



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE PRÓTESE E CIRURGIA BUCOMAXILOFACIAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

ANA MICHELLE OLIVEIRA NADLER

**INFLUÊNCIA DO AGENTE CIMENTANTE NA ADESÃO DE PINOS ESTÉTICOS:
ensaio *push-out* e análise em microscopia eletrônica de varredura de baixa
resolução**

Recife

2019

ANA MICHELLE OLIVEIRA NADLER

**INFLUÊNCIA DO AGENTE CIMENTANTE NA ADESÃO DE PINOS ESTÉTICOS:
ensaio *push-out* e análise em microscopia eletrônica de varredura de baixa
resolução**

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Clínica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Stevens Leonidas Gomes

Coorientadora: Profa. Dra. Renata Pedrosa Guimarães

Recife

2019

Catálogo na fonte:
Bibliotecária: Elaine Freitas, CRB4:1790

N137i Nadler, Ana Michelle Oliveira
Influência do agente cimentante na adesão de pinos estéticos:
ensaio push-out e análise em microscopia eletrônica de varredura de
baixa resolução/ Ana Michelle Oliveira Nadler. – 2019.
49 f. : il.

Orientador: Anderson Stevens Leonidas Gomes.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco,
Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-graduação em
Odontologia. Recife, 2019.
Inclui referências e anexos.

1. Cimentos dentários. 2. Adesivos dentinários. 3. Pinos
dentários. 4. Microscopia eletrônica de varredura. I. Gomes, Anderson
Stevens Leonidas. (orientador). II. Título.

617.6 CDD (23.ed.) UFPE (CCS 2019 - 254)

ANA MICHELLE OLIVEIRA NADLER

**“INFLUÊNCIA DO AGENTE CIMENTANTE NA ADESÃO DE PINOS
ESTÉTICOS: ENSAIO *PUSH-OUT* E ANÁLISE EM MICROSCOPIA
ELETRÔNICA DE VARREDURA DE BAIXA RESOLUÇÃO”**

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

Aprovada em: 26/02/19.

Banca Examinadora:

1° _____
Prof. Dr. Gustavo Pina Godoy
(Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

2° _____
Prof. Dr. Claudio Heliomar Vicente da Silva
(Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

3° _____
Profa. Dra. Gabriela Queiroz Melo Monteiro
(Examinador Externo)
Universidade de Pernambuco

Dedico este trabalho à minha mãe, Maria Ceci de Oliveira (*in memoriam*), e ao meu pai, Antonio Oliveira da Silva (*in memoriam*). Meus maiores e eternos mestres! E às minhas filhas, Ana Beatriz Oliveira Nadler e Maria Cecília Oliveira Nadler.

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais, Antonio Oliveira da Silva e Maria Ceci de Oliveira, pelo amor, carinho, dedicação, preocupação, confiança, educação e tantos outros gestos por vocês realizados durante todos os dias da vida de vocês e mesmo ausentes, continuam tão presentes na minha vida pois fazem parte de mim;

Às minhas lindas filhas, Ana Beatriz Oliveira Nadler e Maria Cecilia Oliveira Nadler, por mostrarem o verdadeiro significado do amor e sentido da vida;

À minha querida prima Maria Angélica Oliveira Conde Freire, seu marido Filipe Abreu Andrade Silva e minha afilhada Maria Alice de Oliveira Abreu Andrade;

À Universidade Federal de Pernambuco, por ser uma excelente Universidade, oportunizando as atividades em diversos laboratórios, ampliando minha experiência profissional;

Ao Programa de Pós-graduação em Odontologia. Obrigada aos doutores que me presentearam com suas palavras e conhecimentos durante o curso de mestrado, em especial ao querido Prof. Dr. Gustavo Pina Godoy que tive a honra de conhecer;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Anderson Stevens Leônidas Gomes, por ser um exemplo para mim de pessoa mais generosa que eu conheço. Orientador dedicado, correto, presente e tão competente. Só tenho a agradecer pela formação, pela paciência, por todo incentivo, pelas palavras de apoio, por toda a oportunidade e confiança. Espero que nossa parceria seja duradoura e que eu possa sempre contribuir de alguma maneira com suas empreitadas científicas. Muito obrigada!

À minha querida co-orientadora Prof. Dra. Renata Pedrosa Guimaraes, pelo carinho, pela aprendizagem, paciência, compreensão e total assistência que me concedeu para execução deste trabalho. E com sua amizade, calma, otimismo e imensurável conhecimento guiou meus passos nos últimos anos desde a especialização;

Aos professores, estagiários, monitores e alunos da Clínica Integral 1 (noturno) com quem tive o privilégio de desenvolver meu estágio em docência. Em especial, à Profa. Dra. Daene Patricia Tenorio Salvador da Costa, Prof. Dr. Claudio Heliomar Vicente da Silva e Profa. Dra. Renata Cimões.

A todos que fizeram e fazem parte da secretaria da pos graduação em Odontologia: Oziclere Sena Araújo, Tamires Cybelle Correia e Isaac Simoni pelo apoio e suporte. À D. Tania, pelo eterno sorriso.

Aos amigos da turma do mestrado, pela agradável convivência e pelos bons momentos compartilhados. Em especial à Gisele Cruz Camboim e Juliana Carneiro Leão Dias, amigas incríveis e excelentes profissionais que tenho um enorme carinho;

Aos colegas que estão ou passaram pelo Departamento de Física: Cláudia Mota, Vanda, Gisele, Luana Osorio, Tereza Dias, Evair, Cecília Falcão, Audrey, Daniela, Pollyanna Michelle, Thayana, Joelle, Izabella Lins, Mariana, Emery, Melissa, Bismarck, Bruno Veras. A todos obrigada pois cada um participou de alguma forma nessa pesquisa seja pela amizade, alguma dúvida ou troca de experiências;

A todos da minha família, tios e primos que me incentivaram e torcem por mim;

À minha querida amiga e funcionária Manuella Michelle Vieira Lopes Mendonça pelo apoio e palavras de incentivo que não me fizeram desistir em muitos momentos;

Ao técnico de laboratório do Microscópio Eletrônico de Varredura do Departamento de Física da UFPE, Sérgio dos Santos Silva por sua grande disponibilidade (dia e noite) e pelas excelentes imagens;

Ao técnico de laboratório da máquina de ensaios universal do Departamento de Engenharia Mecânica da UFPE, Ruben pela disponibilidade e realização dos ensaios de microcisalhamento;

A todos que fazem parte da UNIVASF (Juazeiro- BA), principalmente a Profa. Raquel Aline Pessoa Oliveira e o Prof. Helinando Pequeno de Oliveira por abrirem as portas para a realização das imagens em microscopia;

À minha amiga querida e pesquisadora em Saúde Pública da Fiocruz- PE, Clarice Neuenschwander Lins de Moraes, pelo apoio e ajuda nas fases laboratoriais e ao técnico em Saúde Pública da Fiocruz, Wladimir Gomes de Melo;

Aos amigos da faculdade, da especialização e da vida, de perto e sempre presentes;

Aos parceiros 3M/ESPE e FGM pelo apoio e fornecimento dos materiais da pesquisa;

A todos que, de alguma forma, colaboraram para a concretização desse trabalho;

E por fim, e de suma importância, à Deus por me conceder a vida da melhor forma que ela poderia ser, pela saúde e força concedida nos momentos mais difíceis da minha vida.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de cimentos resinosos adesivos com diferentes estratégias adesivas na resistência de união (RU) de pinos de fibra de vidro a dentina radicular. Cinquenta e cinco pré-molares unirradiculares foram tratados endodonticamente e distribuídos nos grupos experimentais (n=11): 3 cimentos resinosos convencionais RelyX ARC, 3M ESPE - ARC; Relyx Ultimate, 3M ESPE - ULTC; All Cem, FGM - ALL; 1 cimento resinoso autocondicionante, Relyx Ultimate, 3M ESPE – ULTA; e 1 cimento resinoso autoadesivo, RelyX U200, 3M ESPE- U200. As raízes foram seccionadas transversalmente em fatias de 1,0 mm de espessura correspondentes a cada terço radicular e submetidas ao push-out. O tipo de falha foi determinado através da Microscopia Eletrônica de Varredura. Os dados foram analisados estatisticamente pelos testes de ANOVA (ensaio mecânico) e teste exato de Fisher (tipos de falhas) ($p < 0,05$). Na comparação entre os grupos, as maiores médias de RU foram encontradas para os cimentos convencionais ULTC e ALL. Entretanto, nos terços médio e apical, o cimento ALL apresentou resultados estatisticamente semelhante aos cimentos ULTA e U200. No terço cervical e médio o cimento ARC se assemelhou estatisticamente aos cimentos ULTA e U200. O tipo de falha predominante foi a mista. Concluiu-se que os cimentos resinosos autocondicionante e autoadesivo mostraram resultados similares de resistência de união imediata na cimentação de pinos de fibra de vidro comparados aos cimentos resinosos convencionais.

Palavras chaves: Cimentos dentários. Adesivos dentinários. Pinos dentários. Microscopia eletrônica de varredura.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the performance of adhesive resin cements with different adhesive strategies in the bond strength (RU) of fiberglass pins to root dentin. Fifty-five uniradicular premolars were treated endodontically and distributed in the experimental groups (n = 11): 3 conventional resin cements RelyX ARC, 3M ESPE - ARC; Relyx Ultimate, 3M ESPE - ULTC; All Cem, FGM - ALL; 1 self-etching resin cement, Relyx Ultimate, 3M ESPE - ULTA; and 1 self-adhesive resin cement, RelyX U200, 3M ESPE-U200. The roots were sectioned transversely into 1.0 mm thick slices corresponding to each third root and subjected to push-out. The type of failure was determined by Scanning Electron Microscopy. Data were analyzed statistically by ANOVA (mechanical test) and Fisher's exact test (types of failure) ($p < 0.05$). In the comparison between the groups, the highest RU averages were found for the conventional ULTC and ALL cements. However, in the middle and apical thirds, cement ALL presented results statistically similar to ULTA and U200 cements. In the cervical and middle third the ARC cement statistically resembled the ULTA and U200 cements. The predominant type of failure was mixed. It was concluded that self-etching and self-adhesive resin cements showed similar results of bonding strength in glass fiber pin cementation compared to conventional resin cements.

