



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**“Júlio de Mesquita Filho”**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**Mateus Zambon**

**Comparação de dois diferentes métodos de aplicação de sistemas adesivos  
para cimentação de pinos de fibra de vidro em condutos radiculares**

**Araraquara**  
**2023**



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**Mateus Zambon**

**Comparação de dois diferentes métodos de aplicação de sistemas adesivos  
para cimentação de pinos de fibra de vidro em condutos radiculares**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia de Araraquara para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas, na Área de Dentística Restauradora.

**Orientador:** Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

**Araraquara**  
**2023**

Z24c

Zambon, Mateus

Comparação de dois diferentes métodos de aplicação de sistemas adesivos para cimentação de pinos de fibra de vidro em condutos radiculares / Mateus Zambon. -- Araraquara, 2023  
48 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara  
Orientador: Marcelo Ferrarezi de Andrade

1. Adesivos. 2. Cimentos dentários. 3. Técnica para retentor intrarradicular. 4. Cimentos de resina. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Odontologia, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**UNESP - Universidade Estadual Paulista  
Faculdade de Odontologia de Araraquara**

**Mateus Zambon**

**Comparação de dois diferentes métodos de aplicação de sistemas adesivos  
para cimentação de pinos de fibra de vidro em condutos radiculares**

**Comissão julgadora**

**Dissertação para obtenção do grau de mestre em Ciências Odontológicas**

Presidente e orientador : Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

2º Examinador: Prof.Dr. Milton Carlos Kuga

3º Examinador: Prof. Dra. Marina Oliveira Gonçalves Galoza

Araraquara, 10 de março de 2023.

## **DADOS CURRICULARES**

**Mateus Zambon**

**NASCIMENTO:** 08 de fevereiro de 1977 - São Paulo – São Paulo

**Filiação:** Maria José Carezia Zambon  
Durval Zambon Junior

**1997 – 2002**

**Graduação em Odontologia**

Universidade Camilo Castelo Branco, Unicastelo, São Paulo – Brasil.

**2004 – 2007**

**Especialização em Ortodontia.**

Associação Brasileira de Cirurgiões Dentista, ABCD  
Coordenadora: Profa. Dra. Liliane Avila Maltagliati

**2008 – 2010**

**Especialização em Prótese Dentária.**

Associação Paulista de Cirurgiões Dentista, APCD  
Coordenador: Prof. Dr. Eduardo Miyashita

**2014 – 2016**

**Especialização em Dentística Restauradora.**

Associação Paulista de Cirurgiões Dentista, APCD  
Coordenador: Prof. Dr. José Carlos Garófalo.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que me deu força para enfrentar as adversidades e dificuldades que apareceram. E à minha esposa Thais e meus filhos Breno e Beatriz que me deram total apoio para que eu me superasse nas dificuldades e tornasse esse sonho realidade.

## **AGRADECIMENTOS**

### **A Deus**

Por me dar força para superar todas as adversidades que surgiram durante minha trajetória, foram muitas, mas ele estava lá para me amparar e fazer acreditar que era possível.

### **Aos meus filhos**

Breno e Beatriz que me apoiaram durante toda minha trajetória e a cada dia me dão mais exemplos de dedicação, superação e principalmente de justiça.

### **À minha esposa**

Thais Hoera Zambon, pelo apoio e suporte para que esse sonho se tornasse realidade, acreditando muito mais em mim do que eu mesmo.

### **Aos meus pais**

Durval Zambon Junior e Maria José Carezia Zambon, pelos exemplos de dedicação, superação e de conduta ética que sempre me passaram.

### **A meu primo**

Alessandro Carezia, sua esposa Fabiana e seu filho Vitor, pelo acolhimento e carinho em seu lar durante todos os dias que eu tinha que ir para Araraquara. Não tenho palavras para descrever todo meu agradecimento.

### **Ao meu “pai” na odontologia**

José Carlos Garófalo, pelo apoio e exemplo de dedicação. Também agradeço por tudo que me ensinou e ensina até hoje e principalmente por despertar em mim a vontade de pesquisar e buscar em artigos as respostas para praticar uma melhor odontologia.

### **Ao meu orientador**

Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade, por me aceitar como orientando e por todo o carinho durante toda minha trajetória.

### **Ao Professor**

Prof. Dr. Milton Carlos Kuga, por toda dedicação na minha conclusão de curso, um entusiasta de ideias, pessoa que se dedica a todos como filhos sem distinção e com um carinho indescritível. A você minha eterna gratidão por toda sua dedicação para comigo e com todos que estão a sua volta. Um professor como poucos que conheci na vida, exemplo a ser seguido.

### **Aos meus colegas**

João Felipe Bezegato, Joissi Ferrari Zaniboni e Mariana Gelio, por toda a dedicação com um colega de curso. Tenho certeza de que serão grandes professores e profissionais, pois são muito dedicados para com todos. Vocês sempre estarão em minhas orações. Muito obrigado.

“O mistério da vida me causa a mais forte emoção. É o sentimento que suscita a beleza e a verdade, cria a arte e a ciência. Se alguém não conhece esta sensação ou não pode mais experimentar espanto ou surpresa, já é um morto-vivo e seus olhos se cegaram.”  
Albert Einstein\*

---

\* Einstein A. Como vejo o mundo. Rio de Janeiro: Nova Fronteira; 1981.

Zambon M. Comparação de dois diferentes métodos de aplicação de sistemas adesivos para cimentação de pinos de fibra de vidro em condutos radiculares [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2023.

