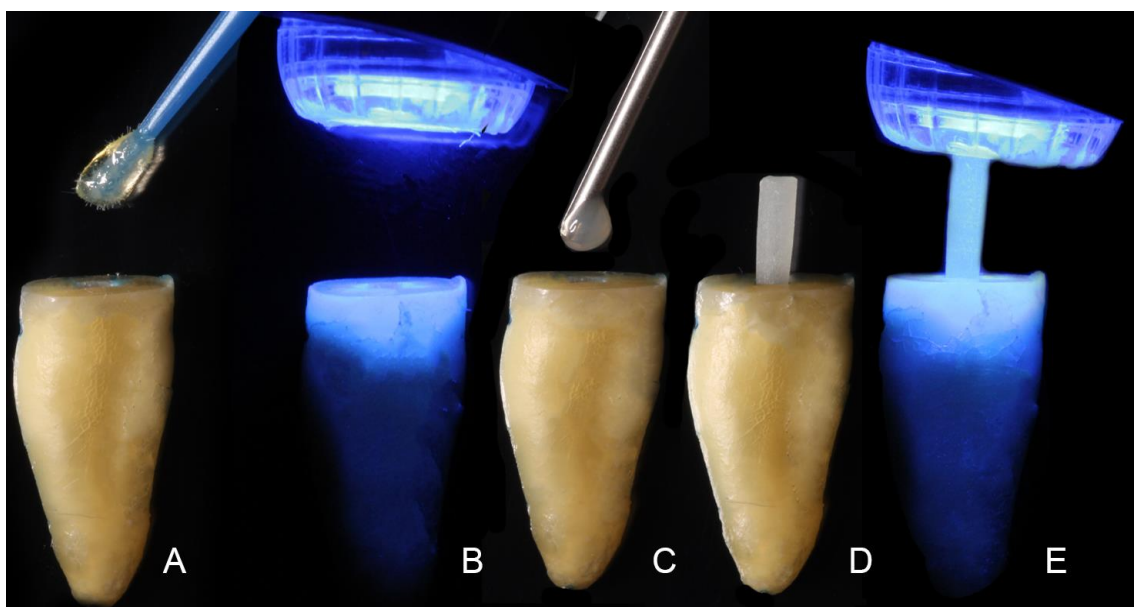


Figura 6 - Procedimentos adesivos após o condicionamento ácido e determinação da condição de umidade dentinária. (A) Aplicação do sistema adesivo de acordo com cada grupo experimental (ativa ou passiva); (B) fotoativação do adesivo por 10 s; (C) aplicação do cimento resinoso no interior do conduto; (D) posicionamento do pino no conduto; (E) fotoativação do conjunto cimento/pino/adesivo.

4.4 Preparo dos espécimes para os diferentes testes

Para cada grupo experimental, 8 raízes foram aleatoriamente selecionadas para o teste de resistência de união e 4 raízes para a análise de nanoinfiltração.

Para esse propósito, após o período de armazenagem, as raízes foram adaptadas com cera pegajosa (Asfer, São Caetano do Sul, SP, Brasil) e então seccionadas perpendicularmente em relação ao seu longo eixo com o auxílio de um disco diamantado montado em uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) sob refrigeração com água constante. Em cada raiz, foram seccionadas 07 fatias com espessura média de $1\text{ mm} \pm 0,1\text{ mm}$, as quais foram verificadas por meio de um paquímetro digital de precisão de 0,1 mm (Digimatic Caliper, Mitutoyo, Tóquio, Japão), sendo que a primeira fatia coronal foi descartada, uma vez que apresentava excesso de cimento nessa região (Figura 7).

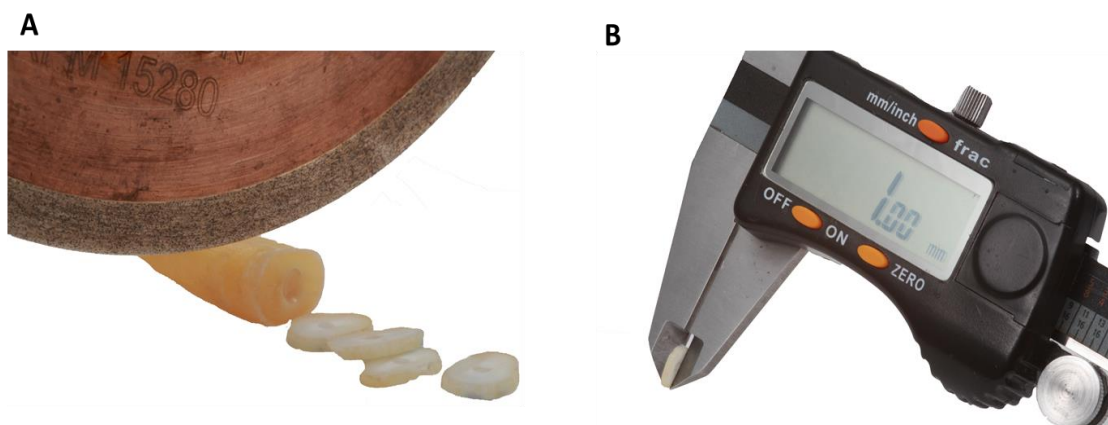


Figura 7 - Preparo dos espécimes. (A) Corte das fatias com disco de diamante; (B) mensuração da espessura das fatias com paquímetro digital.

4.4.1 Divisão dos terços

Para cada raiz foram obtidos seis corpos-de-prova (fatias), os quais foram distribuídos da seguinte forma: terço coronário (duas fatias), terço médio (duas fatias) e terço apical (duas fatias).

4.5 Análise da resistência de união (RU) por meio do teste de *push-out*

O teste de resistência de união foi realizado através do teste de *push-out* em todas as fatias obtidas de 8 raízes de cada grupo experimental. Cada fatia foi fotografada do lado cervical e do lado apical, em microscópio óptico com aumento de 40X (Olympus, modelo BX 51, Olympus, Tóquio, Japão), para que fosse possível a mensuração da área adesiva dos dois lados, com o auxílio do Software Image Tool (Universidade do Texas; San Antonio; Texas, EUA).

Para o teste em questão, cada fatia foi posicionada com o lado cervical para baixo sobre um dispositivo metálico com uma pequena abertura central, de modo que a carga exercesse uma força compressiva constante, no sentido apico-coronal do pino intrarradicular até o seu deslocamento. Para exercer essa força, foram utilizadas pontas metálicas cilíndricas (atuadores) de três tamanhos, correspondentes ao diâmetro um pouco menor do pino que estava sendo ensaiado, as quais eram posicionadas no centro de cada fragmento do pino, de forma que a ponta aplicadora exercesse força somente na área do mesmo (Figura 8). Para as duas primeiras fatias cervicais, foi utilizada a ponta de 1,6 mm de diâmetro, 1,2 mm para as duas fatias da região média e 0,8 mm para as duas fatias apicais.