Key words: Dental cements. Dentin adhesives. Dental pins. Scanning electron microscopy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Representação gráfica do corte dos corpos de prova 22
- Figura 2 - Representação gráfica do dispositivo para ensaio mecânico push-out 24
- Figura 3 - Máquina de ensaio universal EMIC DL 500 e posição da amostra para a realização do ensaio de resistência de união 25

(NO ARTIGO CIENTÍFICO)

- Figura 4 - Fotomicrografia através da técnica de MEV de baixa resolução 38 caracterizando os tipos de falhas representadas pelas setas: (A) falha adesiva dentina-cimento (seta1); (B) falha adesiva cimento-pino (seta 2); (C) falha coesiva no cimento(seta 3); (D) falha coesiva no pino (seta 4); (E) falha coesiva da dentina; e (F) falha mista, combinação de todas as falhas (setas 1, 3, 4 e 5 descritas anteriormente)
- Figura 5 - Caracterização da interface cimento/dentina em MEV: do ARC (A) 40 do terço cervical e (B) do terço apical; da interface cimento/dentina ULTC (C) do terço cervical e (D) do terço apical; da interface cimento/dentina ALL (E) do terço cervical e (F) do terço apical; da interface cimento/dentina ULTA (G) do terço cervical e (H) do terço apical; de interface cimento/dentina U200 (I) do terço cervical e (J) do terço apical

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Composição dos materiais avaliados e seus respectivos lotes	20
Tabela 2 -	Formas de aplicação dos materiais avaliados	21

(NO ARTIGO CIENTÍFICO)

Tabela 1 -	Composição dos materiais avaliados	31
Tabela 2 -	Formas de aplicação dos materiais avaliados	32
Tabela 3 -	Média e desvio padrão da resistência de união através de ensaio push-out segundo tipo de cimento e terço radicular	36
Tabela 4 -	Frequências do tipo de falha por terço e cimento	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
mm	milímetros
min	minutos
s	segundos
n°	número
U200	Cimento resinoso autoadesivo Relyx U200
ARC	Cimento resinoso convencional Relyx ARC
ULTC	Cimento resinoso convencional Relyx Ultimate
ULTA	Cimento resinoso autocondicionante Relyx Ultimate
ALL	Cimento resinoso convencional All Cem
TEG-DMA	Tetraetilenoglicol Dimetacrilato
BISGMA	Bisfenol Glicidil Metacrilato
HEMA	Hidroxietilmetacrilato
LED	Light Emitting Diode
mA	miliampere
MPa	Megapascal
BIsEMA	Bisfenol-A glicidil metacrilato
MDP	10- metacrilóiloxidecil dihidrogenofosfato
mW/cm ²	Miliwatts por centímetro quadrado
PFV	Pino de fibra de vidro
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
MO	Microscópio Óptico
C	terço cervical

M	terço médio
A	terço apical
H	altura do corpo de prova
R	maior raio radicular na porção cervical da amostra
r	menor raio radicular na porção apical da amostra
kg	Quilograma
mm/min	Milimetro por minuto
SPSS/IBM	Statistical Package for the Social Sciences
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
H ₃ PO ₄	Ácido fosfórico
CH	Camada híbrida
TR	Tags resinosos
f	fenda
RU	Resistência de união

LISTA DE SÍMBOLOS

\pm	Mais ou menos
\geq	Maior ou igual
\leq	Menor ou igual
$^{\circ}$ C	Graus Celsius
+	mais
%	porcentagem
μm	Micrometro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	METODOLOGIA	18
2.1	Obtenção e preparo das amostras	18
2.2	Preparo dos condutos radiculares e seleção dos pinos	19
2.3	Distribuição dos grupos e protocolo de cimentação dos pinos	19
2.4	Análise ultraestrutural pré-ensaio	22
2.5	Teste de resistência de união	23
2.6	Caracterização do tipo de falha através da microscopia	25
2.7	Análise estatística	25
3	ARTIGO CIENTÍFICO	27
	Influência do agente cimentante na adesão de pinos estéticos:	
3.1	ensaio push-out e análise em microscopia eletrônica de varredura de baixa resolução	27
	REFERÊNCIAS	46
	ANEXO A - APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM	
	PESQUISA COM SERES HUMANOS	49

1 INTRODUÇÃO

A procura e aumento da demanda por tratamentos reabilitadores estéticos adesivos na Odontologia atual, impulsionou o desenvolvimento de materiais que atendessem às exigências estéticas e funcionais para garantir a longevidade de restaurações diretas e indiretas (SCOTTI *et al.*, 2017).

A reabilitação de dentes tratados endodonticamente acompanha esse avanço. Retentores intrarradiculares que apresentam características mecânicas próximas à estrutura dentária, além de uma estética mais satisfatória apresentam a capacidade de reduzir as tensões transmitidas ao remanescente, minimizar o risco de fraturas e reduzir custos do tratamento quando comparado aos núcleos metálicos fundidos (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

No entanto, baixos valores de adesão alcançados em dentina radicular podem ocorrer por fatores como o preparo biomecânico, permanência de material obturador no canal radicular, tipo de cimento utilizado, manipulação incorreta do cimento, características morfológicas peculiares do tecido dentinário, e ainda pela complexidade e sensibilidade da técnica adesiva e de cimentação (CONDE *et al.*, 2015; MAROULAKOS; ELE; NAGY, 2018).

Os materiais mais indicados para cimentação dos pinos de fibra de vidro ao canal radicular são os cimentos resinosos os quais podem ser classificados em três tipos de acordo com sua polimerização: fotoativados, quimicamente ativados e duais (BRAGA; CESAR; GONZAGA, 2002). Além disso, os cimentos podem aderir e interagir com o substrato dentinário radicular de diferentes formas, classificando-os de acordo com a estratégia de união utilizada em: convencionais, autocondicionantes e autoadesivos (KANHAMOUEIN *et al.*, 2012).

Os cimentos autoadesivos simplificaram ao máximo o processo de cimentação, não necessitando de tratamento prévio dos tecidos dentais. Estes apresentam um mecanismo de adesão através de retenção micromecânica e união química à estrutura dental (KAHNAMOUEIN *et al.*, 2012; GIACHETTI *et al.*, 2012; SARKIS-ONOFRE *et al.*, 2014). Uma revisão sistemática de estudos *in vitro* mostrou que cimentos resinosos autoadesivos são eficazes na retenção de pinos de fibra de

vidro no interior de canais radiculares (SARKIS-ONOFRE *et al.*, 2014; CONDE *et al.*, 2015).

A escolha do material de cimentação ideal pelo profissional deve estar pautada em três aspectos primordiais: simplicidade técnica, relação custo-benefício e evidência científica disponível. No entanto, esta decisão é prejudicada pela grande variabilidade de protocolos e materiais disponíveis no mercado, aliado a escassez de estudos que contemplem, em igual número, a grande maioria destes.

A complexidade da interface pino/dentina radicular requer uma análise minuciosa, uma vez que envolve não apenas a interação entre cimento/dentina, mas também entre o cimento e o próprio pino. Dessa forma, além dos valores de resistência de união (RU) obtidos por ensaios mecânicos, há necessidade de observar qual tipo de falha, as quais podem ser adesivas entre dentina e cimento ou entre cimento e pino, e coesivas, representadas por fraturas na dentina, no cimento e no pino. Frente a dinâmica das forças mastigatórias, também é comum a ocorrência de mais de um tipo dessas falhas de maneira simultânea, sendo essas chamadas de falhas mistas. Essa análise conjunta entre tipo de falha e ensaio mecânico vai produzir resultados, em estudo *in vitro*, mais condizentes com a realidade clínica.

Frente ao exposto, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho de diferentes cimentos resinosos, incluindo convencionais, autocondicionante e autoadesivo, na resistência de união de pinos de fibra de vidro (PFV) ao longo da dentina radicular, por meio do ensaio mecânico “*push-out*”. Adicionalmente, buscou-se observar, através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) a integridade da camada híbrida e os tipos de falhas que ocorreram na interface adesiva após o ensaio mecânico.

A hipótese nula admite que nem o tipo de cimento nem a profundidade radicular influenciam na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina.

2 METODOLOGIA

Este estudo experimental foi realizado após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da UFPE (Anexo A), com parcerias dos Laboratório de Fotônica e Biofotônica do Departamento de Física e Laboratório de Ensaio mecânicos do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco. Também foram parceiros, Laboratórios de Microscopia Eletrônica do Programa de Ciências dos Materiais da UNIVASF, em Juazeiro- BA.

2.1 Obtenção e preparo das amostras

Foram selecionados 55 pré-molares humanos unirradulares do Banco de Dentes do Departamento de Prótese e Cirurgia Bucal Facial da UFPE (Anexo B), sem curvatura apical, limpos e armazenados por sete dias em solução de cloramina T a 0,5% sob refrigeração para desinfecção. Em seguida, os espécimes foram mantidos em solução salina estéril, em estufa biológica a 37° C, substituída a cada 7 dias, em todas as fases da pesquisa.

Com o auxílio de uma régua milimetrada e compasso de ponta seca, foram medidos 15 mm. As coroas foram então seccionadas com um disco diamantado dupla face para padronização da altura radicular em 15 mm.

As raízes foram submetidas a tratamento endodôntico com a padronização da instrumentação com lima tipo K nº 35 no término apical. A técnica utilizada foi a escalonada com broca Gates Glidden nº 1 a 4 (Dentsply- Maillefer, Tulsa, EUA) e irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5% (Phormula Ativa, Pernambuco, Brasil). Os canais radiculares foram obturados com cones de guta percha #35 e FF (Dentsply-Maillefer, Tulsa, EUA), cimentados com cimento livre de eugenol (Sealer 26/ Dentsply Caulk, Millford, EUA). Após esta etapa, as amostras foram armazenadas em solução salina estéril (Phormula Ativa, Pernambuco, Brasil) a 37°C. Nesta etapa, tanto o ápice quanto a porção coronária foram protegidos do contato direto com a umidade com cera utilidade.

2.2 Preparo dos condutos radiculares e seleção dos pinos.

O conduto radicular foi preparado com broca largo nº 2 a 4 (Dentsply-Maillefer, Tulsa, EUA) em baixa rotação, com cursor posicionado em 10,0 mm e finalizados com a broca correspondente ao pino White post DC nº 0,5 (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil), fornecida pelo fabricante. Em seguida, o conduto radicular foi irrigado com soro fisiológico. As brocas foram substituídas a cada 10 preparos.

2.3 Distribuição dos grupos e protocolo de cimentação dos pinos

Para os procedimentos de cimentação, os espécimes foram divididos aleatoriamente em cinco grupos (n=11) segundo o cimento resinoso utilizado, conforme a Tabela 1.

O cálculo amostral, estimado em 32 corpos de prova para cada cimento, foi realizado com o programa G*Power versão 3.1.9.2 considerando o poder do teste de 95% e de uma margem de erro de 5%.

Em todos os casos, uma seringa Centrix (DFL Rio de Janeiro, Brasil) (ponta tipo agulha) foi utilizada para inserção do cimento no interior do conduto radicular seguindo recomendações dos fabricantes (Tabela 2).

Tabela 1 – Composição dos materiais avaliados.