## RESUMO

Observando as dificuldades existentes para se obter uma boa adesão em um tecido muito complexo como o conduto radicular, a criação de um protocolo efetivo se faz necessário para que o clínico alcance melhores resultados durante a cimentação de pinos de fibra de vidro no conduto radicular. Assim o objetivo do estudo 1 foi avaliar o efeito dos métodos de aplicação dos sistemas adesivos condiciona-e-lava (AS) ou universal (SU), com escovas manuais (MB) ou escovas para condutos acionados mecanicamente (RB), associados aos cimentos resinosos convencionais Relyx ARC (RA) ou Relyx Ultimate (RU) sobre a resistência de união e extensão de tags formados, na dentina radicular dos terços cervical, médio e apical do espaço preparado para pino. Quarenta raízes de incisivos bovinos conóides foram tratadas endodonticamente. Após o preparo radicular para pino, as raízes foram divididas em 4 grupos, de acordo com os métodos de aplicação do sistema adesivo e protocolo de cimentação de pinos de fibra. Após 6 meses, espécimes dos terços cervical, médio e apical do espaço para pino foram submetidos a avaliação da resistência de união, em máquina de ensaio eletromecânica, e mensuração da extensão de tags formados. Os dados obtidos foram analisados pelos testes de ANOVA e Tukey ( $\alpha=0.05$ ). RB-AS-RA e RB-SU-RU demonstraram os maiores valores de resistência de união nos terços cervical e médio do espaço para pino ( $P < 0.05$ ), mas no terço apical os valores foram similares entre si ( $P > 0.05$ ). MB-SU-RU demonstrou a menor extensão de tags no substrato dentinário, independentemente do terço do espaço para pino ( $P < 0.05$ ). O método de aplicação do sistema adesivo com escovas para conduto proporciona maior resistência de união do protocolo de cimentação e extensão de tags na dentina dos terços cervical e médio do espaço para pino. O objetivo do estudo 2 foi avaliar os efeitos dos modos de aplicação de sistemas adesivos universais Scotchbond Universal (SU) e Ambar Universal (AM), com aplicadores manuais (MB) ou escova rotativa (RB) durante a cimentação de pinos de fibra de vidro com os cimentos Relyx Ultimate (RU) e Allcem Core (AC) na resistência de união e modo de falha nos terços cervical, médio e apical dos pinos. Quarenta dentes bovinos foram tratados endodonticamente e preparados para cimentação de pinos de fibra de vidro. Os corpos de prova foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos ( $n = 10$ ), de acordo com o modo de aplicação do adesivo universal, na estratégia etch-and-rinse, e o sistema de cimentação utilizado. Após a cimentação, foi realizado o teste de resistência de união por push-out nos diferentes terços do espaço do pino. O modo de falha também foi analisado. ANOVA de duas vias e teste de Tukey foi usado ( $\alpha=5\%$ ). Independentemente do terço pós-espaço o uso de escova rotativa aumentou a resistência de união do Scotchbond Universal quando comparado aos grupos que utilizaram Ambar Universal. Nos terços cervical e médio, apresentaram maior incidência de falha adesiva tipo 2 e falha mista, no terço apical apresentaram maior incidência de falhas coesivas. A aplicação do sistema adesivo Scotchbond Universal com escova rotativa tem efeito positivo com o protocolo de cimentação com Relyx Ultimate.

**Palavras – chave:** Adesivos. Cimentos dentários. Técnica para retentor intrarradicular. Cimentos de resina.

Zambon M. Comparison of two different methods of application of adhesive systems for cementing fiberglass posts in root canals [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2023.

## **ABSTRACT**

Observing the existing difficulties to obtain a good adhesion in a very complex tissue such as the root canal, the creation of an effective protocol is necessary for the clinician to achieve better results during the cementation of fiberglass posts in the root canal. Thus, the objective of study 1 was to evaluate the effect of the application methods of the condition-and-lava (AS) or universal (SU) adhesive systems, with manual brushes (MB) or mechanically actuated conduit brushes (RB), associated with cements. conventional resin composites Relyx ARC (RA) or Relyx Ultimate (RU) on the bond strength and extension of formed tags in the root dentin of the cervical, middle and apical thirds of the post-prepared space. Forty roots of conoid bovine incisors were endodontically treated. After root preparation for post, the roots were divided into 4 groups, according to the application methods of the adhesive system and fiber post cementation protocol. After 6 months, specimens from the cervical, middle and apical thirds of the pin space were submitted to evaluation of bond strength, in an electromechanical testing machine, and measurement of the extent of formed tags. The data obtained were analyzed by ANOVA and Tukey tests ( $\alpha=.05$ ). RB-AS-RA and RB-SU-RU showed the highest values of bond strength in the cervical and middle thirds of the post space ( $P < 0.05$ ), but in the apical third the values were similar to each other ( $P > 0.05$ ). MB-SU-RU demonstrated the smallest extent of tags on the dentin substrate, regardless of the post space third ( $P < 0.05$ ). The method of application of the adhesive system with brushes for conduit provides greater bond strength of the cementation protocol and extension of tags in the dentin of the cervical and middle thirds of the post space. The aim of study 2 was to evaluate the effects of application modes of Scotchbond Universal (SU) and Ambar Universal (AM) universal adhesive systems, with manual applicators (MB) or rotary brush (RB) during the cementation of fiberglass posts. with Relyx Ultimate(RU) and Allcem Core (AC) cements on bond strength and failure mode in the cervical, middle and apical thirds of the posts. Forty bovine teeth were endodontically treated and prepared for cementation of fiberglass posts. The specimens were randomly distributed into 4 groups ( $n = 10$ ), according to the way of application of the universal adhesive, in the etch-and-rinse strategy, and the cementation system used. After cementation, a push-out bond strength test was performed in the different thirds of the post space. The failure mode was also analyzed. Two-way ANOVA and Tukey's test were used ( $\alpha=5\%$ ). Regardless of the post space third, the use of a rotating brush increased the bond strength of Scotchbond Universal when compared to groups that used Ambar Universal. In the cervical and middle thirds, they presented a higher incidence of type 2 adhesive failure and mixed failure, in the apical third they presented a higher incidence of cohesive failures. The application of the Scotchbond Universal Adhesive System with a rotating brush has a positive effect with the cementation protocol with Relyx Ultimate.

**Keywords:** Adhesives. Dental cements. Post and core technique. Resin cements.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	12
2 PROPOSIÇÃO .....	14
3 PUBLICAÇÃO .....	15
3.1 PUBLICAÇÃO 1 .....	15
3.2 PUBLICAÇÃO 2 .....	33
4 CONCLUSÃO .....	46
REFERÊNCIAS.....	47

## 1 INTRODUÇÃO

Devido ao seu comportamento flexural similar a dentina radicular, os pinos de fibra de vidro se tornaram o material de eleição para a confecção de munhões e para reforçar coroas dentárias fragilizadas<sup>1-3</sup>.