O conjunto foi ensaiado em uma máquina de ensaio universal (INSTRON Corp, Canton, MA, EUA) com uma célula de carga de 50 Kg 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 e cimento resinoso (mm);

r representa o raio apical do pino e cimento resinoso (mm);

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



Figura 8 - Teste de *push-out*. Mesa da máquina de ensaio universal com a fatia em posição.

4.5.1 Análise de 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 mista, B – fratura adesiva entre o cimento resinoso e a dentina radicular, C – fratura adesiva entre o cimento resinoso e o pino de fibra de vidro, D – fratura coesiva de pino de fibra, E – fratura coesiva de cimento resinoso e F – fratura coesiva de dentina radicular.

4.6 Análise da nanoinfiltração (NI) em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)

Para a avaliação da nanoinfiltração dentro da camada híbrida, foram utilizadas as primeiras fatias de cada terço do canal radicular (coronário, médio e apical) de quatro raízes 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 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 indireta através da iluminação ambiente. Após, 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). 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 70X e 4 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 e da interface deste com o pino de fibra de vidro (Figuras 9 e 10).

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

Maryland, EUA) nas quatro regiões em que as fotos foram tiradas. Para isso, primeiramente foi calculada a área de toda a camada híbrida e, em seguida, a mensuração de apenas a área infiltrada com nitrato de prata. Com os valores obtidos, calculou-se a porcentagem de área infiltrada por nitrato de prata na camada híbrida.

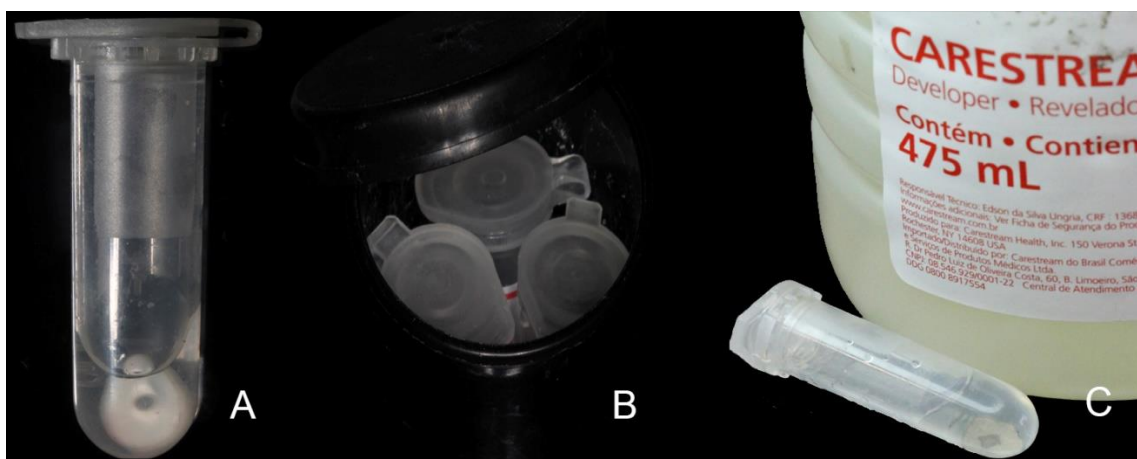


Figura 9 - Preparo dos espécimes para análise de nanoinfiltração. (A) Imersão da fatia em AgNO_3NH_4 ; (B) *eppendorfs* armazenados em estufa em local escuro por 24 horas; (C) após lavagem em água corrente, imersão dos espécimes em revelador sob luz fluorescente por 8 horas.

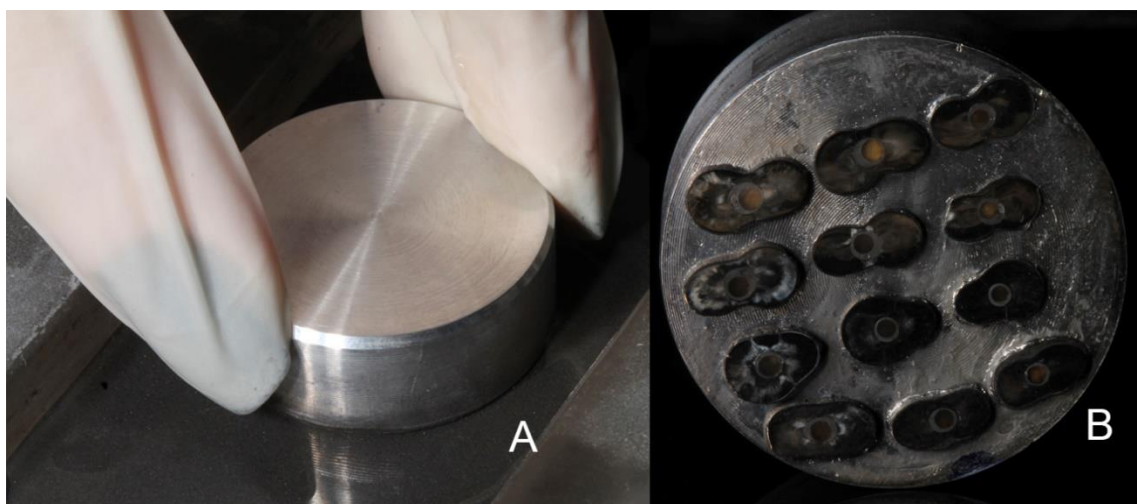


Figura 10 - Preparo dos espécimes em *stubs* metálicos. (A) Após colagem dos espécimes, planificação das superfícies com lixas de polimento; (B) corpos-de-prova metalizados em ouro pronto para análise.

4.7 Análise estatística

A unidade experimental para todas as propriedades avaliadas foi a raiz, portanto, foi realizada uma média dos valores obtidos nas fatias de cada conduto radicular, de forma a obter um valor médio por dente para fins estatísticos.

Os dados obtidos de cada teste foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de 3 fatores, considerando as variáveis os seguintes fatores: umidade dentinária, sistema de cimentação e modo de aplicação do sistema adesivo. A seguir foi aplicado o teste de *Tukey* para as comparações múltiplas. O nível de significância adotado foi de 5% ($\alpha = 0,05$). Os diferentes padrões de fratura foram analisados pelo teste *chi-square* ($\alpha = 0,05$).

Todos os cálculos foram realizados com o pacote estatístico SPSS® (Statistical Package for the Social Science) versão 17.0 (SPSS Inc. Chigaco Illinois, EUA).