Material	Composição
RelyX U200 (3M-ESPE)* <small>LOTE: 1518200193</small> U200	Pasta base: Pó de vidro tratado com silano, ácido 2-propenóico, 2-metil, 1,1'-[1- (hydroxymetil)-1,2-ethanodiyl] éster, dimetacrilato de trietileno glicol (TEG-DMA), sílica tratada com silano, fibra de vidro, persulfato de sódio e per-3,5,5-trimetil-hexanoato t-butila. Pasta catalisadora: Pó de vidro tratado com silano, dimetacrilato substituto, sílica tratada com silano, p-toluenosulfonato de sódio, 1 benzil-5-fenil-ácido bórico, sais de cálcio, 1,12- dodecano dimetacrilato, hidróxido de cálcio e dióxido de titânio.
RelyX ARC (3M-ESPE)* <small>LOTE: 1505700641</small> ARC	BIS-GMA, TEGDMA, pigmentos, amina terciária, peróxido de benzoíla. Contém partículas inorgânicas de zircônia/sílica com 67,5% em peso e tamanho médio das partículas de 1,5µm.
RelyX Ultimate (3M-ESPE)* <small>LOTE: 1531600712</small> ULTC	Pasta base: Pó de vidro tratado com silano, 2-propenóico, 2-metil, 1,1'-[1- (hydroxymetil)-1,2-ethanodiyl] éster, produtos da reação com 2-hidroxi-1,3-propanodilodimetacrilato e óxido de fósforo, dimetacrilato de trietilenglicol (TEG-DMA), sílica tratada com silano, fibra de vidro, persulfato de sódio e per-3,5,5-trimetil-hexanoato t-butila. Pasta catalisadora: Pó de vidro tratado com silano, dimetacrilato substituto, sílica tratada com silano, p-toluenosulfonato de sódio, 1 benzil-5-fenil-ácido barbitúrico, sal de cálcio, 1,12- dodecano dimetacrilato, hidróxido de cálcio, 2-ácido propiônico, 2-metil-[(3-metóxi)propil]imina] di-2,1-etanodiil éster e dióxido de titânio.
All Cem (FGM)** <small>LOTE:110416</small> ALL	Monômeros metacrílicos (como TEGDMA, BisEMA e BisGMA), canforoquinona, co-iniciadores, micropartículas de vidro de bário-alumino-silicatos, nanopartículas de dióxido de silício, pigmentos inorgânicos e conservantes.
Adper Single Bond 2 (3M- ESPE)* <small>LOTE:1512300191</small>	Bis-GMA, HEMA, diuretano dimetacrilato, copolímeros do ácido polialcenóico, canforoquinona, água e etanol, glicerol 1, 3 dimetacrilato, 10% em peso de sílica coloidal (carga).
Single Bond Universal (3M-ESPE)* <small>LOTE: 1531600712</small>	Bis-GMA, metacrilato de 2-hidroxietila, sílica tratada com silano, álcool etílico, decametileno dimetacrilato, água, 1,10-decanodiol fosfato metacrilato, copolímero de acrílico e ácido itacônico, canforoquinona, N,N-dimetilbenzocaína, metacrilato de 2-dimetilaminoetilo, metil etil cetona.
Ambar (FGM)** <small>LOTE:010416</small>	Ingredientes Ativos: MDP (10-Metacriloiloxidecil dihidrogênio fosfato) Monômeros Metacrílicos, Fotoiniciadores, Co-iniciadores e estabilizante. Ingredientes Inativos: Carga Inerte (nanopartículas de sílica) e Veículo (etanol).

*3M – ESPE, Seefeld, Alemanha

** FGM, Santa Catarina, Brasil

Tabela 2 – Formas de aplicação dos materiais avaliados.

Grupo	Condicionador dentinário	Agente adesivo	Cimento resinoso
ARC	Ácido fosfórico 37%: Aplicar por	Single Bond Adper 2 (3M-ESPE) Aplicar duas camadas intercaladas por 15s, Secar com leve jato de ar e pontas de papel absorvente e Fotopolimerizar por 10 s.	Proporcionar o cimento sobre placa e mistura por 10 s; Aplicar o cimento no interior do canal radicular; Aplicar o cimento, em fina camada, sobre o pino; Assentar e imobilizar o pino em posição; Remover os excessos; Fotopolimerizar por 40 s.
ULTC	15 s, lavar com água por 15 s, secar com ponta de papel.	Single Bond Universal (3M ESPE) Aplicar ativamente durante 20 s, leve jato de ar durante 5 s e fotopolimerizar por 10s.	Dispensar a quantidade desejada e misturar as pastas por 20s; Inserção do cimento no conduto; Aplicação do cimento sobre o pino e inserção do pino no canal; Remoção dos excessos com instrumento; Fotopolimerização por 40 s.
ALL	secar com ponta de papel.	Ambar (FGM) Aplicar durante 15 s, leve jato de ar e fotopolimerizar.	Proporcionar o cimento sobre placa e mistura por 10 s; Aplicar o cimento no interior do canal radicular; Aplicar o cimento, em fina camada, sobre o pino; Assentar e imobilizar o pino em posição; Remover os excessos; Fotopolimerizar por 40 s.
ULTA		Single Bond Universal (3M ESPE) Aplicar durante 20 s, leve jato de ar durante 5 s e fotopolimerizar por 10s.	Dispensar a quantidade desejada e misturar por 20s; Inserção do cimento no conduto; Aplicação do cimento sobre o pino e inserção do pino no canal; Remoção dos excessos; Fotopolimerização por 20 s.
U200	-	-	Proporcionar o cimento sobre placa e mistura por 10 s; Aplicar o cimento no interior do canal radicular; Aplicar o cimento, em fina camada, sobre o pino; Assentar e aplicar uma pressão moderada sobre o pino em posição; Remover os excessos; Fotopolimerizar por 40s.

O tratamento da superfície dos PFV seguiu as recomendações dos fabricantes, com a aplicação de álcool 70% para limpeza, uma camada de silano (Angelus, Paraná, Brasil) por 1 minuto e secagem com jatos de ar.

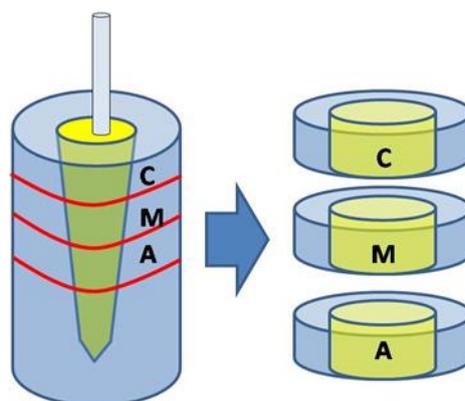
Em todos os grupos, com exceção do U200, os adesivos foram aplicados com pincel aplicador (Microbrush – ultrafino), com o objetivo de garantir que toda a extensão do conduto radicular fosse permeada pelo agente de união.

Os procedimentos de fotoativação foram realizados com um aparelho de LED (*Light Emitting Diode*) Radian Cal (SDI, Victoria, Australia) com intensidade de luz de $1200\text{mW}/\text{cm}^2$, medida por aparelho radiômetro Hilux Ledmax (serial M4063022) (Benlioglu Dental Inc, Ankara, Turquia), e padronizada em todas as etapas.

A porção cervical dos corpos de prova, durante a fotopolimerização, recebeu uma camada de papel alumínio, deixando exposta somente o diâmetro da raiz dentária no intuito de simular a fotoativação tal qual ocorre na cavidade bucal. Os espécimes foram armazenados em solução salina estéril à 37°C por uma semana.

Em seguida foram seccionados perpendicularmente ao seu longo eixo em fatias de $1,0\text{ mm}$ ($\pm 0,2\text{ mm}$) com cortadeira de precisão ELSAW (São Carlos, São Paulo, Brasil) nos terços cervical (C), médio (M) e apical (A) (Figura 1).

Figura 1- Representação gráfica do corte dos corpos de prova. Fonte: PEDROSA, 2016.



2.4 Análise estrutural pré-ensaio

Dois espécimes (cervical e apical) de um dente de cada grupo foram utilizados para análise no MEV de alta resolução Tecscan Mira 3 (TECSCAN, Pensilvânia, EUA, resolução nominal 50nm). A fim de remover a lama dentinária que foi gerada pelo atrito dos discos diamantados no procedimento de secção das raízes, o fragmento destinado à avaliação da camada híbrida foi submetido ao

condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos, lavagem, secagem e desproteinização da dentina com hipoclorito de sódio a 2,5% por 2 minutos. Este procedimento foi seguido de limpeza em ultra-som por 10 minutos para remoção de possíveis resíduos na superfície cortada.

Em seguida, foram desidratados pela imersão em graus ascendentes de acetona: 30% (10 min.), 50% (10 min.), 70% (20 min.), 90% (20 min.) e 100% (30 min.). Após a desidratação, os espécimes foram submetidos a um processo de secagem para a evaporação de todo o solvente em uma estufa por 24 horas e mantidos em dessecador de sílica gel com indicativo azul.

Após a secagem, os corpos-de-prova foram fixados em suportes metálicos (*stubs*) com fita dupla-face de carbono, deixando livre a superfície de estudo, uma tinta de prata foi usada na lateral das amostras para melhorar a condução de feixe de elétrons. A cobertura com ouro foi realizada em aparelho de metalização a vácuo Desk II (Denton Vacuum, Moorestown, Nova Jersey) com corrente de 40 mA e tempo de cobertura de 90 segundos para observação no MEV de alta resolução através da captação de elétrons secundários.

Para avaliação qualitativa da interface adesiva e da camada híbrida através da MEV foram observados os seguintes aspectos: a) uniformidade da camada híbrida ao longo de todo o comprimento da interface adesiva nos terços e ausência de fendas e bolhas; b) Presença de fendas na interface: entre o pino e o cimento; dentro da camada do cimento; entre a camada do cimento e do adesivo; dentro da camada do adesivo e entre a camada do adesivo e a dentina.

2.5 Teste de resistência de união

Para a realização do ensaio foram consideradas as fatias centrais de cada terço. As medidas, em milímetros, da altura (**h**) do conduto radicular de cada segmento, e as medidas dos diâmetro cervical (**Rx2**) e do diâmetro apical (**rx2**) foram obtidas, com o auxílio de paquímetro digital (LEE TOOLS, Ottawa, Canada). De posse dessas medidas, obteve-se a área de superfície aderida através da seguinte fórmula (GIACHETTI *et al.*, 2012):

$$A(\text{lateral de tronco de cone}) = \pi(R+r) \sqrt{h^2 + (R-r)^2}$$

Na fórmula “ π ” representa a constante 3,1416; “R” o maior raio radicular na porção cervical da amostra; o “r” o menor raio do canal radicular na porção apical; “h” é a espessura da amostra.

Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão por extrusão “*push-out*” em uma máquina de ensaios universal EMIC (célula de carga de 2.000 kg e velocidade de 0,5mm/min) (São José dos Pinhais, Paraná, Brasil), obedecendo ao que rege a norma ISO/TS 11405 (2003). Para estabilização dos corpos de prova utilizou-se um dispositivo de aço inoxidável que permitia a extrusão dos retentores através de um orifício central de 3,0 mm de diâmetro. Os corpos de prova foram posicionados com sua face apical voltada para uma ponta de 1,0 mm de diâmetro, posicionada no centro do PFV, a qual se movimentava progressivamente para baixo a uma velocidade constante de 0,5 mm/min até o deslocamento do pino cimentado (Figuras 2 e 3).

Figura 2- Representação gráfica do dispositivo para ensaio mecânico push-out. Fonte: PEDROSA, 2016.