Porem a utilização destes pinos depende de uma técnica muito apurada, pois o cirurgião dentista irá atuar em um tecido que demanda de um cuidado grande para se chegar a um resultado duradouro e de boa efetividade<sup>4,5</sup>. A escolha do sistema de cimentação exerce significativa influência sobre o sucesso clínico dos pinos de fibra de vidro<sup>6,7</sup>. Os cimentos resinosos convencionais, associados com o sistema adesivo etch-and-rinse ou self-etching e os cimentos autoadesivos, são os sistemas mais utilizados na cimentação de pinos de fibra de vidro<sup>8,9</sup>. Excepcionalmente, em alguns casos pontuais, os cimentos de ionômero de vidro também podem ser utilizados<sup>1,6</sup>.

Os sistemas adesivos etch-and-rinse de 3 passos é um dos mais eficazes na adesão com o substrato dentinário<sup>5</sup>, entretanto, seus passos clínicos devem ser criteriosamente realizados, pois qualquer negligência operacional poderá desencadear efeitos negativos sobre a interface adesiva<sup>4</sup>, sendo assim um comprometimento na adesão com a dentina radicular poderá também ocasionar severos prejuízos sobre a adesão e longevidade clínica dos pinos de fibra de vidro<sup>1,5</sup>.

Os sistemas de cimentação autoadesivo foram introduzidos na odontologia com o propósito de minimizar estes efeitos negativos<sup>10</sup>. Como o mecanismo de adesão destes sistemas está relacionado com a ligação de monômeros fosfatados ácidos com a hidroxiapatita do substrato dentário<sup>5,6</sup>, não é necessário o uso de sistemas adesivos<sup>10</sup>. Por outro lado, sua eficiência está relacionada com as condições clínicas da superfície dentinária, tais como presença de sujidade e tipo de tratamento endodôntico previamente executado<sup>6</sup>.

Por sua vez, o sistema adesivo Universal quando utilizado engloba a camada de smear layer na interface adesiva, reduzindo a problemática que ocorre com os cimentos autoadesivos, minimizando possíveis erros<sup>11</sup>. Porem os adesivos Universais são compostos hidrófilos com pH ácido e sua camada mais superficial apresenta monômeros ácidos não polimerizados que interagem quimicamente com a amida terciária do cimento resinoso, proporcionando a degradação precoce da interface adesiva e comprometendo a longevidade da adesão e retenção do sistema de

cimentação. A escolha de um cimento livre de amina se faz necessário quando se optar por esse tipo de adesivo<sup>12,13</sup>.

Contudo um outro fator que deve ser observado, é o modo como os sistemas adesivos são aplicados e podem influenciar na uniformidade da camada híbrida e na extensão dos tags no substrato dentinário, influenciando assim na resistência de união.

## 2 PROPOSIÇÃO

Diante das dificuldades encontradas nos procedimentos adesivos em canais radiculares e limitação dos materiais utilizados em restaurações com pinos de fibra de vidro, temos como objetivo geral destes trabalhos, avaliar a interface adesiva gerada pelo uso de novos sistemas de aplicações dos sistemas adesivos.

Portanto, o objetivo do estudo 1 foi avaliar os efeitos dos métodos de aplicação do sistema adesivo condiciona-e-lava (Adper Scotchbond Multipurpose) e universal (Scotchbond Universal), com aplicadores manuais (Cavibrush) ou escova para condutos (MK Life), associados com os cimentos resinosos convencionais (Relyx ARC ou Relyx Ultimate) na dentina dos terços cervical, médio e apical do espaço para pino, respectivamente por meio de teste de resistência de união (push-out bond strength) e extensão de formação de tags avaliados por microscopia confocal a laser. A hipótese nula foi determinada que os métodos de aplicação do sistema adesivo e a composição química do cimento resinoso não exercem efeitos sobre a resistência de união e extensão de tags formados na dentina dos terços cervical, médio e apical do espaço para pino.

O objetivo deste estudo 2 foi avaliar os efeitos de diferentes modos de aplicação de sistemas adesivos universais com aplicadores manuais (microbrush - Cavibrush, FGM) ou escovas rotativas (MK Life) na cimentação de pinos de fibra de vidro, nos terços cervical, médio e apical do pós-espaço. A resistência de união e o modo de falha foram analisados. As hipóteses nulas testadas foram: (I) não há diferença entre os modos de aplicação do sistema adesivo na resistência de união e modo de falha nos diferentes terços pós-espaço; e, (II) não há diferença entre os sistemas adesivos e cimentos resinosos utilizados na resistência de união e modo de falha.

### 3 PUBLICAÇÕES

Esta pesquisa de mestrado gerou dois artigos em português que corresponderão à versão em inglês e serão submetidos a periódicos internacionais de impacto.

#### 3.1 Publicação 1\*

Efeitos do protocolo de aplicação do adesivo sobre a interface de adesão em função do sistema de cimentação de pino de fibra.

#### RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito dos métodos de aplicação dos sistemas adesivos condiciona-e-lava (AS) ou universal (SU), com escovas manuais (MB) ou escovas para condutos acionados mecanicamente (RB), associados aos cimentos resinosos convencionais Relyx ARC (RA) ou Relyx Ultimate (RU) sobre a resistência de união e extensão de tags formados, na dentina radicular dos terços cervical, médio e apical do espaço preparado para pino. Quarenta raízes de incisivos bovinos conóides foram tratadas endodonticamente. Após o preparo radicular para pino, as raízes foram divididas em 4 grupos, de acordo com os métodos de aplicação do sistema adesivo e protocolo de cimentação de pinos de fibra (MB-AS-AR, RB-AS-AR, MB-SU-RU e RB-SU-RU). Após 6 meses, espécimes dos terços cervical, médio e apical do espaço para pino foram submetidos a avaliação da resistência de união, em máquina de ensaio eletromecânica, e mensuração da extensão de tags formados na dentina radicular, por meio de microscopia confocal a laser (CLSM). O padrão de falha adesiva foi classificado em adesiva 1 e 2, coesiva ou mista. Os dados obtidos foram analisados pelos testes de ANOVA e Tukey ( $\alpha=0.05$ ). RB-AS-RA e RB-SU-RU demonstraram os maiores valores de resistência de união nos terços cervical e médio do espaço para pino ( $P < 0.05$ ), mas no terço apical os valores foram similares entre si ( $P > 0.05$ ). MB-SU-RU demonstrou a menor extensão de tags no substrato dentinário, independentemente do terço do espaço para pino ( $P < 0.05$ ). O método de aplicação do sistema adesivo com escovas para conduto proporciona maior