5 RESULTADOS

5.1 VALIDAÇÃO DO PADRÃO DE UMIDADE

Como observado abaixo na Tabela 1, foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes padrões de umidade ($p = 0,0001$), o que indica que a quantidade de água residual dentro do canal radicular após os procedimentos de lavagem e secagem dos canais radiculares foi diferente entre as duas condições de umidade simuladas (dentina úmida e dentina seca).

Tabela 1 - Médias e desvios padrões da variação da massa (g) antes e após os procedimentos de lavagem e secagem dos canais radiculares

Padrões de Umidade	Variação de massa ($\times 10^3$)
Dentina Úmida	0,031 $\pm$ 0,004 A
Dentina Seca	-0,032 $\pm$ 0,003 B

Letras diferentes significam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

5.2 RESISTÊNCIA DE UNIÃO

Os resultados de resistência de união (RU) mostraram que a tripla interação (umidade dentinária vs. sistema de cimentação vs. técnica de aplicação do adesivo) foi significativa ($p = 0,009$) (Tabela 2).

Para ambos os sistemas de cimentação (Single Bond Universal / RelyX ARC [SBU], Prime&Bond elect / Enforce [PBE]), a aplicação passiva do sistema adesivo sempre resultou em menores valores de RU, independente da umidade dentinária.

Para PBE, a aplicação ativa do sistema adesivo aumentou significativamente os valores de RU independente da umidade dentinária, sendo capaz de obter resultados similares em dentina úmida e em dentina seca. Apesar da aplicação ativa do sistema adesivo na dentina seca aumentar os valores de RU para o sistema SBU, essa ainda foi inferior ao observado com a aplicação ativa em dentina úmida.

Para a aplicação ativa dos sistemas adesivos, o sistema SBU apresentou maiores valores que o PBE, independente da condição dentinária.

Tabela 2 - Médias e desvios padrões de resistência de união (MPa) para os diferentes grupos experimentais

Sistema de cimentação	Dentina Úmida		Dentina Seca	
	Aplicação Ativa	Aplicação Passiva	Aplicação Ativa	Aplicação Passiva
Prime & Bond elect / Enforce	5,7 ± 2,1 B,C	2,3 ± 1,1 E	4,6 ± 2,0 C,D	1,9 ± 1,2 E
Single Bond Universal / RelyX ARC	10,3 ± 3,6 A	3,4 ± 1,7 D,E	6,2 ± 2,7 B	2,7 ± 1,8 E

Letras diferentes significam diferenças estatisticamente significativas (p < 0,05)

Em relação ao padrão de fratura apenas algumas fraturas coesivas foram observadas em pino e em cimento, e nenhuma coesiva em dentina. O padrão de falha adesiva foi predominante (dentina radicular/cimento resinoso) seguido de falha mista. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os diferentes grupos (teste qui-quadrado, $p > 0,05$, dados não apresentados) (Tabela 3).

Tabela 3 - Representação numérica dos padrões de fratura observados após o teste de resistência de união para os diferentes grupos experimentais*

Sistema de cimentação	Dentina Úmida		Dentina Seca	
	Aplicação Ativa	Aplicação Passiva	Aplicação Ativa	Aplicação Passiva
Prime & Bond elect / Enforce	4/36/3/5/0/0	2/42/4/0/0/0	4/40/4/0/0/0	2/45/0/1/0/0
Single Bond Universal / RelyX ARC	12/27/2/4/3/0	6/37/1/3/1/0	4/44/0/0/0/0	4/44/0/0/0/0

(*) Mista / adesiva cimento-dentina / adesiva cimento-pino / coesiva pino / coesiva cimento / coesiva dentina.

5.3 NANOINFILTRAÇÃO

Os resultados de nanoinfiltração (NI) mostraram que a tripla interação (umidade dentinária vs. sistema de cimentação vs. técnica de aplicação do adesivo) também foi significativa ($p = 0,003$) (Tabela 4).

Em nenhum dos grupos foi observada uma interface livre de NI, a qual variou de 22,9% a 36%. No entanto, para o sistema de cimentação PBE uma NI maior foi observada para a aplicação passiva do sistema adesivo na dentina úmida; enquanto para o sistema de cimentação SBR uma maior NI foi observada para a aplicação passiva do sistema adesivo na dentina seca (Tabela 4).

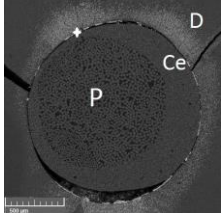
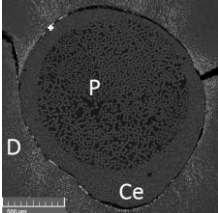
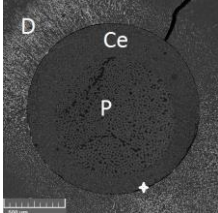
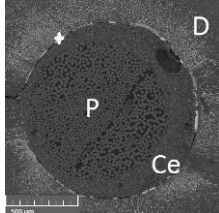
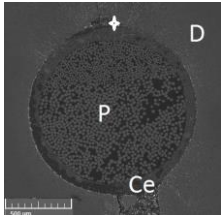
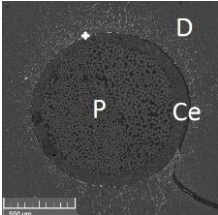
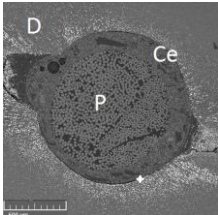
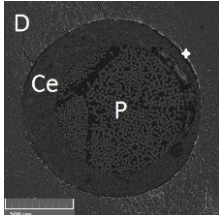
As imagens em MEV da representação de cada condição para análise da nanoinfiltração estão demonstradas nos Quadros 4 e 5.

Tabela 4 - Médias e desvios padrões de nanoinfiltração (%) para os diferentes grupos experimentais