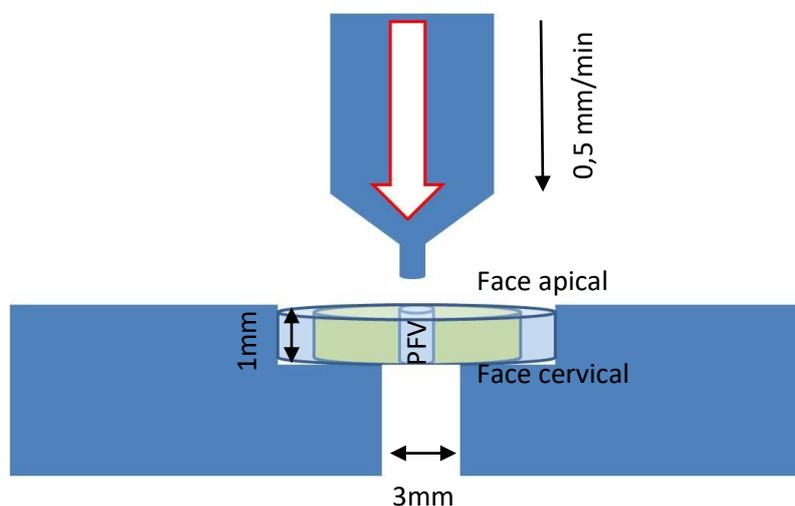
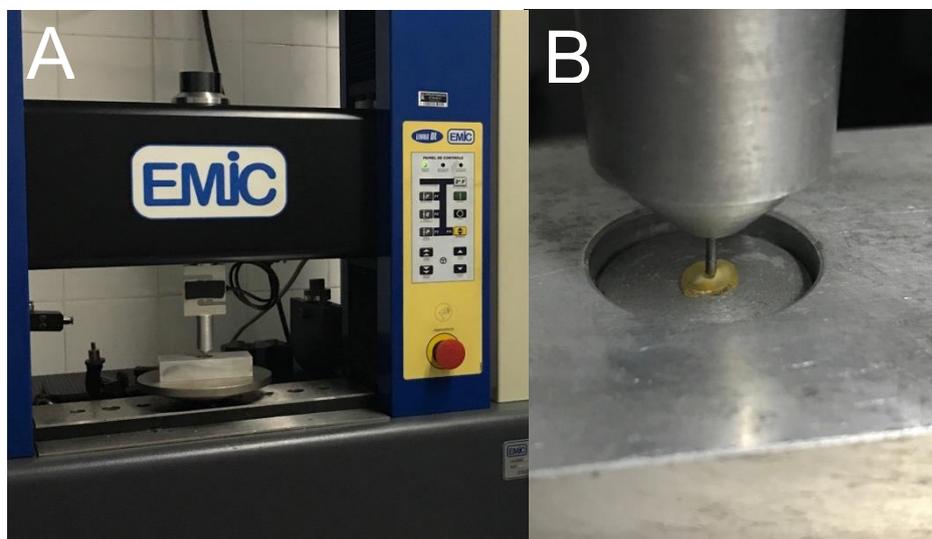


Figura 3- (A) Máquina de ensaio universal EMIC DL 500; (B) Posição da amostra para a realização do ensaio de resistência de união. Fonte: a autora.



2.6 Caracterização do tipo de falha através da microscopia.

Todas as amostras tiveram suas superfícies avaliadas em microscópio eletrônico de varredura de baixa resolução (TM 1000 HITACHI, São Paulo, Brasil), com aumentos de 80 e 120X (resolução nominal 300nm). As imagens da face apical foram avaliadas por um operador experiente e cego quanto aos grupos experimentais. Para avaliação do tipo de seguuiu-se a seguinte classificação:

1. Falha Adesiva na interface dentina-cimento;
2. Falha Adesiva na interface cimento-pino;
3. Falha Coesiva no cimento;
4. Falha Coesiva no pino;
5. Falha Coesiva na dentina;
6. Falha mista (quando coexistir num mesmo corpo de prova, falha adesiva e coesiva de quaisquer tipos).

2.7 Análise estatística

Os dados foram inseridos em planilha do Microsoft Excel 2013 e em seguida importados para o programa Statistical Package for the Social Sciences -SPSS/IBM na versão 23 para obtenção dos cálculos estatísticos. Para os dados da resistência

de união foram calculadas as médias e desvio padrão. A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk. Os grupos foram comparados através do Teste ANOVA com post-hoc de Tamhane para comparação entre cimentos e de Bonferroni para comparação entre terços. Para determinar a significância estatística dos tipos de falhas adesivas foi realizado o teste exato de Fisher. O nível de significância na decisão dos testes estatísticos foi de 5%.

3 ARTIGO CIENTÍFICO

ARTIGO A SER SUBMETIDO AO THE JOURNAL OF ADHESIVE DENTISTRY

3.1 Influência do agente cimentante na adesão de pinos estéticos: ensaio push-out e análise em microscopia eletrônica de varredura de baixa resolução

INTRODUÇÃO

A procura e aumento da demanda por tratamentos reabilitadores estéticos adesivos na Odontologia atual, impulsionou o desenvolvimento de materiais que atendessem às exigências estéticas e funcionais para garantir a longevidade de restaurações diretas e indiretas (SCOTTI *et al.*, 2017).

A reabilitação de dentes tratados endodonticamente acompanha esse avanço. Retentores intrarradiculares que apresentam características mecânicas próximas à estrutura dentária, além de uma estética mais satisfatória apresentam a capacidade de reduzir as tensões transmitidas ao remanescente, minimizar o risco de fraturas e reduzir custos do tratamento quando comparado aos núcleos metálicos fundidos (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

No entanto, baixos valores de adesão alcançados em dentina radicular podem ocorrer por fatores como o preparo biomecânico, permanência de material obturador no canal radicular, tipo de cimento utilizado, manipulação incorreta do cimento, características morfológicas peculiares do tecido dentinário, e ainda pela complexidade e sensibilidade da técnica adesiva e de cimentação (CONDE *et al.*, 2015; MAROULAKOS; ELE; NAGY, 2018).

Os materiais mais indicados para cimentação dos pinos de fibra de vidro ao canal radicular são os cimentos resinosos os quais podem ser classificados em três tipos de acordo com sua polimerização: fotoativados, quimicamente ativados e duais (BRAGA; CESAR; GONZAGA, 2002). Além disso, os cimentos podem aderir e interagir com o substrato dentinário radicular de diferentes formas, classificando-os

de acordo com a estratégia de união utilizada em: convencionais, autocondicionantes e autoadesivos (KANHAMOUEIN *et al.*, 2012).

Os cimentos autoadesivos simplificaram ao máximo o processo de cimentação, não necessitando de tratamento prévio dos tecidos dentais. Estes apresentam um mecanismo de adesão através de retenção micromecânica e união química à estrutura dental (KAHNAMOUEIN *et al.*, 2012; GIACHETTI *et al.*, 2012; SARKIS-ONOFRE *et al.*, 2014). cUma revisão sistemática de estudos *in vitro* mostrou que cimentos resinosos autoadesivos são eficazes na retenção de pinos de fibra de vidro no interior de canais radiculares (SARKIS-ONOFRE *et al.*, 2014; CONDE *et al.*, 2015).

A escolha do material de cimentação ideal pelo profissional deve estar pautada em três aspectos primordiais: simplicidade técnica, relação custo-benefício e evidência científica disponível. No entanto, esta decisão é prejudicada pela grande variabilidade de protocolos e materiais disponíveis no mercado, aliado a escassez de estudos que contemplem, em igual número, a grande maioria destes.

A complexidade da interface pino/dentina radicular requer uma análise minuciosa, uma vez que envolve não apenas a interação entre cimento/dentina, mas também entre o cimento e o próprio pino. Dessa forma, além dos valores de resistência de união (RU) obtidos por ensaios mecânicos, há necessidade de observar qual tipo de falha, as quais podem ser adesivas entre dentina e cimento ou entre cimento e pino, e coesivas, representadas por fraturas na dentina, no cimento e no pino. Frente a dinâmica das forças mastigatórias, também é comum a ocorrência de mais de um tipo dessas falhas de maneira simultânea, sendo essas chamadas de falhas mistas. Essa análise conjunta entre tipo de falha e ensaio mecânico vai produzir resultados, em estudo *in vitro*, mais condizentes com a realidade clínica.

Frente ao exposto, este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho de diferentes cimentos resinosos, incluindo convencionais, autocondicionante e autoadesivo, na resistência de união de pinos de fibra de vidro (PFV) ao longo da dentina radicular, por meio do ensaio mecânico “*push-out*”. Adicionalmente, buscou-se observar, através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) a integridade da camada híbrida e os tipos de falhas que ocorreram na interface adesiva após o ensaio mecânico.

A hipótese nula admite que nem o tipo de cimento nem a profundidade radicular influenciam na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina.

METODOLOGIA

Este estudo experimental foi realizado após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da UFPE (n. de protocolo 740.915).

Preparo da amostra

Foram selecionados 55 pré-molares humanos unirradiculares sem curvatura apical, limpos e armazenados por sete dias em solução de cloramina T a 0,5% sob refrigeração para desinfecção. Em seguida, os espécimes foram mantidos em solução salina estéril a 37° C, substituída a cada 7 dias.

Com o auxílio de uma régua milimetrada e compasso de ponta seca, foram medidos 15 mm externamente à raiz iniciando-se pelo ápice radicular. As coroas foram então seccionadas com um disco diamantado dupla face e descartadas para padronização da altura radicular em 15 mm.

As raízes foram submetidas a tratamento endodôntico com a padronização da instrumentação com lima tipo K nº 35 no término apical. A técnica utilizada foi a escalonada com broca Gates Glidden nº 1 a 4 (Dentsply- Maillefer, Tulsa, EUA) e irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5%. Os canais radiculares foram obturados com cones de guta percha #35 e FF (Dentsply- Maillefer, Tulsa, EUA), cimentados com cimento livre de eugenol (Sealer 26/ Dentsply Caulk, Millford, EUA). O ápice e a porção coronária foram protegidos do contato direto com a umidade com cera utilidade e as amostras foram armazenadas em solução salina estéril a 37°C.

O conduto radicular foi preparado com broca largo nº 2 a 4 (Dentsply-Maillefer, Tulsa, EUA) em baixa rotação, com cursor posicionado em 10,0 mm e finalizados com a broca correspondente ao pino White post DC nº 0,5 (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil), fornecida pelo fabricante. Em seguida, o conduto radicular foi irrigado com soro fisiológico. As brocas foram substituídas a cada 10

preparos. Após a remoção do material obturador e dilatação dos canais, foi obtido um conduto com 10,0 mm de comprimento e 5,0 mm aquém do ápice radicular.

Grupos experimentais

Os espécimes foram divididos em cinco grupos (n=11) de acordo com o cimento resinoso utilizado (Tabela 1) e de acordo com as recomendações dos fabricantes (Tabela 2).

O cálculo amostral, estimado em 32 corpos de prova para cada cimento, foi realizado com o programa G*Power versão 3.1.9.2 considerando um nível de confiança de 95% e de uma margem de erro de 5%, baseado no estudo de Andrioli *et al.* (2016).

Em todos os casos, uma seringa Centrix (ponta tipo agulha) foi utilizada para inserção do cimento no interior do conduto radicular seguindo recomendações dos fabricantes.

Tabela 1 – Composição dos materiais avaliados.