---

\* Este artigo segue as normas do periódico *Operative Dentistry* para o qual foi submetido.

resistência de união do protocolo de cimentação e extensão de tags na dentina dos terços cervical e médio do espaço para pino.

**Palavras – chave:** adesivos, resistência de união, cimentos dentários, técnica de pino e núcleo, cimento resinoso.

## 1. Introdução

O pino de fibra de vidro é uma alternativa para substituir os pinos metálicos na restauração de dentes tratados endodonticamente, pois o seu módulo de elasticidade é similar ao da dentina radicular e dos cimentos resinosos, além de proporcionar melhor efeito estético, evitando o risco de descoloração da estrutura dentária pelos subprodutos derivados da corrosão das ligas metálicas dos pinos metálicos (Lorenzetti et al., 2019; Chuang et al., 2010; Verissimo et al., 2014).

Por outro lado, como os pinos de fibra apresentam diferenças morfológicas em relação à anatomia do canal radicular, há a tendência de proporcionar uma maior espessura da linha de cimento resinoso, devido à pobre relação espacial entre ambos (Freitas et al., 2019). Com isto, poderá ocorrer uma maior contração de polimerização e redução do grau de conversão e, conseqüentemente também a redução dos valores de resistência de união entre o sistema de cimentação e a dentina radicular (Pulido et al., 2016; Portigliatti RP et al., 2017).

A customização dos pinos de fibra com resina composta foi proposta para reduzir a espessura da linha de cimento, minimizando o risco de deslocamento axial devido à sua melhor adaptação no canal radicular e aumento da retenção friccional com a superfície dentinária (Grandini et al., 2005; Macedo et al., 2010; Farina et al., 2016).

Entretanto, ainda que esta retenção friccional seja um dos fatores fundamentais para a estabilidade intrarradicular dos pinos de fibra (Pirani et al., 2005; Sadek et al., 2006), outros procedimentos também colaboram para esta finalidade, tais como o desenho geométrico do espaço para pino, estratégia utilizada no tratamento endodôntico e o sistema de cimentação a ser utilizado (Cury et al., 2006; Victorino et al., 2016; Ramos et al., 2018; Belizário et al., 2019; Goracci et al., 2007).

A escolha do sistema de cimentação exerce significativa influência sobre o sucesso clínico dos pinos de fibra em dentes tratados endodonticamente (Pereira et

al., 2014; Rodrigues et al, 2017; Lorenzetti et al., 2019). Os cimentos resinosos convencionais, associados com o sistema adesivo etch-and-rinse ou self-etching, e os autoadesivos, que não utilizam o sistema adesivo, são os sistemas mais utilizados na cimentação de pinos de fibra (Sarkis-Onofre et al., 2014; Maroulakos et al., 2018). Excepcionalmente, em alguns casos pontuais, os cimentos de ionômero de vidro também podem ser utilizados (Pereira et al., 2014; Lorenzetti et al., 2019).

O sistema adesivo etch-and-rinse de 3 passos (Adper Scotchbond Multi-Purpose) é um dos mais eficazes na adesão com o substrato dentinário (Ramos et al., 2018). Entretanto, seus passos clínicos devem ser criteriosamente realizados, pois qualquer negligência operacional poderá desencadear efeitos negativos sobre a interface adesiva (Silva e Souza, 2010). Uma vez que, diversos cimentos resinosos são recomendados para serem utilizados com estes sistemas adesivos, consequentemente se ocorrer algum comprometimento na adesão com a dentina radicular, poderá também ocasionar severos prejuízos sobre a retenção e longevidade clínica dos pinos de fibra (Ramos et al., 2018; Lorenzetti et al., 2019).

Os sistemas de cimentação autoadesivos foram introduzidos na Odontologia com o propósito de minimizar estes efeitos negativos (Belizário et al, 2019). Como o mecanismo de adesão destes sistemas está relacionado com a ligação de monômeros fosfatados ácidos com a hidroxiapatita do substrato dentinário (Ramos et al., 2018; Pereira et al., 2019), não é necessário o uso dos sistemas adesivos (Belizário et al., 2019). Por outro lado, sua eficiência clínica também está diretamente relacionada com as condições clínicas da superfície dentinária do espaço para pino, tais como presença de sujidade e tipo de tratamento endodôntico previamente executado (Pereira et al., 2019).

Por sua vez, o sistema adesivo universal quando utilizado com o cimento resinoso convencional engloba a camada de smear layer na interface adesiva, reduzindo a problemática que ocorre com os cimentos autoadesivos, como anteriormente descrito, e minimizando a possível ocorrência de erros frequentes quando os sistemas adesivos etch-and-rinse são utilizados (Ubal dini et al., 2018).

Diante das considerações anteriormente descritas, nós observamos que existem dúvidas a respeito dos efeitos da interação entre o tipo de protocolo de cimentação e a método de aplicação do sistema adesivo sobre a interface adesiva. Ou seja, ainda é questionável qual a melhor interação entre o método de aplicação do adesivo na dentina radicular e o sistema de cimentação de pino de fibra.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos dos métodos de aplicação do sistema adesivo condiciona-e-lava (Adper Scotchbond Multipurpose) e universal (Scotchbond Universal), com aplicadores manuais (Cavibrush) ou escova para condutos (MK Life), associados com os cimentos resinosos convencionais (Relyx ARC ou Relyx Ultimate) na dentina dos terços cervical, médio e apical do espaço para pino, respectivamente por meio de teste de resistência de união (push-out bond strength) e extensão de formação de tags avaliados por microscopia confocal a laser. A hipótese nula foi determinada que os métodos de aplicação do sistema adesivo e a composição química do cimento resinoso não exercem efeitos sobre a resistência de união e extensão de tags formados na dentina dos terços cervical, médio e apical do espaço para pino.