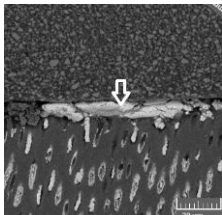
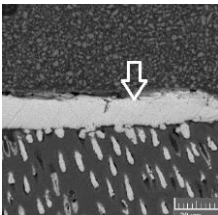
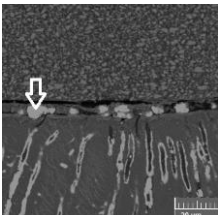
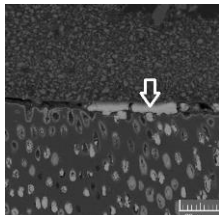
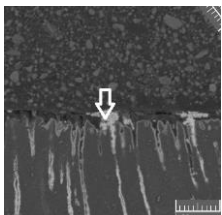
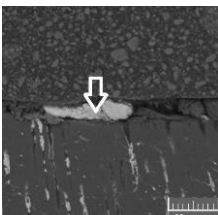
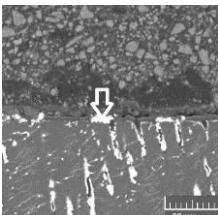
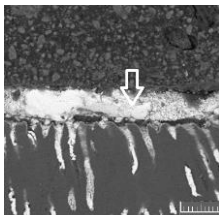
Sistema de cimentação	Dentina Úmida		Dentina Seca	
	Aplicação Ativa	Aplicação Passiva	Aplicação Ativa	Aplicação Passiva
Prime & Bond elect / Enforce	25,3 ± 3,6 A,B	36,0 ± 4,7 C	31,7 ± 1,6 B	30,7 ± 2,3 B
Single Bond Universal / RelyX ARC	24,9 ± 1,9 A	27,2 ± 3,0 A,B	22,9 ± 2,5 A	32,0 ± 1,7 B

Letras diferentes significam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$)

Quadro 4 - Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (70X) da fatia do terço médio de cada grupo experimental. As estrelas indicam o nitrato de prata infiltrado na camada híbrida. Abreviaturas: D - dentina radicular, Ce - cimento resinoso, P = pino de fibra de vidro.

Sistema de Cimentação	Dentina Úmida		Dentina Seca	
	Aplicação Ativa	Aplicação Passiva	Aplicação Ativa	Aplicação Passiva
Prime & Bond elect / Enforce				
Single Bond Universal / RelyX ARC				

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 pelas setas nas imagens. Acima da camada híbrida encontra-se o cimento resinoso e abaixo a dentina radicular.

Sistema de Cimentação	Dentina Úmida		Dentina Seca	
	Aplicação Ativa	Aplicação Passiva	Aplicação Ativa	Aplicação Passiva
Prime & Bond elect / Enforce				
Single Bond Universal / RelyX ARC				

6 DISCUSSÃO

De acordo com achados prévios da literatura, este estudo também demonstrou que a aplicação ativa dos sistemas adesivos apresentou maiores valores de resistência de união e o menor de nanoinfiltração (Loguercio et al. ²⁰ 2011; Cuadros-Sanchez et al. ¹⁷ 2013), quando comparada com a aplicação passiva, independentemente da umidade dentinária. Dal-Bianco et al. ¹⁹ 2006, analisaram a aplicação vigorosa (ativa) de sistemas adesivos convencionais e constataram que essa alternativa resultou em melhores valores de adesão tanto em dentina úmida quanto seca, corroborando com os resultados encontrados nesse estudo. Embora a umidade dentinária tenha um grande impacto sobre a resistência de união dos adesivos (Reis et al. ³⁰ 2003), a aplicação vigorosa do sistema adesivo foi capaz de gerar bons resultados de resistência de união, mesmo em condições desfavoráveis de umidade dentinária.

A aplicação vigorosa do sistema adesivo no substrato é capaz de promover uma re-expansão das fibrilas colágenas colapsadas, facilitando a penetração dos monômeros resinosos no substrato (Jacobsen et al. ¹⁸ 1998; Dal-Bianco et al. ¹⁹ 2006; Reis et al. ¹⁵ 2007). Também favorecem a evaporação dos solventes presentes nos sistemas adesivos (Miyazaki et al. ²¹ 2002; Cardoso et al. ²² 2005), uma vez que esses reduzem as propriedades mecânicas do polímero formado (Paul et al. ²³ 1999; Reis et al. ²⁴ 2007). Além disso, as características químicas de cada adesivo e a condição desfavorável do substrato, que poderiam conferir uma menor adesão quando aplicados da maneira tradicional, podem ser dribladas com um protocolo de aplicação ativa do adesivo (Zander-Grande et al. ⁹⁶ 2011).

Entretanto, para a aplicação ativa dos sistemas adesivos, o sistema adesivo Single Bond Universal (SBU) foi superior ao Prime&Bond elect (PBE) tanto na dentina úmida quanto na dentina seca, em termos de resistência de união. Isoladamente, adesivos com solventes à base de acetona ou etanol exigem um substrato mais úmido para melhores resultados de adesão (Pashley e Tay ⁷⁸ 2001, Reis et al. ³⁰ 2003). No entanto, ambos os adesivos testados [PBE (acetona) e SBU (etanol)] também apresentam a água como solvente, e

esta é suficiente para manter as fibrilas colágenas expandidas e garantir uma penetração eficaz dos monômeros resinosos (Jacobsen e Soderholm ⁹⁷ 1995; Perdigão et al. ⁹⁸ 2000; Van Landuyt et al. ²⁹ 2007). Contudo, o etanol possui maior temperatura de evaporação (78,3°C) e maior pressão de vapor (43,9 mmHg), apresentando menor sensibilidade técnica que a acetona. Quando associado à água, além da maior estabilidade da solução, promove uma maior reidratação das fibrilas colágenas, impedindo o seu colapso e aumentando a penetração do adesivo ao substrato (Pashley et al. ⁸⁶ 2002); sendo assim mais eficiente que a acetona e possivelmente justificando os maiores valores de resistência de união do adesivo SBU.

Outro fator que pode explicar os bons resultados para o SBU é a presença de 10-MDP na sua composição, que interage quimicamente com a hidroxiapatita, formando uma camada relativamente espessa que serve como uma zona de tampão elástico durante a polimerização, garantindo sua durabilidade (Shirai et al. ⁹⁹ 2005; Inove et al. ¹⁰⁰ 2005).

Sabe-se que o condicionamento ácido prévio a aplicação do sistema adesivo, como realizado neste estudo, além de remover a *smear layer*, remove grande parte da hidroxiapatita presente na dentina radicular (Burke e McCaughey ¹⁰¹ 1995). No entanto, a remoção da hidroxiapatita não se faz por completo; o que foi confirmado no presente estudo, por meio de uma análise de superfície dentinária realizada por espectroscopia de raios X por dispersão de energia (EDS), através de um microscópio eletrônico de varredura de alta resolução (FEG/MEV – Shimadzu, Kioto, Japão). Nessa análise foi detectada a presença de hidroxiapatita ao longo de todo o comprimento da dentina do canal radicular após o condicionamento ácido, sendo, portanto, capaz de interagir quimicamente com o 10-MDP. O monômero 10-MDP presente nesse sistema adesivo tem a capacidade de formar sais MDP-Ca, que são monômeros hidrofílicos e apresentam grande estabilidade, elevada longevidade e resistência à hidrólise (Yoshida et al. ¹⁰² 2004; Turp et al. ¹⁰³ 2013; Feitosa et al. ¹⁰⁴ 2014; Matsui et al. ¹⁰⁵ 2015). Justificando a maior afinidade desse adesivo com a dentina úmida, uma vez que para esse adesivo, apesar da aplicação ativa em dentina seca ter aumentado significativamente os valores de

resistência de união, este ainda foi menor que o observado com a aplicação ativa em dentina úmida.