Material	Composição
RelyX U200 (3M-ESPE)* LOTE: 1518200193 U200	Pasta base: Pó de vidro tratado com silano, ácido 2-propenóico, 2-metil, 1,1'-[1- (hydroxymetil)-1,2-ethanodiyl] éster, dimetacrilato de trietileno glicol (TEG-DMA), sílica tratada com silano, fibra de vidro, persulfato de sódio e per-3,5,5-trimetil-hexanoato t-butila. Pasta catalisadora: Pó de vidro tratado com silano, dimetacrilato substituto, sílica tratada com silano, p-toluenosulfonato de sódio, 1 benzil-5-fenil-ácido bórico, sais de cálcio, 1,12- dodecano dimetacrilato, hidróxido de cálcio e dióxido de titânio.
RelyX ARC (3M-ESPE)* LOTE: 1505700641 ARC	BIS-GMA, TEGDMA, pigmentos, amina terciária, peróxido de benzoíla. Contém partículas inorgânicas de zircônia/sílica com 67,5% em peso e tamanho médio das partículas de 1,5µm.
RelyX Ultimate (3M-ESPE)* LOTE: 1531600712 ULTC	Pasta base: Pó de vidro tratado com silano, 2-propenóico, 2-metil, 1,1'-[1- (hydroxymetil)-1,2-ethanodiyl] éster, produtos da reação com 2-hidroxi-1,3-propanodilodimetacrilato e óxido de fósforo, dimetacrilato de trietilenoglicol (TEG-DMA), sílica tratada com silano, fibra de vidro, persulfato de sódio e per-3,5,5-trimetil-hexanoato t-butila. Pasta catalisadora: Pó de vidro tratado com silano, dimetacrilato substituto, sílica tratada com silano, p-toluenosulfonato de sódio, 1 benzil-5-fenil-ácido barbitúrico, sal de cálcio, 1,12- dodecano dimetacrilato, hidróxido de cálcio, 2-ácido propiônico, 2-metil-[(3-metóxi)propil]imina] di-2,1-etanodiil éster e dióxido de titânio.
All Cem (FGM)** LOTE:110416 ALL	Monômeros metacrílicos (como TEGDMA, BisEMA e BisGMA), canforoquinona, co-iniciadores, micropartículas de vidro de bário-alumino-silicatos, nanopartículas de dióxido de silício, pigmentos inorgânicos e conservantes.
Adper Single Bond 2 (3M- ESPE)* LOTE:1512300191	Bis-GMA, HEMA, diuretano dimetacrilato, copolímeros do ácido polialcenóico, canforoquinona, água e etanol, glicerol 1, 3 dimetacrilato, 10% em peso de sílica coloidal (carga).
Single Bond Universal (3M-ESPE)* LOTE: 1531600712	Bis-GMA, metacrilato de 2-hidroxietila, sílica tratada com silano, álcool etílico, decametileno dimetacrilato, água, 1,10-decanodiol fosfato metacrilato, copolímero de acrílico e ácido itacônico, canforoquinona, N,N-dimetilbenzocaína, metacrilato de 2-dimetilaminoetilo, metil etil cetona.
Ambar (FGM)** LOTE:010416	Ingredientes Ativos: MDP (10-Metacriloiloxidecil dihidrogênio fosfato) Monômeros Metacrílicos, Fotoiniciadores, Co-iniciadores e estabilizante. Ingredientes Inativos: Carga Inerte (nanopartículas de sílica) e Veículo (etanol).

*3M – ESPE, Seefeld, Alemanha

** FGM, Santa Catarina, Brasil

Tabela 2 – Formas de aplicação dos materiais avaliados.

Grupo	Condicionador dentinário	Agente adesivo	Cimento resinoso
ARC	Ácido fosfórico 37%: Aplicar por 15 s, lavar com água por 15 s, secar com ponta de papel.	Single Bond Adper 2 (3M-ESPE) Aplicar duas camadas intercaladas por 15s, Secar com leve jato de ar e pontas de papel absorvente e Fotopolimerizar por 10 s.	Proporcionar o cimento sobre placa e mistura por 10 s; Aplicar o cimento no interior do canal radicular; Aplicar o cimento, em fina camada, sobre o pino; Assentar e imobilizar o pino em posição; Remover os excessos; Fotopolimerizar por 40 s.
ULTC		Single Bond Universal (3M ESPE) Aplicar ativamente durante 20 s, leve jato de ar durante 5 s e fotopolimerizar por 10s.	Dispensar a quantidade desejada e misturar as pastas por 20s; Inserção do cimento no conduto; Aplicação do cimento sobre o pino e inserção do pino no canal; Remoção dos excessos com instrumento; Fotopolimerização por 40 s.
ALL		Ambar (FGM) Aplicar durante 15 s, leve jato de ar e fotopolimerizar.	Proporcionar o cimento sobre placa e mistura por 10 s; Aplicar o cimento no interior do canal radicular; Aplicar o cimento, em fina camada, sobre o pino; Assentar e imobilizar o pino em posição; Remover os excessos; Fotopolimerizar por 40 s.
ULTA		Single Bond Universal (3M ESPE) Aplicar durante 20 s, leve jato de ar durante 5 s e fotopolimerizar por 10s.	Dispensar a quantidade desejada e misturar por 20s; Inserção do cimento no conduto; Aplicação do cimento sobre o pino e inserção do pino no canal; Remoção dos excessos; Fotopolimerização por 20 s.
U200	-	-	Proporcionar o cimento sobre placa e mistura por 10 s; Aplicar o cimento no interior do canal radicular; Aplicar o cimento, em fina camada, sobre o pino; Assentar e aplicar uma pressão moderada sobre o pino em posição; Remover os excessos; Fotopolimerizar por 40s.

O tratamento da superfície dos PFV seguiu as recomendações dos fabricantes, com a aplicação de álcool 70% para limpeza, uma camada de silano (Angelus, Paraná, Brasil) por 1 minuto e secagem com jatos de ar.

Em todos os grupos, com exceção do U200, os adesivos foram aplicados com pincel aplicador (Microbrush – ultrafino), com o objetivo de garantir que toda a extensão do conduto radicular fosse permeada pelo agente de união.

Os procedimentos de fotoativação foram realizados com um aparelho de LED (*Light Emitting Diode*) Radium Cal (SDI, Victoria, Australia) com intensidade de luz de 1200mW/cm², medida por aparelho radiômetro Hilux Ledmax (serial M4063022) (Benlioglu Dental Inc, Ankara, Turquia), e padronizada em todas as etapas.

A porção cervical dos corpos de prova, durante a fotopolimerização, recebeu uma camada de papel alumínio, deixando exposta somente o diâmetro da raiz dentária no intuito de simular a fotoativação tal qual ocorre na cavidade bucal. Os espécimes foram armazenados em solução salina estéril à 37° C por uma semana.

Em seguida foram seccionados perpendicularmente ao seu longo eixo em fatias de 1,0 mm ($\pm 0,2$ mm) com cortadeira de precisão ELSAW (São Carlos, São Paulo, Brasil) nos terços cervical (C), médio (M) e apical (A) (Figura 1).

Análise estrutural pré-ensaio

Dois espécimes (cervical e apical) de um dente de cada grupo foram utilizados para análise no MEV de alta resolução Tecscan Mira 3 (TECSCAN, Pensilvânia, EUA, resolução nominal 50nm). A fim de remover a lama dentinária que foi gerada pelo atrito dos discos diamantados no procedimento de secção das raízes, o fragmento destinado à avaliação da camada híbrida foi submetido ao condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos, lavagem, secagem e desproteção da dentina com hipoclorito de sódio a 2,5% por 2 minutos. Este procedimento foi seguido de limpeza em ultra-som por 10 minutos para remoção de possíveis resíduos na superfície cortada.

Em seguida, foram desidratados pela imersão em graus ascendentes de acetona: 30% (10 min.), 50% (10 min.), 70% (20 min.), 90% (20 min.) e 100% (30 min.). Após a desidratação, os espécimes foram submetidos a um processo de secagem para a evaporação de todo o solvente em uma estufa por 24 horas e mantidos em dessecador de sílica gel com indicativo azul.

Após a secagem, os corpos-de-prova foram fixados em suportes metálicos (*stubs*) com fita dupla-face de carbono, deixando livre a superfície de estudo, uma tinta de prata foi usada na lateral das amostras para melhorar a condução de feixe de elétrons. A cobertura com ouro foi realizada em aparelho de metalização a vácuo Desk II (Denton Vacuum, Moorestown, Nova Jersey) com corrente de 40 mA e tempo de cobertura de 90 segundos para observação no MEV de alta resolução através da captação de elétrons secundários.

Para avaliação qualitativa da interface adesiva e da camada híbrida através da MEV foram observados os seguintes aspectos: a) uniformidade da camada híbrida ao longo de todo o comprimento da interface adesiva nos terços e ausência de fendas e bolhas; b) Presença de fendas na interface: entre o pino e o cimento; dentro da camada do cimento; entre a camada do cimento e do adesivo; dentro da camada do adesivo e entre a camada do adesivo e a dentina.

Teste de resistência de união

Para a realização do ensaio foram consideradas as fatias centrais de cada terço. As medidas, em milímetros, da altura (**h**) do conduto radicular de cada segmento, e as medidas dos diâmetro cervical (**Rx2**) e do diâmetro apical (**rx2**) foram obtidas, com o auxílio de paquímetro digital (LEE TOOLS, Ottawa, Canada). De posse dessas medidas, obteve-se a área de superfície aderida através da seguinte fórmula (GIACHETTI *et al.*, 2012):

$$A(\text{lateral de tronco de cone}) = \pi(R+r) \sqrt{h^2 + (R-r)^2}$$

Na fórmula “ π ” representa a constante 3,1416; “R” o maior raio radicular na porção cervical da amostra; o “r” o menor raio do canal radicular na porção apical; “h” é a espessura da amostra.

Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão por extrusão “*push-out*” em uma máquina de ensaios universal EMIC (célula de carga de 2.000 kg e velocidade de 0,5mm/min) (São José dos Pinhais, Paraná, Brasil), obedecendo ao que rege a norma ISO/TS 11405 (2003). Para estabilização dos corpos de prova utilizou-se um dispositivo de aço inoxidável que permitia a extrusão dos retentores através de um orifício central de 3,0 mm de diâmetro. Os corpos de prova foram posicionados com sua face apical voltada para uma ponta de 1,0 mm de diâmetro, posicionada no centro do PFV, a qual se movimentava progressivamente para baixo a uma velocidade constante de 0,5 mm/min até o deslocamento do pino cimentado.

Caracterização do tipo de falha através da microscopia.

Todas as amostras tiveram suas superfícies avaliadas em microscópio eletrônico de varredura de baixa resolução (TM 1000 HITACHI, São Paulo, Brasil), com aumentos de 80 e 120X (resolução nominal 300nm). As imagens da face apical foram avaliadas por um operador experiente e cego quanto aos grupos experimentais. Para avaliação do tipo de seguiu-se a seguinte classificação:

7. Falha Adesiva na interface dentina-cimento;
8. Falha Adesiva na interface cimento-pino;
9. Falha Coesiva no cimento;
10. Falha Coesiva no pino;
11. Falha Coesiva na dentina;
12. Falha mista (quando coexistir num mesmo corpo de prova, falha adesiva e coesiva de quaisquer tipos).

Análise estatística

Os dados foram inseridos em planilha do Microsoft Excel 2013 e em seguida importados para o programa Statistical Package for the Social Sciences -SPSS/IBM na versão 23 para obtenção dos cálculos estatísticos. Para os dados da resistência de união foram calculadas as médias e desvio padrão. A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk. Os grupos foram comparados através do Teste ANOVA com post-hoc de Tamhane para comparação entre cimentos e de Bonferroni para comparação entre terços. Para determinar a significância estatística dos tipos de falhas adesivas foi realizado o teste exato de Fisher. O nível de significância na decisão dos testes estatísticos foi de 5%.

RESULTADOS

As médias megapascal (Mpa) da RU de cada grupo experimental por terço estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Média (Mpa) e desvio padrão(DP) da resistência de união através de ensaio push-out segundo tipo de cimento e terço radicular

Cimento	Terços			Valor de p ¹
	Cervical	Médio	Apical	
ARC	3,88 (1,80) ^{Aa}	4,47 (1,70) ^{Aa}	13,49 (4,90) ^{Bb}	p = 0,001*
ULTC	9,91 (4,27) ^b	9,05 (3,88) ^b	13,79 (5,85) ^b	p = 0,071
ALL	7,87 (3,77) ^{Ab}	5,31 (2,31) ^{ABab}	10,72 (3,82) ^{Bbc}	p = 0,001*
ULTA	3,40 (1,39) ^{Aa}	3,81 (1,63) ^{Aa}	7,38 (2,81) ^{Bbc}	p = 0,003*
U200	2,87 (1,16) ^a	4,72 (2,09) ^{ab}	4,46 (2,21) ^{ac}	p = 0,074
Valor de p²	p < 0,001*	< 0,001*	< 0,001*	

(1) Teste ANOVA para medidas repetidas com comparações de Bonferroni. Se todas as letras maiúsculas entre parênteses são distintas se comprova diferenças significativas entre os grupos correspondentes.