## **2. Materiais e métodos**

Quarenta incisivos bovinos conóides, com anatomia radicular semelhante e desprovidos de alterações morfológicas e estruturais foram selecionados e mantidos em solução de timol a 0,1%, a 4°C.

### **2.1 Preparo do espaço para pino**

As raízes foram padronizadas com 15mm a partir do ápice radicular. Os canais radiculares foram inicialmente acessados com a #15K file (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, BR), com movimentos de negociação endodôntica em toda a extensão radicular. Com a abertura foraminal radicular vedada com resina cianocrilato (Super Bonder; Loctite, São Paulo, SP, BR), os canais radiculares foram instrumentados até o instrumento F5 (ProTaper; Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), conforme a técnica recomendada pelo fabricante. A irrigação foi realizada com 5mL de hipoclorito de sódio a 2.5% (Asfer, São Caetano do Sul, SP, BR) a cada troca de instrumento.

Após a irrigação final com 3mL de EDTA a 17% (Biodinâmica, Ibiporã, PR, BR), por 3 min, e 5mL de NaOCl a 2.5%, os canais radiculares foram aspirados, secos com pontas de papel absorvente e obturados com guta percha F5 (ProTaper; Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, BR) e cimento à base de resina epóxi (AH Plus; Dentsply Detrey, Konstanz, GER), pela técnica do cone único (Rodrigues et al., 2012). As raízes foram armazenadas em estufa, a 37°C, por 7 dias.

Após este período, o preparo intraradicular foi realizado com instrumento rotatório (Whitepost DC#1; FGM, Joinville, SC, BR), em baixa rotação, sob constante

irrigação com água destilada, proporcionando um espaço uniforme, com 11mm de extensão, para o pino de fibra. Imediatamente após, o canal radicular foi irrigado com 5mL de água destilada e seco com ponta de papel absorvente.

## **2.2 Protocolos avaliados**

Inicialmente, todos os pinos de fibra foram limpos com etanol a 95% (Rinse-N-Dry; Racine, WI, USA) e aplicado 2 camadas de silano (Prosil; FGM, Joinville, SC, BR) em toda a sua extensão. Após o preparo radicular para pino, os espécimes foram aleatoriamente divididos em 4 (n = 10) protocolos, de acordo com o método de aplicação do sistema adesivo e da composição química do cimento resinoso:

**MB-AS-AR:** A dentina radicular foi condicionada com ácido fosfórico a 37% (Condac 37; FGM, Joinville, SC, BR) por 15s, lavada com água destilada por 30s e seca com pontas de papel absorvente. Em seguida, o primer e o adesivo (Adper Scotchbond; 3M ESPE, ST Louis, WI, USA) foram aplicados em toda a extensão do espaço para pino, com auxílio de um manual brush (Cavibrush extra-fine; FGM, Joinville, SC, BR). Em seguida, o sistema adesivo foi fotoativado com dispositivo LED (Valo; Ultradent, South Jordan, UT, USA), na potência de 1.200 mW/cm<sup>2</sup>, por 10 s. Imediatamente após, o cimento Relyx ARC (3M ESPE, St. Louis, Mn, USA) foi misturado e inserido no espaço para pino com um dispositivo de inserção (Precision; Maquira, Maringá, PR, BR) e o pino de fibra devidamente posicionado no canal radicular. O conjunto foi submetido à fotoativação (Valo; South Jordan, UT, USA), na potência de 1.200 mW/cm<sup>2</sup>, por 40 s, em cada posição (bucal, vestibular, mesial, distal e oclusal);

**RB-AS-AR:** A dentina radicular foi condicionada similar ao descrito no MB-AS-AR. Em seguida, o primer e o adesivo (Adper Scotchbond; 3M ESPE, ST Louis, WI, USA) foram aplicados em toda a extensão do espaço para pino, com auxílio de uma escova para condutos (MKLife; Porto Alegre, RD. BR), em 500 rpm. O sistema adesivo e a sequência de cimentação do pino de fibra com o cimento Relyx ARC (3M ESPE, St. Louis, Mn, USA) também foram similares ao descrito no MB-AS-AR.

**MB-SU-RU:** A dentina radicular foi lavada com 5mL de água destilada e seca com pontas de papel absorvente. Duas camadas do sistema adesivo Universal (Scotchbond Universal; 3M ESPE. St. Louis, Mn, USA) foram ativamente aplicadas na

dentina, por 20s cada, com o manual brush (Cavibrush extra-fine; FGM, Joinville, SC, BR), similar ao descrito em MB-AS-AR. Em seguida, o excesso foi removido com uma ponta de papel absorvente, seguido por discreto jato de ar. Imediatamente após, o cimento Relyx Ultimate (3M ESPE, St. Louis, Mn, USA) foi inserido no canal radicular com um dispositivo de inserção (Precision; Maquira, Maringá, PR, BR), o pino de fibra posicionado no canal radicular e o conjunto submetido à fotoativação similar ao descrito nos protocolos anteriores;

**RB-SU-RU:** Similar ao protocolo MB-SU-RU, mas a aplicação do adesivo Universal foi realizada com a escova para condutos (MKLife; Porto Alegre, RD. BR), em 500 rpm.

A rhodamina B (Synth, São Paulo, SP, BR) foi incorporada no primer do Adper Scotchbond Multi-Purpose e no adesivo Scotchbond Universal e diretamente na mistura do cimento Relyx Ultimate, na proporção de 0.01% (em massa), conforme descrito por Bim Júnior et al. (2017), para a posterior avaliação na microscopia confocal a laser (CLSM).