Para o sistema adesivo PBE, a aplicação vigorosa do adesivo também aumentou significativamente a resistência de união, independente da condição de umidade dentinária; uma vez que a aplicação ativa do adesivo na dentina seca foi capaz de obter resultados similares estatisticamente à dentina úmida. Diferentemente do adesivo SBU, que possui o monômero 10-MDP na sua composição, o PBE apresenta o PENTA, um monômero acídico que não possui grande facilidade de interação com a hidroxiapatita, conferindo menor estabilidade e longevidade na união ao substrato (Giannini et al. ¹⁰⁶ 2003; Perdigão et al. ¹⁰⁷ 2006; Kensche et al. ¹⁰⁸ 2015). Dessa forma, o adesivo PBE apresentou valores inferiores de resistência de união quando comparados com o SBU, possivelmente devido à presença da acetona como solvente orgânico e do PENTA como monômero acídico. Este resultado corrobora com Luque-Martinez et al. ¹⁰⁹ 2014, que compararam o sistema adesivo PBE (em nível de dentina e esmalte coronário) com outros adesivos universais com formulações semelhantes as do SBU (presença de 10-MDP e água/etanol como solvente), e também obtiveram resultados inferiores.

Um condicionamento excessivo em dentina pode expor grandes profundidades de colágeno que os adesivos não são capazes de penetrar, o que resulta em uma camada de colágeno porosa e susceptível à degradação, resultando em nanoinfiltração (Nakabayashi et al. ¹¹⁰ 1991; Perdigão et al. ⁷⁵ 2000). O termo “nanoinfiltração” é sugerido na literatura para distinguir o nitrato de prata na infiltração de interfaces adesivas. A análise de nanoinfiltração é definida pela difusão dos íons de prata por meio de túbulos nanométricos que não tenham sido totalmente penetrados pelo sistema adesivo, deixando espaço para a penetração de fluidos sob a camada híbrida (Sano et al. ¹¹¹ 1995), e é um método utilizado por vários trabalhos (Cuadros-Sanchez et al. ¹⁷ 2013; Pontes et al. ¹¹² 2015; Szesz et al. ¹¹³ 2015). No entanto, nesse estudo, o método não foi sensível o suficiente para detectar grandes diferenças entre os grupos experimentais, mostrando que a adesão intra-canal ainda é um procedimento altamente complexo.

Contudo, em nenhum grupo foi observado uma interface livre de nanoinfiltração. Para o sistema adesivo PBE uma nanoinfiltração maior foi observada para a aplicação passiva na dentina úmida, enquanto para o SBU uma maior nanoinfiltração foi observada na aplicação passiva na dentina seca. Esses resultados corroboram novamente com os resultados de resistência de união descritos anteriormente, mostrando que a aplicação ativa deve ser utilizada durante a cimentação de pinos de fibra de vidro.

Em relação ao padrão de fratura, a maioria das falhas na cimentação de pinos de fibra de vidro encontra-se na interface dentina radicular/cimento resinoso, seguida de fraturas mistas (Boschian et al. ¹¹⁴ 2002, Radovic et al. ⁶⁸ 2008, Frydman et al. ¹¹⁵ 2013), como também foram observadas nesse trabalho. Isso se deve à complexidade da adesão na dentina radicular e suas características biológicas e estruturais, uma vez que a resistência de união está diretamente relacionada com a interação química e micromecânica do agente de união com o substrato (De Munck et al. ⁸ 2005, Reis et al. ¹⁵ 2007). Outro fator relevante para a prevalência desse tipo de fratura na cimentação dos pinos de fibra de vidro é a contração de polimerização do material resinoso. Essa contração gera lacunas na interface cimento/dentina, resultando na diminuição de retenção da mesma (Watanabe et al. ¹¹⁶ 1998, Peutzfeldt e Asmussen ¹¹⁷ 2004). Dessa forma, é importante a escolha criteriosa do sistema adesivo e do cimento resinoso, uma vez que a união com o substrato ainda é um procedimento frágil e de grande sensibilidade técnica (Ferrari et al. ⁶ 2000), que também pode ser influenciado pela experiência e a habilidade do operador (Gomes et al. ⁶⁴ 2013), tornando a adesão ainda um dos fatores mais críticos no sucesso do desempenho clínico da cimentação de pinos de fibra de vidro (Goracci e Ferrari ⁵ 2011).

Dentro das limitações de um estudo *in vitro*, nas quais nem todas as condições clínicas podem ser simuladas, foi possível observar que a aplicação ativa dos sistemas adesivos universais testados foi capaz de melhorar os resultados de adesão, independente da condição de umidade dentinária na cimentação de pinos de fibra de vidro ao canal radicular. Isto se deve possivelmente pelo fato de que a aplicação vigorosa do adesivo gera uma pressão mecânica, melhorando a penetração do adesivo ao substrato (Reis et

al. ¹⁵ 2007; Cuadros-Sanchez et al. ¹⁷ 2013) e pelos solventes dos adesivos testados possuírem água em sua composição, fazendo com que os mesmos tenham menor sensibilidade técnica frente à umidade dentinária.

Apesar dos resultados já apresentados, mais estudos ainda são necessários para avaliar resultados laboratoriais em longo prazo e desempenho clínico de pinos de fibra de vidro cimentados adesivamente com sistemas adesivos universais em diferentes condições de umidade dentinária e modo de aplicação.

7 CONCLUSÃO

Para melhorar a adesão dos pinos de fibra de vidro ao canal radicular, recomenda-se a aplicação ativa dos sistemas adesivos universais, independente da condição de umidade dentinária.