(2) Teste ANOVA com comparações de Tamhane. Se todas as letras minúsculas entre parênteses são distintas se comprova diferenças significativas entre os grupos correspondentes.

(*) Diferença significativa ao nível de 5,0%.

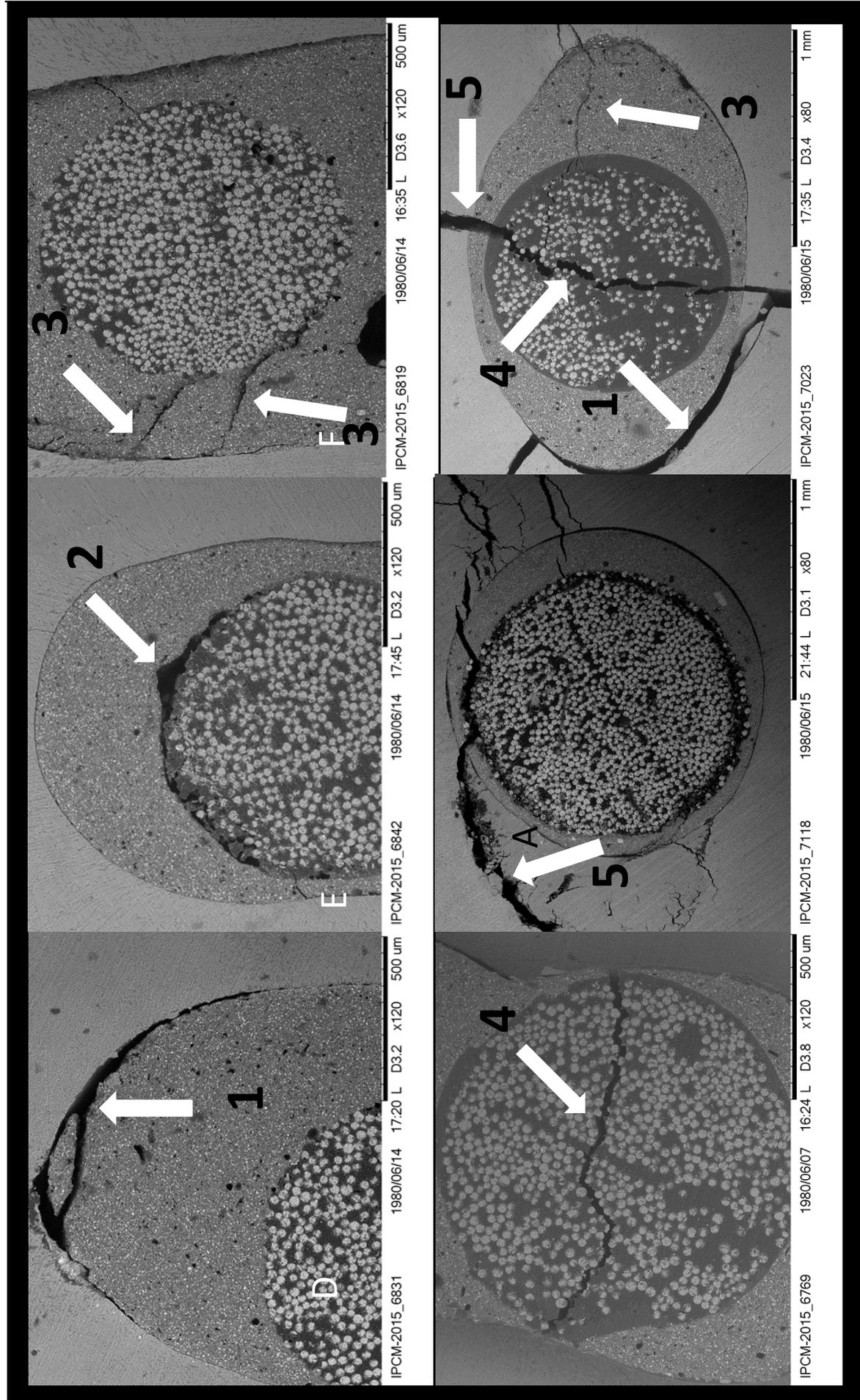
Na comparação entre os grupos, as maiores médias de RU foram encontradas para os cimentos convencionais ULTC e ALL. Entretanto, nos terços médio e apical, o cimento ALL apresentou resultados estatisticamente semelhante aos cimentos ULTA e U200. No terço cervical e médio o cimento ARC se assemelhou estatisticamente aos cimentos ULTA e U200.

Na comparação entre os terços, maiores valores de adesão foram observados no terço apical para os grupos ULTC (13,79 MPa), ARC (13,49 MPa) e ALL (10,72 MPa).

De acordo com o teste de comparações múltiplas de Bonferroni na comparação entre os terços, para cada cimento, comprovam-se diferenças significativas entre o terço apical e os outros dois terços nos ARC e ULTA e entre os terços cervical e apical no ALL.

No estudo das falhas foram registrados três tipos: adesiva dentina-cimento, coesiva na dentina e mista, dentre os seis tipos existentes (Figura 4). Entretanto, devido a ocorrência de apenas 5 casos do tipo coesiva na dentina entre os espécimes, a mesma foi desconsiderada nas análises estatísticas.

Figura 4 - Fotomicrografia através da técnica de MEV de baixa resolução caracterizando os tipos de falhas representadas pelas setas: (A) falha adesiva dentina-cimento (seta 1); (B) falha adesiva cimento- pino (seta 2); (C) falha coesiva no cimento(seta 3); (D) falha coesiva no pino (seta 4); (E) falha coesiva da dentina; e (F) falha mista, combinação de todas as falhas (setas 1, 3, 4 e 5 descritas anteriormente). Fonte: a autora.



A Tabela 4 apresenta as frequências e análise dos tipos de falha por grupo para cada um dos terços. O tipo mista foi mais frequente do que o tipo adesiva dentina-cimento em cada um dos terços, com percentuais que variaram de 66% (cervical) a 81,2% (apical), entretanto sem diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os grupos para cada um dos terços.

Tabela 4 - Frequências do tipo de falha segundo terço radicular e cimento.

Terço	Cimento	Tipo de falha				Total	Valor de p	
		Adesiva dentina-cimento		Mista				
		N	%	n	%			n
Cervical								
	ARC	3	30,0	7	70,0	10*	100,0	p= 0,285
	ULTC	5	45,5	6	54,5	11	100,0	
	ALL	5	50,0	5	50,0	10*	100,0	
	ULTA	4	36,4	7	63,6	11	100,0	
	U200	1	9,1	10	90,9	11	100,0	
Grupo total do terço cervical		18	34,0	35	66,0	53	100,0	
Médio								
	ARC	5	45,5	6	54,5	11	100,0	p=0,697
	ULTC	2	20,0	8	80,0	10*	100,0	
	ALL	3	30,0	7	70,0	10*	100,0	
	ULTA	2	18,2	9	81,8	11	100,0	
	U200	3	30,0	7	70,0	10*	100,0	
Grupo total do terço médio		15	28,8	37	71,2	52	100,0	
Apical								
	ARC	1	12,5	7	87,5	8*	100,0	p=0,637
	ULTC	1	9,1	10	90,9	11	100,0	
	ALL	1	11,1	8	88,9	9*	100,0	
	ULTA	3	30,0	7	70,0	10*	100,0	
	U200	3	30,0	7	70,0	10*	100,0	
Grupo total do terço apical		9	18,8	39	81,2	48	100,0	

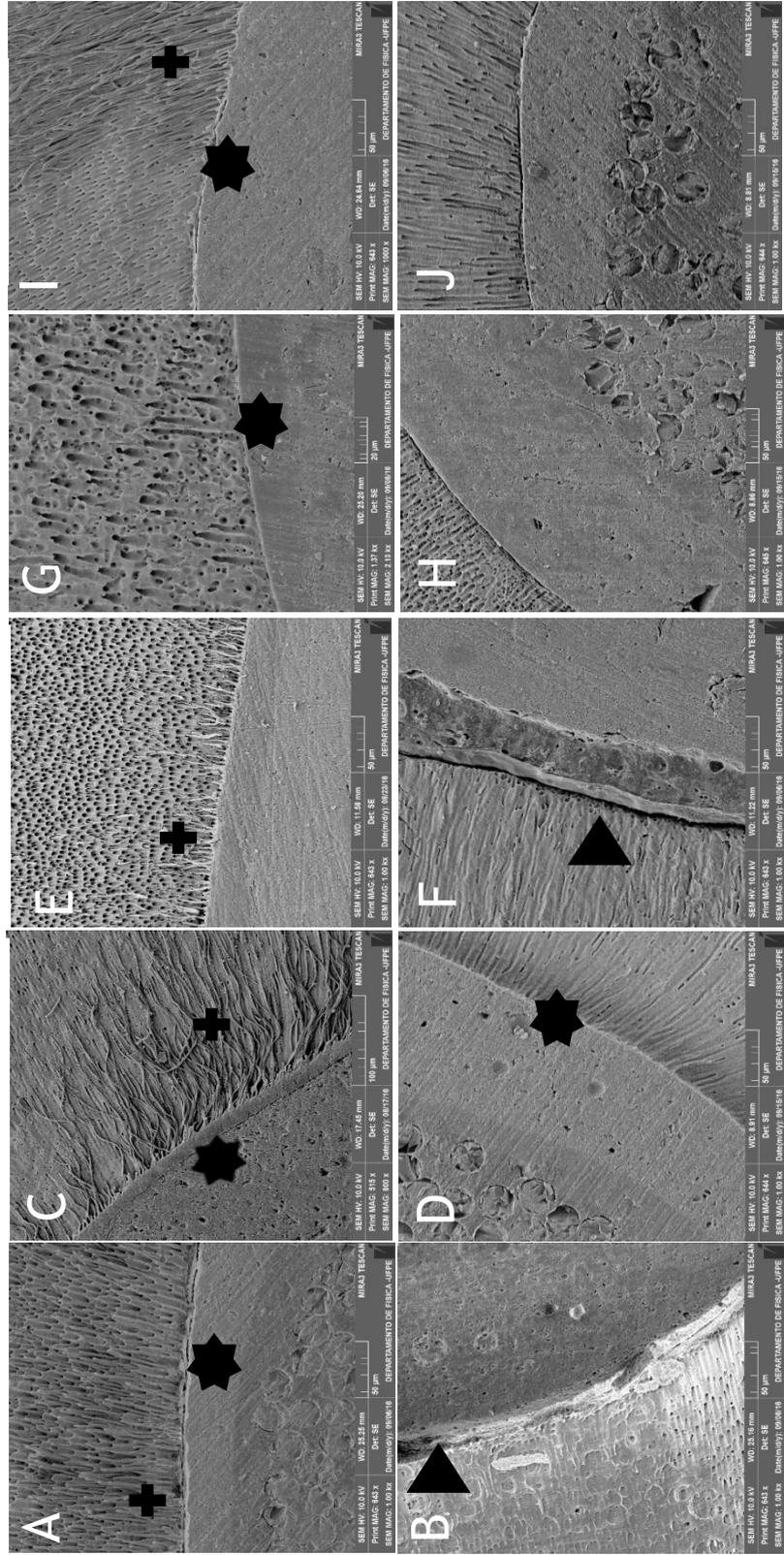
(1) Teste Exato de Fisher

* n < 11 devido a perda de corpo de prova após ensaio mecânico

As fotomicrografias representativas dos padrões morfológicos da interface dentina-cimento-pino dos grupos estudados são apresentadas na Figura 5.