As raízes permaneceram imersas em petrolato líquido a 100% (Nujol; Mantecorp, Rio de Janeiro, RJ, BR), por 6 meses, a 37°C, até o momento de serem submetidas aos testes de resistência de união e penetrabilidade dentinária.

A tabela 1 demonstra a composição dos cimentos resinosos e sistemas adesivos utilizados nos protocolos de cimentação.

### **2.3. Avaliação da resistência de união**

Após 6 meses, os espécimes foram verticalmente posicionados e centralizados em uma matriz de PVC (21,3 de diâmetro X 20,0 mm de comprimento). A fim de manter a correta verticalização das raízes no interior das matrizes, as mesmas tiveram seus ápices radiculares fixados com cera em uma placa de vidro e o posicionamento conferido com um paralelômetro (BioArt B2, São Carlos, SP, BR).

As matrizes foram preenchidas com resina poliéster (Maxi Rubber, Diadema, SP, BR), mantendo 1,0 mm do segmento cervical da raiz fora da inclusão. Todo o conjunto permaneceu intacto por 24 horas, até que ocorresse a completa polimerização da resina. Após a desinclusão das matrizes de PVC, os espécimes foram seccionados perpendicularmente ao seu longo eixo, utilizando um disco

diamantado adaptado em máquina de corte para tecidos duros (Isomet; Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA), sob intensa refrigeração.

Três secções foram obtidas, com espessura de 2.0 mm  $\pm$  0.1, dos terços apical, médio e cervical do espaço para pino de cada raiz. As secções cervical, média e apical foram obtidas respectivamente a partir de 1,0 mm, 5,0 mm e 8,0 mm da face cervical da raiz. As irregularidades das secções foram removidas com lixa d'água com granulação #1200 (Norton, São Paulo, SP, BR) e lavadas em câmara ultrassônica com água destilada, por 5 minutos.

Os pinos de fibra de vidro cimentados no espaço protético de cada um dos terços das raízes foram submetidos ao teste de resistência de união (*push-out*) em máquina de ensaio eletromecânica (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil), calibrada na velocidade de 0,5 mm/min, até que ocorresse a completa ruptura do conjunto pino de fibra/sistema de cimentação da dentina do canal radicular. Os diâmetros do punch utilizados foram de 1.2mm, 0.9mm, e 0.5 mm, respectivamente para os terços cervical, médio e apical dos espécimes obtidos do espaço preparado para pino.

Os valores da força (F) necessária para que ocorresse deslocamento do conjunto foi obtida em N (Newton) e, posteriormente transformada em resistência de união (MPa), por meio da fórmula: MPa = F/AD, onde AD corresponde à área de adesão.

A área de adesão foi calculada utilizando a seguinte fórmula:  $AD = \pi \cdot (R + r) \cdot g$ , onde R = raio cervical do canal radicular, em mm; r = raio apical do canal radicular, em mm; g = geratriz do cone invertido, em mm. Os diâmetros cervical e apical dos canais radiculares foram obtidos individualmente por meio da mensuração utilizando estereomicroscópio, com magnificação de 20X (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany). O valor de g foi obtido a partir da equação:  $g = \sqrt{(R - r)^2 + (2.0)^2}$ .

#### **2.4. Avaliação do padrão de falha adesiva**

Após a conclusão da avaliação da resistência de união, a face cervical de cada um dos espécimes analisados foi polida com alumina (Arotec, Cotia, SP, BR), sequencialmente com a granulometria 0.3 $\mu$ m e 0.05 $\mu$ m, com disco de veludo flocado (FVL; Arotec, Cotia, SP, BR), em politriz (Aropol VV; Arotec, Cotia, SP, BR) sob irrigação constante. Em seguida, os espécimes foram lavados, em cuba ultrassônica, por 5 minutos.

O padrão de falha adesiva foi analisado em estereomicroscópio, com magnificação de 5x, e classificado conforme descrito por Ramos et al. (2018): tipo 1

(adesiva 1), ocorre na interface entre pino de fibra e cimento resinoso; tipo 2 (adesiva 2), ocorre na interface entre sistema de cimentação e dentina; tipo 3 (coesiva), no sistema de cimentação; tipo 4 (mista), combinação de 2 ou mais tipos de falhas adesivas. A figura 1 demonstra o padrão de falha adesiva obtida por meio de estereomicroscopia.

### **2.5. Avaliação da penetrabilidade dentinária**

Após o teste de push out, os espécimes foram analisados em microscópio confocal a laser (LSM5; Zeiss, Jena, GER). Uma imagem foi obtida do perímetro total da interface de adesão entre o sistema de cimentação e a dentina radicular, com magnificação de 10X. Em cada imagem foram realizadas 40 mensurações das maiores extensões de penetração do adesivo nos túbulos dentinários, por meio do programa Image J (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA). A média aritmética das medidas obtidas em cada espécime do grupo em avaliação foi definida como a média de cada um dos espécimes analisados.

## **3. Análise estatística**

Os resultados obtidos nas análises de resistência de união e penetrabilidade dentinária dos sistemas de cimentação de pinos de fibra e a dentina radicular foram submetidos aos testes de ANOVA two-way e Tukey ( $\alpha = .05$ ). Os dados obtidos referentes ao padrão de falhas adesivas foram descritos em frequência da incidência em cada um dos terços do espaço preparado para pino.

## **3. Resultados**

### **3.1. Avaliação da resistência de união**

Nos terços cervical e médio do espaço para pino, o método de aplicação do adesivo com a escova para conduto (RB-AS-RA e RB-SU-RU) proporcionou os maiores valores de resistência de união em comparação aos demonstrados pelo método com o microbrush (MB-AS-RA e MB-SU-RU) ( $P < 0.05$ ). Por outro lado, os valores de resistência de união não diferiram entre os sistemas de cimentação quando utilizado o mesmo método de aplicação do adesivo ( $P > 0.05$ ). No terço apical do espaço para pino, os valores de resistência de união foram independentemente da estratégia utilizada para a cimentação do pino de fibra ( $P > 0.05$ ).

A tabela 2 demonstra a média aritmética e desvio padrão (em MPa) dos valores de resistência de união dos métodos de aplicação do adesivo, em função do terço do espaço para pino e cimentos resinosos utilizados.