REFERÊNCIAS

1. Bru E, Forner F, Llena C, Almenar A. Fibre post behaviour prediction factors. A review of the literature. *J Clin Exp Dent*. 2013;150-3.
2. Dikbas I, Tanalp, J. An overview of clinical studies on fiber post systems. *Scientific World J*. 2013;171-8.
3. Lamichhane A, Xu C, Zhang, F. Dental fiber-post resin base material: a review. *J Adv Prosthodont*. 2014;60-5.
4. Kaur J, Sharma N, Singh H. In vitro evaluation of glass fiber post. *J Clin Exp Dent*. Sunder Nadar 2012;204-9.
5. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J* 2011;77-83.
6. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent*. 2000;9-13.
7. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjor IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent*. 2000;255-60.
8. 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;118-32.
9. 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;3-10.
10. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, Tay F, Ferrari M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci*. 2004;353-61.
11. Hayashi M, Ebisu S. Key factors in achieving firm adhesion in post–core restorations. *Jpn Dent Sci Rev*. 2008;22-8.
12. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater*. 2003;199-205.
13. Turker AC, Uzunoglu A, Yilmaz Z. Effects of dentin moisture on the push-out bond strength of a fiber post luted with diferent self-adhesive resin cements. *RDE* 2014;234-40

14. Schwartz RS. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system-the promise and the problems: a review. *J Endod.* 2006;1125-34.
15. 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;380-7.
16. Breschi L, Mazzoni A, De Stefano Dorigo E, Ferrari M. Adhesion to intraradicular Dentin: A review. *J Adhes Sci Technol.* 2009;1053-83.
17. Cuadros-Sanchez J, Szesz A, Hass V, Patzlaff RT, Reis A, Loguercio AD. Effects of sonic application of adhesive systems on bonding fiber posts to root canals. *J Endod.* 2013;1201-04.
18. Jacobsen T, Soderholm KJ. Effect of primer solvent, primer agitation, and dentin dryness on shear bond strength to dentin. *Am J Dent.* 1998;225-8.
19. Dal-Bianco K, Pellizzaro A, Patzlaff R, de Oliveira Bauer JR, Loguercio AD, Reis A. Effects of moisture degree and rubbing action on the immediate resin-dentin bond strength. *Dent Mater.* 2006;1150-6.
20. Loguercio AD, Stanislawczuk R, Mena-Serrano A, Reis A. Effect of 3-year water storage on the performance of one-step self-etch adhesives applied actively on dentine. *J Dent.* 2011;578-87.
21. Miyazaki M, Tsubota K, Onose H, Hinoura K. Influence of adhesive application duration on dentin bond strength of single-application bonding systems. *Oper Dent.* 2002;278-83.
22. Cardoso PC, Loguercio AD, Vieira LCC, Baratieri LN, Reis A. Effect of prolonged application times on resin-dentin bond strengths. *J Adhes Dent.* 2005;1-7.
23. Paul SJ, Leach M, Rueggeberg FA, Pashley DH. Effect of water content on the physical properties of model dentine primer and bonding resins. *J Dent.* 1999;209-14.
24. Reis A, Loguercio AD, Grande RHM, Carvalho RM. Sistemas adesivos In: Reis, A. Materiais dentários diretos – dos fundamentos a aplicação clínica. São Paulo: Santos; 2007.
25. Reis A, Loguercio AD, Carvalho RM, Grande RH. Durability of resin dentin interfaces: effects of surface moisture and adhesive solvent component. *Dent Mater.* 2004;669-76.
26. Tay FR, Gwinnet AJ, Wei SH. The overwet phenomenon: an optical, micromorphological study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *Am J Dent.* 1996;43-8.

27. Reis AF, Oliveira MT, Giannini M, De Goes MF, Rueggeberg FA. The effect of organic solvents on one-bottle adhesives bond strength to enamel and dentin. *Oper Dent*. 2003;700-06.
28. Abate PF, Rodrigues VI, Macchi RL. Evaporation of solvents in one-bottle adhesives. *J Dent*. 2000;437-40.
29. 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;3757-85.
30. Reis A, Loguercio AD, Azevedo CL, de Carvalho RM, da Julio Singer M, Grande RH. Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different solvent bases. *J Adhes Dent*. 2003;183-92.
31. Reis A, Grande RHM, Oliveira GMS, Lopes GC, Loguercio AD. A 2-year evaluation of moisture on microtensile bond strength and nanoleakage. *Dent Mater*. 2007;862-70.
32. Lee Y, Park J. Effect of moisture and drying time on the bond strength of the one-step self-etching adhesive system. *Restor Dent Endod*. 2012;155-9.
33. Beatty MW, Swartz ML, Moore BK, Phillips RW, Roberts TA. Effect of crosslinking agent content, monomer functionality, and repeat unit chemistry on properties of unfilled resins. *J Biomed Mater Res*. 1993;403-13.
34. Kanca J, Gwinnett AJ. Successful marginal adaptation of a dentin-enamel bonding system in vitro and in vivo. *J Esthet Dent*. 1994;286-94.
35. Mitchem J, Terkla L, Gronos D. Bonding of resin dentin adhesives under simulated physiological conditions. *Dent Mater*. 1988;351-3.
36. Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod*. 2007;391-8.
37. Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosth Dent*. 1994;565-7.
38. Morgano SM, Brackett SE. Foundation restorations in fixed prosthodontics: current knowledge and future needs. *J Prosth Dent*. 1999;643-57.
39. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod*. 2004;289-301.
40. Zicari F, Coutinho E, De Munck J, Poitevin A, Scotti R, Naert I, et al. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. *Dent Mater*. 2008;967-77.

41. Regalo MC, Vinha D, Turbino ML. Resistência à tração de núcleos metálicos fundidos cimentados: efeito de agentes cimentantes e métodos de cimentação. *Arq Odont. São Paulo*, 1997;49-54.
42. Moro AM, Matsumoto, W. Núcleos Metálicos Fundidos x Pinos Pré-Fabricados. *PCL*. 2005;167-72.
43. Tortopidis D, Kourtis A, Kountouras K. Restoration of endodontically treated anterior teeth with cast metallic post or prefabricated fibre post placement: 2 case reports and critical literature review. *Balk J Dent Med*. 2015;86-91.
44. Hornbrook DS, Hastings JH. Use of bondable reinforcement fiber for post and core build-up in an endodontically treated tooth: maximizing strength and aesthetics. *Pract Period Aesthet Dent*. 1995;33-42.
45. Assif D, Oren E, Marshak BL, Aviv I. Photoelastic analysis of stress transfer by endodontically treated teeth to the supporting structure using different restorative techniques. *J Prosthet Dent*. 1989;535-43.
46. Bonfante G, Kaizer OB, Pegoraro LF, Valle AL. Fracture strength of teeth with flared root canals restored with glass fibre posts. *Int Dent J*. 2007; 153-60.
47. Silva GR, Santos-Filho PCF, Sinamoto-Junior PC, Martins LRM, Mota AS, Soares CJ. Effect of post type and restorative techniques on the strain and fracture resistance of flared incisor roots. *Braz Dent J*. 2011;230-7.
48. Baratieri LN. Abordagem restauradora de dentes tratados endodonticamente- pinos/núcleos e restaurações unitárias. In: Baratieri LN. *Odontologia Restauradora*. São Paulo: Santos 2001;619-71.
49. Bateman G, Ricketts DN, Saunders WP. Fibre-based post systems: a review. *Braz Dent J*. 2003;43-8.
50. Baba NZ, Goodacre CJ, Daher T. Restoration of endodontically treated teeth: the seven keys to success. *Gen Dent*. 2009;596-603.
51. 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;733-43.
52. Naumann M, Sterzenbach G, Rosentritt M, Beuer F, Frankenberger R. Is adhesive cementation of endodontic posts necessary? *J Endod*. 2008;1006-10.
53. Bitter K, Kielbassa AM. Post-endodontic restorations with adhesively luted fiber-reinforced composite post systems: a review. *Am J Dent*. 2007;353-60.