Figura 5- Caracterização da interface cimento/dentina em MEV: do terço cervical e (B) do terço apical; da interface cimento/dentina ULTC (C) do terço cervical e (D) do terço apical; da interface cimento/dentina ALL (E) do terço cervical e (F) do terço apical; da interface cimento/dentina ULTA (G) do terço cervical e (H) do terço apical; de interface cimento/dentina U200 (I) do terço cervical e (J) do terço apical. Onde **★** : representa camada híbrida, **+** : tags resinosos, e **▲** : fenda. Fonte: a autora.

ARC ULTC ALL ULTA U200



Nas imagens A e B, correspondentes ao ARC é possível observar a interface cimento-dentina mais regular no terço cervical. Nas imagens C e D (ULTC) observam-se interfaces cimento-dentina com uma camada híbrida nítida, com presença de tags resinosos nos dois terços analisados. Na imagem E (ALL) observa-se também nítida camada híbrida com formação de prolongamentos resinosos, no entanto no terço apical, nota-se presença de fenda entre adesivo e dentina (f). Nos outros grupos, ULTA e U200, apesar de haver uma boa interação entre cimento e dentina, nota-se ausência de tags resinosos.

DISCUSSÃO

Os resultados aqui apresentados rejeitaram a hipótese nula uma vez que houve influência do tipo de cimento e da profundidade radicular na resistência de união de pino de fibra de vidro à dentina.

Com o surgimento dos pinos de fibra de vidro, os benefícios da tecnologia adesiva foram ampliados para a reabilitação de dentes endodonticamente tratados, o que favoreceu uma redução expressiva de fraturas radiculares, possibilitou melhor aproveitamento do remanescente coronário e devolveu funcionalidade ao dente com bons resultados estéticos (ABOU-ID *et al.*, 2012). No entanto, o estabelecimento de uma adesão eficaz dentro do canal radicular ainda é um desafio, visto que é diretamente relacionado a qualidade da interação do agente de cimentação à dentina (KALLEPALLI *et al.*, 2014). Alguns fatores como a morfologia dentinária, características do sistema adesivo, cimento resinoso e sua cura dentro do conduto, podem interferir nesta interação ao longo das paredes do canal radicular, afetando a retenção do pino e causando seu deslocamento precoce (RODRIGUES *et al.*, 2017).

Os maiores valores de resistência de união foram observados no terço apical dos canais radiculares, independente do cimento utilizado (KANHAMOUEI *et al.*, 2012). Este achado vai de encontro aos resultados de outros trabalhos (ANDRIOLI *et al.*, 2016; GROBLER *et al.*, 2017; PELOZO *et al.*, 2018). Diversos fatores podem explicar estes achados, como o tipo de pino utilizado. Uma vez que o preparo intrarradicular é finalizado com uma broca correspondente ao diâmetro do pino, ocorre, no terço apical, uma menor espessura da linha de cimentação (LEÓN *et al.*,

2017). Assim, a resistência friccional ao deslocamento do pino torna-se maior. Além disso, Bakaus *et al.* (2018) sugere que o menor grau de conversão polimérica ou a polimerização mais lenta dos cimentos duais no terço apical pode significar menor tensão de contração e redução dos efeitos do fator C.

O papel da espessura da linha de cimentação sobre a resistência de união dos pinos de fibra é bastante relevante e em função deste fato alguns estudos sugerem a utilização de pinos anatômicos ou associação de múltiplos pinos de fibra de vidro para melhorar a resistência de união no terço cervical onde a linha de cimentação tende a ser mais espessa (PANITIWAT, SALIMEE, 2017; HARALUR *et al.*, 2018).

Os resultados aqui apresentados revelaram bom desempenho dos cimentos resinosos duais convencionais (RelyX Ultimate convencional, RelyX ARC e Allcem) que obtiveram altos valores de RU, o que provavelmente está relacionado ao padrão de desmineralização da dentina produzido pelo ácido fosfórico e, simultaneamente, melhor infiltração dos adesivos na intimidade do tecido (BRAZ *et al.*, 2011; BASARAN, AYNA, HALIFEOGLU, 2012; PEREIRA *et al.*, 2014; PARLAR, SECILMIS, AYDIN, 2018). As fotomicrografias ilustrativas obtidas por MEV de alta resolução (Figura 5) reforçam esta hipótese uma vez que para estes cimentos, com destaque para o RelyX Ultimate Convencional observa-se uma camada híbrida mais uniforme e interfaces dentina – cimento – pino mais regulares.

O cimento resinoso RelyX Ultimate apresentou comportamento diferente quando utilizado de forma convencional comparado a autocondicionante. Apesar do fabricante indicar seu uso sob ambas as técnicas, o resultado do sistema adesivo Single Bond Universal quando utilizado sem o uso do ácido fosfórico (self-etch), nesse trabalho, revelou os valores mais baixos de retenção. A interface adesivo-dentina deste sistema durante a visualização das imagens em MEV revela ausência de tags resinosos. O mesmo resultado pôde ser observado no trabalho de Ubaldini *et al.* (2018). A alta viscosidade do cimento autocondicionante também pode afetar o fluxo e a molhabilidade do substrato dentinário nos canais radiculares (PARLAR; SECILMIS; AYDIN, 2018; SILVA *et al.*, 2018). Outra explicação é pelo fato do sistema adesivo apresentar um pH ultrasuave (pH= 2,7) (BURKE *et al.*, 2017). Sendo assim, sua interação com a camada de esfregaço espessa não resulta em

uma camada híbrida autêntica. No entanto, este mesmo cimento apresentou valores de RU similares ao ARC em todos os terços.

Os solventes presentes nos adesivos também têm um papel importante na impregnação do monômero, uma vez que podem reduzir a viscosidade do material e aumentar a taxa de substituição da água, facilitando assim o deslocamento da água dentro das fibrilas de colágeno desmineralizadas (BRAZ *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2011; FARIA-E-SILVA *et al.*, 2013). Apesar dos adesivos aqui testados possuírem o álcool/etanol como solvente (Adper Sinlge Bond 2 / Relyx ARC, Single Bond Universal/ RelyX Ultimate e Ambar/ All Cem), comportaram-se de formas distintas. A presença de ésteres derivados do ácido metacrílico na composição dos adesivos Single Bond 2 e Single Bond Universal poderia explicar o melhor desempenho destes materiais. Estes ésteres, pelo seu caráter ácido, atuam como recondicionadores superficiais do substrato, melhorando o desempenho dos referidos adesivos (SOUZA *et al.*, 2005). Sabe-se que cada sistema contém um monômero funcional específico, o que determina, entre outras propriedades, o seu poder de retenção. A presença do monômero funcional 10-MDP (10-metacrilóiloxidecil hidrogênio fosfato) nos adesivos Single Bond Universal e Ambar, pode explicar seu bom desempenho, pois, pelo seu potencial de condicionamento suave, ele também preservaria a hidroxiapatita, servindo como receptora para adesão química adicional (BRAZ *et al.*, 2011; MARTINS *et al.*, 2012; MARQUES *et al.*, 2016), tornando assim a ligação mais estável mesmo em meio aquoso.

De fato, os bons resultados dos cimentos ULTC e ALL podem ter sido influenciados pela composição dos respectivos sistemas adesivos. Além da incorporação do 10-MDP, como descrito acima, o cimento ULTC apresenta o agente silano que também contribui para altos valores de resistência de união. O silano é um agente de união química, que tem como características a capacidade de copolimerizar com monômeros presentes no cimento resinoso. Além disso, o cimento contém em sua formulação um ativador de cura tardia para o adesivo Single Bond Universal, mostrando assim melhor performance quando utilizados juntos, como recomenda o fabricante.

A similaridade entre as médias de RU entre os cimentos autoadesivo e os demais revela que o caráter ácido deste cimento após a mistura foi suficiente para desmineralizar satisfatoriamente a dentina. Apesar de autores (CALIXTO *et al.*,

2012; UBALDINI *et al.*, 2018) relataram que o cimento autoadesivo interage apenas superficialmente com as estruturas dentárias, como encontrado nas imagens do MEV do presente estudo, esta interação mostrou-se adequada para uma adesão satisfatória, com destaque do ponto de vista clínico da simplificação técnica que este material representa (FARIA-E-SILVA *et al.*, 2007; SARKIS-ONOFRE *et al.*, 2014; CONDE *et al.*, 2015; ANDRIOLI *et al.*, 2016; BAENA *et al.*, 2017).

Quanto ao tipo de falha, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos e terços. As falhas mais frequentes após os ensaios de extrusão foram as mistas representadas pela associação de falha adesiva e falha coesiva, de acordo com os resultados de Boing *et al.* (2017). O padrão de falha observado neste estudo está de acordo com os resultados do ensaio mecânico. Quanto maior a resistência do corpo de prova à extrusão do pino, maior a possibilidade de geração de trincas principalmente na dentina e no cimento. Diferente dos estudos de Silva *et al.* (2015) e Andrioli *et al.* (2016) que identificaram como principal modo de falha a do tipo adesiva na interface cimento-dentina.

É importante destacar que o uso do MEV de baixa resolução foi bastante adequado para o estudo das falhas, pois a resolução (300nm) é suficiente, e a preparação da amostra neste caso não é necessária. Ou seja, não há necessidade de metalização. Além disso, devido ao baixo vácuo utilizado no equipamento (comparado com o MEV de alta resolução), cujo o sistema pode ser aberto e fechado num espaço de tempo de 5 minutos, a obtenção da imagem é bem mais rápido, tipicamente 5-10 min para cada 3 amostras. Portanto, as imagens são selecionadas e salvas imediatamente.

Procedimentos precisos e meticulosos durante a fase de cimentação de pinos de fibra de vidro podem desempenhar um papel clínico essencial na obtenção de uma adesão valiosa entre a dentina e o material resinoso. Não apenas o agente de cimentação tem importância, mas todos os cuidados terapêuticos desde o planejamento, preparo do conduto e conclusão da restauração podem interferir no sucesso das reabilitações com retenção intrarradicular.

CONCLUSÕES

Os cimentos resinosos autocondicionante e autoadesivo mostraram resultados similares de resistência de união imediata na cimentação de pinos de fibra de vidro comparados aos cimentos resinosos convencionais.

Os cimentos resinosos convencionais apresentaram camada híbrida mais uniforme com maior número de tags resinosos comparados aos cimentos resinosos autocondicionante e autoadesivo.

Houve predominância da falha do tipo mista após os ensaios de extrusão para todos os materiais testados.

AGRADECIMENTOS

À Capes, CNPQ e FACEPE pelo financiamento do presente estudo.

RELEVÂNCIA CLÍNICA

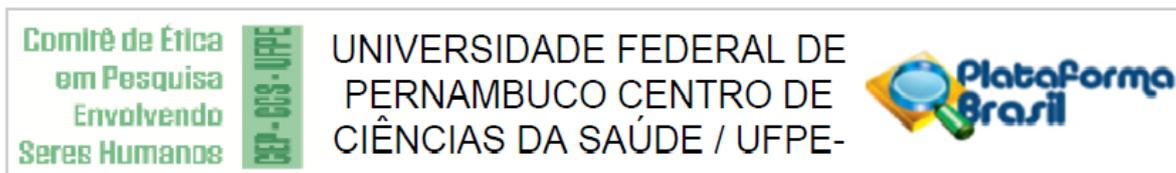
Cimentos resinosos autocondicionante e autoadesivo, com menor número de etapas clínica, apresentaram desempenhos similares aos convencionais na cimentação de pinos de fibra de vidro.