### **3.2. Avaliação do padrão de falha adesiva**

A falha adesiva coesiva foi a de maior incidência, independentemente do terço do espaço para pino, método de aplicação do adesivo e tipo de sistema de cimentação utilizado. A figura 2 demonstra a incidência do padrão de falha adesiva nos terços do espaço para pino, em função do método de aplicação do adesivo e tipo de sistema de cimentação.

### **3.3. Avaliação da extensão de tags**

Nos terços cervical e médio do espaço para pino, RB-AS-AR proporcionou a maior extensão de tags no substrato dentinário ( $P < 0.05$ ). Por outro lado, MB-SU-RU proporcionou a menor extensão de tags na dentina ( $P < 0.05$ ). Não houve diferença entre as extensões de tags demonstrados por MB-AS-RA e RB-SU-RU ( $P > 0.05$ ).

No terço apical, MB-SU-RU demonstrou a menor extensão ( $P < 0.05$ ). Não houve diferença entre as extensões demonstrados pelos demais protocolos de cimentação de pino de fibra ( $P > 0.05$ ).

A tabela 3 demonstra a média e desvio padrão (em micrômetros) dos valores da extensão de tags formados no substrato dentinário após os protocolos de aplicação do adesivo, em função do terço do espaço para pino e cimentos resinosos utilizados.

A figuras 3 demonstra imagem representativa extensão de tags formados na dentina dos terços do espaço para pino, em função dos métodos de aplicação do adesivo e sistema de cimentação de pino de fibra.

## **4. Referências**

1. Lorenzetti CC, Bortolatto JF, Ramos ATPR, Shinohara AL, Saad JRC, Kuga MC. 2019. The effectiveness of glass ionomer cement as a fiber post cementation system in endodontically treated teeth. *Microscopy Research and Technique* 82:1191-1197.
2. Chuang SF, Yaman P, Herrero A, Dennison JB, Chang CH. 2010. Influence of post material and length on endodontically treated incisors: an in vitro and finite element study. *The Journal Prosthetic Dentistry* 104, 379-388.

3. Veríssimo C, Simamoto Júnior PC, Soares CJ, Noritomi PY, Santos-Filho PC. 2014. Effect of the crown, post, and remaining coronal dentin on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary central incisors. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 111, 234-246.
4. Freitas TL, Vitti RP, Miranda ME, Brandt WC. 2019. Effect of glass fiber post adaptation on push-out bond strength to root dentin. *Brazilian Dental Journal*, 30:350-355.
5. Pulido CA, de Oliveira Franco AP, Gomes GM, Bittencourt BF, Kalinowski HJ, Gomes JC, Gomes OM. 2016. An in situ evaluation of the polymerization shrinkage, degree of conversion, and bond strength of resin cements used for luting fiber posts. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 116, 570-576.
6. Portigliatti RP, Tumini JL, Bertoldi Hepburn AD, Aromando RF, Olmos JL. 2017. Correspondence between fiber post and drill dimensions for post canal preparation. *American Journal of Dentistry* 30, 295-298.
7. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Borracchini A, Ferrari M. 2005. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *Journal Adhesive Dentistry* 7:235-40.
8. Macedo VC, Faria e Silva AL, Martins LR. 2010. Effect of cement type, relining procedure, and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts. *Journal of Endodontics* 36, 1543-1546.
9. Farina AP, Chiela H, Carlini-Junior B, Mesquita MF, Miyagaki DC, Randi Ferraz CC, Vidal CM, Cecchin D. 2016. Influence of Cement Type and Relining Procedure on Push-Out Bond Strength of Fiber Posts after Cyclic Loading. *Journal of Prosthodontics.*, 25, 54-60.
10. Pirani C, Chersoni S, Foschi F, Piana G, Loushine RJ, Tay FR, Prati C. 2005. Does hybridization of intraradicular dentin really improve fiber post retention in endodontically treated teeth? *Journal of Endodontics* 31, 891-894.
11. Sadek FT, Goracci C, Monticelli F, Grandini S, Cury AH, Tay F, Ferrari M. 2006. Immediate and 24-hour evaluation of the interfacial strengths of fiber posts. *Journal of Endodontics* 32, 1174-1177.
12. Cury AH, Goracci C, de Lima Navarro MF, Carvalho RM, Sadek FT, Tay FR, Ferrari M. 2006. Effect of hygroscopic expansion on the push-out resistance of glass ionomer-based cements used for the luting of glass fiber posts. *Journal of Endodontics* 32, 537-540.

13. Victorino KR, Kuga MC, Duarte MA, Cavenago BC, Só MV, Pereira JR. 2016. The effects of chlorhexidine and ethanol on push-out bond strength of fiber posts. *Journal Conservative Dentistry* 19, 96-100.
14. Ramos ATPR, Garcia Belizário L, Venção AC, Fagundes Jordão-Basso KC, de Souza Rastelli AN, de Andrade MF, Kuga MC. 2018. Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface of fiber posts cementation protocols. *Journal of Endodontics* 44, 173-178.
15. Belizário LG, Kuga MC, Hungaro Duarte MA, Só MVR, Keine KC, Pereira JR. 2019. Effect of fiber post space irrigation with different peracetic acid formulations on the bond strength and penetration into the dentinal tubules of self-etching resin cement. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 122, 46.e1-46.e7.
16. Goracci C, Grandini S, Bossù M, Bertelli E, Ferrari M. 2007. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *Journal of Dentistry* 35, 827-835.
17. Pereira JR, Rosa RA, Só MV, Afonso D, Kuga MC, Honório HM, Valle AL, Vidotti HA. 2014. Push-out bond strength of fiber posts to root dentin using glass ionomer and resin modified glass ionomer cements. *Journal of Applied Oral Science* 22, 390-396.
18. Pereira KF, Vencão AC, Magro MG, Belizário LG, Porto TS, Andrade MF, Duarte MAH, Kuga MC. 2019. Effect of endodontic retreatment on the bond strength of resin cements to root canal dentin. *American Journal of Dentistry* 32, 147-151.
19. Ramos ATPR, Belizário LG, Jordão-Basso KCF, Shinohara AL, Kuga MC. 2018. Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface using two fiber posts cementation systems. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy* 24, 136-141.
20. Rodrigues RV, Sampaio CS, Pacheco RR, Pascon FM, Puppini-Rontani RM, Giannini M. 2017. Influence of adhesive cementation systems on the bond strength of relined fiber posts to root dentin. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 118, 493-499.
21. Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR, Pereira-Cenci T. 2014. 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. *Operative Dentistry* 39, E31-44.