54. 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;332-6.
55. Mannocci F, Bertelli E, Watson TF, Ford TP. Resin-dentin interfaces of endodontically-treated restored teeth. *Am J Dent.* 2003;28-32.
56. 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;376-80.
57. 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;309-15.
58. Santini MF, Wandscher V, Amaral M, Baldissara P, Valandro LF. Mechanical fatigue cycling on teeth restored with fiber posts: impact of coronal grooves and diameter of glass fiber post on fracture resistance. *Minerva Stomatol.* 2011;485-93.
59. Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Bonding of photo and dual-cure adhesives to root canal dentin. *Oper Dent.* 2003;543-51.
60. Goracci C, Grandini S, Bossù M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *J Dent.* 2007;827-35.
61. Prado M, Simao RA, Gomes BP. Effect of different irrigation protocols on resin sealer bond strength to dentin. *J Endod.* 2013;689-92.
62. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod.* 2005;584-9.
63. Mjor IA, Smith MR, Ferrari M, Manocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J.* Jul, 2001;346-53.
64. Gomes G, Gomes O, Reis A, Gomes J, Loguercio A, Calixto A. Effect of operator experience on the outcome of fiber post cementation with different resin cements. *Oper Dent.* 2013;555-64.
65. Peters AD, Meiers JC. Effect of polymerization mode of a dual-cured resin cement on time-depent shear bond strength to porcelain. *Am J Dent.* 1996;264-8.
66. Gomes OMM, Calixto AL. Cimentação Adesiva. In: Gomes, J. C. (Org.). *Estética em Clínica Odontológica.* Curitiba: Maio, 2004; 301-30.

67. Groten M, Pröbster L. The influence of different cementation modes on the fracture resistance of feldspathic ceramic crowns. *Int J Prosthodont.* 1997;169-77.
68. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.* 2008;251-8.
69. Ceballos L, Garrido MA, Fuentes V, Rodriguez J. Mechanical characterization of resin cements used for luting fiber posts by nanoindentation. *Dent Mater.* 2007;100-5.
70. Watzke R, Blunck U, Frankenberger R, Naumann M. Interface homogeneity of adhesively luted glass fiber posts. *Dent Mater.* 2008;1512-7.
71. D'Arcangelo C, D'Amario M, Vadini M, Zazzeroni S, De Angelis F, Caputi S. An evaluation of luting agent application technique effect on fibre post retention. *J Dent.* 2008;235-40.
72. 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;215-35.
73. 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. *Biodonto.* 2004;1-85.
74. Gwinnett AJ. Moist versus dry dentin: Its effect on shear bond strength. *Am J Dent.* 1992;127-9.
75. Perdigão J, Frankenberger R, Rosa BT, Breschi L. New trends in dentin/enamel adhesion. *Am J Dent.* 2000;25-30.
76. Hashimoto M, Tay FR, Scizero NR, De Gee AJ, Feilzer AJ, Sano H, Kaga M, Pashley DH. The effects of common error on sealing ability of total-etch adhesives. *Dent Mater.* 2006;560-8.
77. Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: a systematic re- view. *Dent Mater.* 2005;895-10.
78. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mater.* 2001;430-44.
79. Maciel KT, Carvalho RM, Ringle RD, Preston CD, Russel CM, Pashley DH. The effects of acetone, ethanol, HEMA, and air on the stiffness off human decalcified dentin matrix. *J Dent Res.* 1996;1851-8.
80. Miyazaki M, Onose H, Moore BK. Effect of operator variability on dentin bond strength of two-step bonding systems. *Am J Dent.* 2000;101-4.

81. Lopes GC, Baratieri LN, Andrada MAC, Vieira LCC. Dental adhesion: presente state of the art and future perspectives. *Quintessence Int.* 2002;213-24.
82. Loguercio AD, Mânica D, Ferneda F, Zander-Grande C, Amaral RC, Stanislawczuk R, Carvalho RMC, Mando A, Reis A. A randomized clinical evaluation with one and two-step self-etch adhesive over 24 months. *Oper Dent.* 2010;265-72.
83. Miyazaki M, Platt JA, Onose H, Moore BK. Influence of dentin primer application methods on dentin bond strength. *Oper Dent.* 1996;167-72.
84. El-Din AKN, Abd El-Mohsen MM. Effect of changing application times on adhesive systems bond strengths. *J Dent.* 2002;321-4.
85. Frankenberger R, Perdigão J, Rosa BT. "No-bottle" vs "multi-bottle" dentin adhesives: a microtensile bond strength and morphologic study. *Dent Mater.* 2001;373-80.
86. Pashley EL, Agee KA, Pashley DH, Tay FR. Effects of one versus two applications of an unfilled, all-in-one adhesive on dentine bonding. *J Dent.* 2002;83-90.
87. Hashimoto M, Sano H, Yoshida E, Hori M, Kaga M, Oguchi H, Pashley DH. Effects of multiple adhesive coatings on dentin bonding. *Oper Dent.* 2004;416-23.
88. Ito S, Tay FR, Hashimoto M, Yoshiyama M, Saito T, Brackett WW, Wallerg JL, Pashley DH. Effects of multiple coatings of two all-in-one adhesives on dentin bonding. *J Adhes Dent.* 2005;133-41.
89. Nakaoki, Y, Sasakawa, W, Horiuchi, S, Nagano F, Ikeda T, Tanaka T, Inoue S, Uno S, Sano H, Sidhu SK. Effect of double-application of all-in-one adhesives on dentin bonding. *J Dent.* 2005;765-72.
90. Zheng L, Pereira PNR, Nakajima M, Sano H, Tagami J. Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. *Oper Dent.* 2001;97-104.
91. De Munck J, Arita A, Shirai K, Van Landuyt KL, Coutinho E, Poitevin A. Microrotary fatigue resistance of a HEMA-free all-in-one adhesive bonded to dentin. *J Adhes Dent.* 2007;373-9.
92. Souza RO, Lombardo GH, Michida SM, Galhano G, Bottino MA, Valandro LF. Influence of brush type as a carrier of adhesive solutions and paper points as na adhesive-excess remover on the resin bond to root dentin. *J Adhes Dent.* 2007;521-6.