REFERÊNCIAS

1. ABOU-ID LR, MORGAN LFSA, SILVA GAB, POLETTO LTA, LANZA LD, ALBUQUERQUE RC. Ultrastructural evaluation of the hybrid layer after cementation of fiber posts using adhesive systems with different curing modes. *Braz. Dent. J.* 2012. Mar/apr. 23(2). Doi: 10.1590/S0103-64402012000200005.
2. ANDRIOLI ARV, COUTINHO M, VASCONCELLOS A A, MIRANDA ME. Relining effects on the push-out shear bond strength of glass fiber posts. *Revista de Odontologia Da UNESP.* 2016 45(4), 227–233. doi:10.1590/1807-2577.14815
3. BAENA E, FLORES UM, CEBALLOS L. Influence of root dentin treatment on the push-out bond strength of fiber posts. *Odontology.* 2017 Apr;105(2):170-177.
4. BAKAUS TE, GRUBER YL, REIS A, GOMES JC, GOMES GM. Bonding properties of universal adhesives to root canals prepared with different rotary instruments. *The Journal of Prosthetic Dentistry.*2018. doi:10.1016/j.prosdent.2018.02.013.
5. BAŞARAN EG, AYNA E, HALIFEOĞLU M. Microleakage of endodontically treated teeth restored with 3 different adhesive systems and 4 different fiber-reinforced posts. *J Prosthet Dent.* Abril 2012; 107 (4): 239-51. doi: 10.1016 / S0022-3913.
6. BOING TF, GOMES GM, GOMES JC, REIS A, GOMES OMM. Is the bonding of self-adhesive cement sensitive to root region and curing mode? *Journal of Applied Oral Science.* 2017 25(1): 2–9. doi:10.1590/1678-77572015-0430.
7. BORGES MG, FARIA-E-SILVA AL, SANTOS-FILHO PCF, SILVA FP, MARTINS LRM, MENEZES MS. The Moment of Post-Cut Influence of Fibers on Root Dentin Retention? *Braz. Dent. J.* 2015 Mar./Apr 26(2). Doi: 10.1590/0103-6440201300242.
8. BRAGA RR, CESAR PF, GONZAGA CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *J Oral Rehabil.* 2002 Mar;29(3):257-62.
9. BRAZ R, RIBEIRO AIAM, DANTAS DCRE, CORREIA TC, FIGUEIRÔA AFA, CAVALCANTI, AL. Adesivos auto condicionantes: efeito do condicionamento ácido e proteolítico na resistência de união. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr.* 2011. 11(1): 41-46.
10. BURKE FT, LAWSON A, GREEN DJ, MACKENZIE L. What's new in dentine bonding?: universal adhesives. *Dental Update.* 2017. 44(4):328–340. doi:10.12968/denu.2017.44.4.328.
11. CALIXTO L, BANDÉCA M, CLAVIJO V, ANDRADE M, VAZ LG, CAMPOS E. Effect of Resin Cement System and Root Region on the Push-out Bond Strength of a Translucent Fiber Post. *Operative Dentistry.* 2012. 37(1):80–86. doi:10.2341/11-035-l.
12. CONDE DM, RODRIGUES VP , CARVALHO SOUZA SDE F, BAUER JR, BRAMANTE FDA S, LINARES LIMA SN, FILHO EM, BANDECA MC, DE MENDONÇA AA, LIMA DM. Influence of Relining Post on the Bond Strength of Resin Cements. *J Contemp Dent Pract.* 2015; 16 (7): 559-64.
13. FARIAESILVA A, ARIAS V, SOARES L, MARTIN A, MARTINS L. Influence of Fiber-post Translucency on the Degree of Conversion of a Dual-cured Resin Cement. *Journal of Endodontics.*2007. 33(3):303–5. doi:10.1016/j.joen.2006.11.015.

14. GIACHETTI L, SCAMINACI RUSSO D, BALDINI H, BERTINI F, STEIER G, FERRARI M. Push-out strength of translucent fibre posts cemented using a dual-curing technique or a light-curing self-adhering material. *Int Endod J.* 2012 Mar;45(3):249-56.
15. GOMES GM, GOMES OMN, REIS A, GOMES JC, LOGUERCIO AD, CALIXTO AL. Regional bond strengths to root canal dentin of fiber posts luted with three cementation systems. *Braz Dent J* 2011; 22(6): 460-467.
16. GROBLER SR, PATEL N, FORTUIN A, MOODLEY DS. Insights into a comparison of three different cements on the push-out bond strength of a glass-fibre post. *SADJ.* 2017.april. 72(3): 126 -7.
17. HARALUR SB, AL AHMARI MA, ALQARNI SA, ALTHOBATI MK. The Effect of Intraradicular Multiple Fiber and Cast Posts on the Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth with Wide Root Canals. *Biomed Res Int.* 2018 Ago 15; 2018: 1671498. doi: 10.1155 / 2018/1671498.
18. International Organization of Standardization. *Dental Materials: testing of adhesion to tooth structure.* ISO/TS 11405: 2003.
19. KAHNAMOUEIN MA, MOHAMMADI N, NAVIMIPOUR EJ, SHAKERIFAR M. Push-out bond strength of quartz fiber posts to root canal dentin using total-etch an self-adhesive resin cements. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2012; 17(2): 337-44.
20. KALLEPALLI S, DASH S, GOPAL S, KUMARI NBPS. Evaluation of thickness of hybrid layer and length of resin tags of three adhesives to the root canal dentin: An in vitro scanning electron microscopic study. 2014; 3 (5): 17-22. doi: 10.4103 / 2277-8632.128485.
21. LEÓN BLT, FRANCO VL, SILVA EVFda, MUNIZ L, RIBEIRO FC. Push-out bond strength of glass fiber posts luted with two resin cements. *Braz Dent Sci* 2017 Oct/Dec;20(4):78-84. doi: 10.14295/bds.2017.v20i4.1452.
22. MAROULAKOS G , ELE J , NAGY WW. The Post-endodontic Adhesive Interface: Theoretical Perspectives and Potential Flaws. *J Endod.* 2018 Mar;44(3):363-371.
23. MARQUES JN, GONZALEZ CB, SILVA EMD, PEREIRA GDDS, SIMÃO R A, PRADO MD. Análise comparativa da resistência de união de um cimento convencional e um cimento autoadesivo após diferentes tratamentos na superfície de pinos de fibra de vidro. *Revista de Odontologia Da UNESP.* 2016. 45(2):121–126. doi:10.1590/1807-2577.18615.
24. MARTINS GC, ZANDER-GRANDE C, CALIXTO AL, REIS A, LOGUERCIO AD. Avaliação da micro infiltração marginal de Sistemas Adesivos Atuais. *Revista Dental Press de Estética.* 2012. Jan/mar. 9(1):48-56.
25. OLIVEIRA LV, MAIA TS , ZANCOPE K , MENEZES MS , SOARES CJ, MOURA CCG. Can intra-radicular cleaning protocols increase the retention of fiberglass posts? A systematic review. *Braz Oral Res.* 2018 Mar 15;32:e16.
26. PANITIWAT P, SALIMEE, P. Effect of different composite core materials on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with FRC posts. *Journal of Applied Oral Science.* 2017 25(2): 203–210. doi:10.1590/1678-77572016-0306.
27. PARLAR OO, SECILMIS A, AYDIN C. Effect of Laser Etching on Glass Fiber Posts Cemented with Different Adhesive Systems. *Photomed Laser Surg.* 2018 Jan; 36 (1): 51-57. doi: 10.1089 / pho.2017.4304.

28. PELOZO LL, SILVA-NETO RD, CORONA SAM, PALMA-DIBB RG, SOUZA-GABRIEL AE. Dentin pretreatment with Er:YAG laser and sodium ascorbate to improve the bond strength of glass fiber post. *Lasers Med Sci*. 2018 9 de julho. Doi: 10.1007 / s10103-018-2579-5.
29. PEREIRA JR, ABREU DA ROSA R, LINS DO VALLE A, GHIZONI JS, REIS SÓ MV, SHIRATORI FK. The influence of different cements on the pull-out bond strength of fiber posts. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2014. 112(1):59–63. doi:10.1016/j.prosdent.2013.10.009.
30. RODRIGUES RV, SAMPAIO CS, PACHECO RR, PASCON FM, PUPPIN-RONTANI RM, GIANNINI M. Influence of adhesive cementation systems on the bond strength of relined fiber posts to root dentin. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017. 118(4), 493–499. doi:10.1016/j.prosdent.2017.01.006.
31. SARKIS-ONOFRE R , SKUPIEN JA , CENCI MS , MORAES RR , PEREIRA-CENCI T . The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Oper Dent*. 2014 Jan-Feb;39(1):E31-44.
32. SCOTTI N, CAVALLI L, GAGLIANI H, BRESCHI L. New adhesives and bonding techniques. Why and when? *Int J Esthet Dent*. 2017; 12 (4): 524-535.
33. SILVA NR, AGUIAR GCR, RODRIGUES MP, BICALHO AA, SOARES PBF, VERÍSSIMO C, SOARES CJ. Effect of Resin Cement Porosity on Retention of Glass-Fiber Posts to Root Dentin: An Experimental and Finite Element Analysis. *Brazilian Dental Journal*. 2015. 26(6):630–36. doi:10.1590/0103-6440201300589.
34. SILVA TM, FERNANDES JUNIOR VVB, SANTANA RS, MARINHO RMM, VALERA MC, BRESCIANI E. Influence of Zingiber officinale Extract on Push-Out Bond Strength of Glass-Fiber Post. *Brazilian Dental Journal*. 2018. 29(1): 93–8. doi:10.1590/0103-6440201801544.
35. SOUZA FB, VICENTE SILVA CH, DIBB, RGP, DELFINO CS, BEATRICE LCS. Bonding performance of different adhesive systems to deproteinized dentine: microtensile bond strength an scanning electron microscopy. *J Biomed Mater Res*. 2005.75B(1):158-167.
36. SOUZA FB, DELFINO CS, TURBINO ML, BRAZ R. Deproteinized dentin: A favorable substrate to self-bonding resin cements? *J Biomed Mater Res, Part B, Appl Biomater* 2011; 00B(00): 1-8.
37. TAGUCHI K, HOSAKA K, IKEDA M, KISHIKAWA R, FOXTON R, NAKAJIMA M, TAGAMI J. The effect of warm air-blowing on the microtensile bond strength of one-step self-etch adhesives to root canal dentin. *J Prosthodont Res*. 2018 Jul; 62 (3): 330-336. doi: 10.1016 / j.jpor.2017.12.006.
38. UBALDINI ALM, BENETTI AR, SATO F, PASCOTTO RC, MEDINA NETO A, BAESSO ML, & PEUTZFELDT A. Challenges in luting fibre posts: Adhesion to the post and to the dentine. *Dental Materials*, 2018; 34(7): 1054–1062. doi:10.1016/j.dental.2018.04.001.

ANEXO A - APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: MODIFICAÇÃO DO SUBSTRATO DENTINÁRIO RADICULAR PARA ADESÃO DE PINOS ESTÉTICOS

Pesquisador: RENATA PEDROSA GUIMARAES

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 30610914.7.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 740.915