93. Thitthaweerat S, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Effect of solvent evaporation strategies on regional bond strength of one-step self-etch adhesives to root canal dentine. *Int Endod J*. 2013;1023-31.
94. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents *Quintessence Int*. 1993;618-31.
95. Rezende AC, Gomes GM, Szesz AL, Bueno CES, Reis A, Loguercio AD. Effects of dentin moisture for cementation of fiber posts to root canals. *J Adhes Dent*. 2016 Jan. [Epub ahead of print].
96. Zander-Grande C, Ferreira SQ, da Costa TRF, Loguercio AD, Reis A. Application of etch-and-rinse adhesives on dry and rewet dentin under rubbing action: a 24-month clinical evaluation. *J Am Dent Assoc*. 2011;828-35.
97. Jacobsen T, Soderholm KJ. Some effects of water on dentin bonding. *Dent Mater*. 1995;132-6.
98. Perdigão J, May KN Jr, Wilder AD Jr, Lopes M. The effect of depth demineralization on bond strengths and morphology of the hybrid layer. *Oper Dent*. 2000;186-94.
99. Shirai K, de Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Lambrechts P, Suzuki K et al. Effect of cavity configuration and aging on the bonding effectiveness of six adhesives to dentin. *Dent Mater*. 2005;110-24.
100. Inoue S, Koshiro K, Yoshida Y, De Munck J, Nagakane K, Suzuki K et al. Hydrolytic stability of self-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res* 2005;1160-4.
101. Burke FJ, McCaughey AD. The four generations of dentin bonding. *Am J Dent*. 1995;88-92.
102. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent*. 2004;454-8.
103. Turp V, Sen D, Tuncelli B, Ozcan M. Adhesion of 10-MDP containing resin cements to dentin with and without the etch-and-rinse technique. *J Adv Prosthodont*. 2013;226-33.
104. Feitosa VP, Pomacondor-Hernandez C, Ogliari FA, Leal F, Correr AB, Sauro S. Chemical interaction of 10-MDP (methacryloyloxy-decyl-dihydrogen-phosphate) in zinc-doped self-etch adhesives. *J Dent*. 2014;359-65.
105. Matsui N, Takagaki T, Sadr A, Ikeda M, Ichinose S, Nikaido T, et al. The role of MDP in a bonding resin of a two-step self-etching adhesive system. *Dental Mater*. 2015;227-33.

106. Giannini M., Marcelino CA, Figueiredo A, Freire LA. Six-Month Storage-Time Evaluation of One-Bottle Adhesive Systems to Dentin. *J Esthet Restor Dent*. 2003;43-9.
107. Perdigão J, Gomes G, Gondo R, Fundingsland JW. In vitro bonding performance of all-in-one adhesives. Part I-microtensile bond strengths. *J Adhes Dent*. 2006;36-73.
108. Kensche A, Dähne F, Wagenschwanz C, Richter G, Viergutz G, Hannig C. Shear bond strength of different types of adhesive systems to dentin and enamel of deciduous teeth in vitro. *Clin Oral Investig*. 2015;1-10.
109. Luque-Martinez IV, Perdigão J, Muñoz MA, Sezinando A, Reis A, Loguercio AD. Effects of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal adhesives to dentin. *Dent Mater*. 2014;1126-35.
110. Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N. Hybrid layer as dentin-bonding mechanism. *J Esthet Dent*. 1991;133-8.
111. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Herner JA, Matthews WG, Pashly DH. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent*. 1995;18-25.
112. Pontes DG, Araujo CT, Prieto LT, de Oliveira DC, Coppini EK, Dias CT et al. Nanoleakage of fiber posts luted with different adhesive strategies and the effect of chlorhexidine on the interface of dentin and self-adhesive cements. *Gen Dent*. 2015 May-Jun;31-7.
113. Szesz A, Cuadros-Sánchez J, Hass V, da Cruz GK, Arrais CA, Reis A et al. Influence of delivered radiant exposure values on bonding of fiber posts to root canals. *J Adhes Dent*. 2015;181-8.
114. 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;596-602.
115. Frydman G, Levatovsky S, Pilo R. [Fiber reinforced composite posts: literature review]. *Refu'at ha-peh veva-shinayim* (1993). 2013;6-14.
116. Watanabe F, Powers JM, Lorey RE. In vitro bonding of prosthodontic adhesives to dental alloys. *J Dent Res*. 1998;479-83.
117. Peutzfeldt A, Asmussen E. Determinants of in vitro gap formation of resin composites. *J Dent*. 2004;109-15.

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: Efeito da Umidade Dentinária e do Modo de Aplicação de Adesivos Universais da Adesão dos Pinos de Fibra de Vidro ao Canal Radicular

Pesquisador: Giovana Mongruel Gomes

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 35279514.3.0000.0105

Instituição Proponente: Universidade Estadual de Ponta Grossa

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 773.119

Data da Relatoria: 28/08/2014

Apresentação do Projeto:

Trata-se de estudo in vitro que utilizará 80 dentes humanos divididos em oito grupos para testar a influência da umidade da dentina na efetividade da cimentação de pinos de fibra de vidro, variando a técnica de aplicação (ativa e passiva) bem como o tipo de adesivo.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar o efeito da umidade dentinária e do modo de aplicação de adesivos universais na adesão de pinos de fibra de vidro ao canal radicular com cimento resinoso, analisando a resistência de união entre o dente e o pino, nanoinfiltração, a formação da camada híbrida.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos não há para o pesquisador uma vez que serão utilizados EPI e instrumentais esterilizados durante a manipulação dos dentes.

Benefícios: é o aprofundamento do conhecimento científico sobre a influência da umidade da dentina durante a aplicação de adesivos e cimentação que auxiliará a conduta dos clínicos durante este procedimento.

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748 bl M sala 12

Bairro:

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42-)3220-3108

Fax: (42-)3220-3102

E-mail: seccoop@uepg.br

Continuação do Parecer: 773.119

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa está adequadamente delineada do ponto de vista metodológico para os objetivos da pesquisa, bem como bem fundamentada com literatura pertinente e atual. O cronograma está adequado e o financiamento do projeto será obtido com recursos próprios dos pesquisadores.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto: Adequada.

Projeto de pesquisa: Adequado.

Termo de doação de dentes. Adequado.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto de relevância científica, sem necessidade de re-adequações.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

PONTA GROSSA, 01 de Setembro de 2014

Assinado por:
ULISSES COELHO
(Coordenador)

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748 bl M sala 12

Bairro:

CEP: 84.030-900

UF: PR

Município: PONTA GROSSA

Telefone: (42-)3220-3108

Fax: (42-)3220-3102

E-mail: seccoep@uepg.br