22. Maroulakos G, He J, Nagy WW. 2018. The post-endodontic adhesive interface: theoretical perspectives and potential flaws. *Journal of Endodontics* 44, 363-371.
23. Silva e Souza MH Jr, Carneiro KG, Lobato MF, Silva e Souza P de A, de Góes MF. 2010. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *Journal of Applied Oral Science* 18, 207-214.
24. Ubaldini ALM, Benetti AR, Sato F, Pascotto RC, Medina Neto A, Baesso ML, Peutzfeldt A. 2018. Challenges in luting fibre posts: Adhesion to the post and to the dentine. *Dental Materials* 34, 1054-1062.
25. Rodrigues A, Bonetti-Filho I, Faria G, Andolfatto C, Camargo Vilella Berbert FL, Kuga MC. 2012. Percentage of gutta-percha in mesial canals of mandibular molars obturated by lateral compaction or single cone techniques. *Microscopy Research and Technique* 75, 1229-1232.
26. Bim Júnior O, Cebim MA, Atta MT, Machado CM, Francisconi-Dos-Rios LF, Wang L. 2017. Determining Optimal Fluorescent Agent Concentrations in Dental Adhesive Resins for Imaging the Tooth/Restoration Interface. *Microscopy and Microanalysis* 23, 122-130.
27. Aranda-Garcia AJ, Kuga MC, Vitorino KR, Chávez-Andrade GM, Duarte MA, Bonetti-Filho I, Faria G, Só MV. 2013. Effect of the root canal final rinse protocols on the debris and smear layer removal and on the push-out strength of an epoxy-based sealer. *Microscopy Research and Technique* 76, 533-537.
28. Guiotti FA, Kuga MC, Duarte MA, Sant'Anna AJ, Faria G. 2014. Effect of calcium hydroxide dressing on push-out bond strength of endodontic sealers to root canal dentin. *Brazilian Oral Research* 28.
29. Magro MG, Kuga MC, Aranda-Garcia AJ, Victorino KR, Chávez-Andrade GM, Faria G, Keine KC, Só MV. 2015. Effectiveness of several solutions to prevent the formation of precipitate due to the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine and its effect on bond strength of an epoxy-based sealer. *International Endodontic Journal* 48, 478-483.
30. Sudsangiam S, van Noort R. 1999. Do dentin bond strength tests serve a useful purpose? *The Journal of Adhesive Dentistry* 1, 57-67.

31. Pane ES, Palamara JE, Messer HH. 2013. Critical evaluation of the push-out test for root canal filling materials. *Journal of Endodontics* 39, 669-673.
32. Nagas E, Uyanik O, Durmaz V, Cehreli ZC. 2011. Effect of plunger diameter on the push-out bond values of different root filling materials. *International Endodontic Journal* 44, 950-955.
33. D'Alpino PH, Pereira JC, Svizero NR, Rueggeberg FA, Pashley DH. 2006. Factors affecting use of fluorescent agents in identification of resin-based polymers. *The Journal of Adhesive Dentistry* 8, 285-292.
34. Souza NC, Marcondes ML, Breda RV, Weber JB, Mota EG, Spohr AM. 2016. Relined fiberglass post: an ex vivo study of the resin cement thickness and dentin-resin interface. *Brazilian Oral Research* 18;30(1), pii: S1806-83242016000100274.
35. Bitter K, Paris S, Mueller J, Neumann K, Kielbassa AM. 2009. Correlation of scanning electron and confocal laser scanning microscopic analyses for visualization of dentin/adhesive interfaces in the root canal. *The Journal of Adhesive Dentistry* 11, 7-14.
36. Özcan E, Çetin AR, Tunçdemir AR, Ülker M. 2013. The effect of luting cement thicknesses on the push-out bond strength of the fiber posts. *Acta Odontologica Scandinavica* 71, 703-709.
37. Dal Piva AMO, Tribst JPM, Borges ALS, Bottino MA, Souza ROA. 2018. Do Mechanical Advantages Exist in Relining Fiber Posts with Composite Prior to its Cementation? *The Journal of Adhesive Dentistry* 20, 511-518.
38. D'Arcangelo C, Cinelli M, De Angelis F, D'Amario M. 2007. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 98, 193-198.

Tabela 1 - Composição dos cimentos resinosos e sistemas adesivos utilizados nos protocolos de cimentação.

Materials	Manufacturer	Composition
Adper Scotchbond Multi-Purpose	3M ESPE, St Louis, USA	Primer: water, HEMA, copolymer of acrylic and itaconic acid
Relyx ARC	3M ESPE, St Louis, Mn, USA	Bis-GMA, TEGDMA, silanized zirconia/silica filler 68% functionalized dimethacrylate polymer, triphenyl antimony
Scotchbond Universal	3M ESPE, St Louis, Mn, USA	MDP phosphate monomer, dimethacrylate resins, HEMA, methacrylate-modified polyalkenoic acid copolymer, filler, ethanol, water, initiators, silane
Relyx Ultimate	3M ESPE, St Louis, Mn, USA	Methacrylate monomers, radiopaque silanated fillers, initiator components, stabilizers and rheological additives, radiopaque alkaline fillers, pigments, fluorescence dye, dark polymerize activator for SU

Bis-GMA, bisphenol-glycidil methacrylate; HEMA, 2-hydroxyethyl methacrylate, MDP, 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate; TEGDMA, triethylene glycol dimethacrylate;

Tabela 2 - Média e desvio padrão (em MPa) dos valores de resistência de união dos métodos de aplicação do adesivo, em função do terço do espaço para pino e cimentos resinosos utilizados.

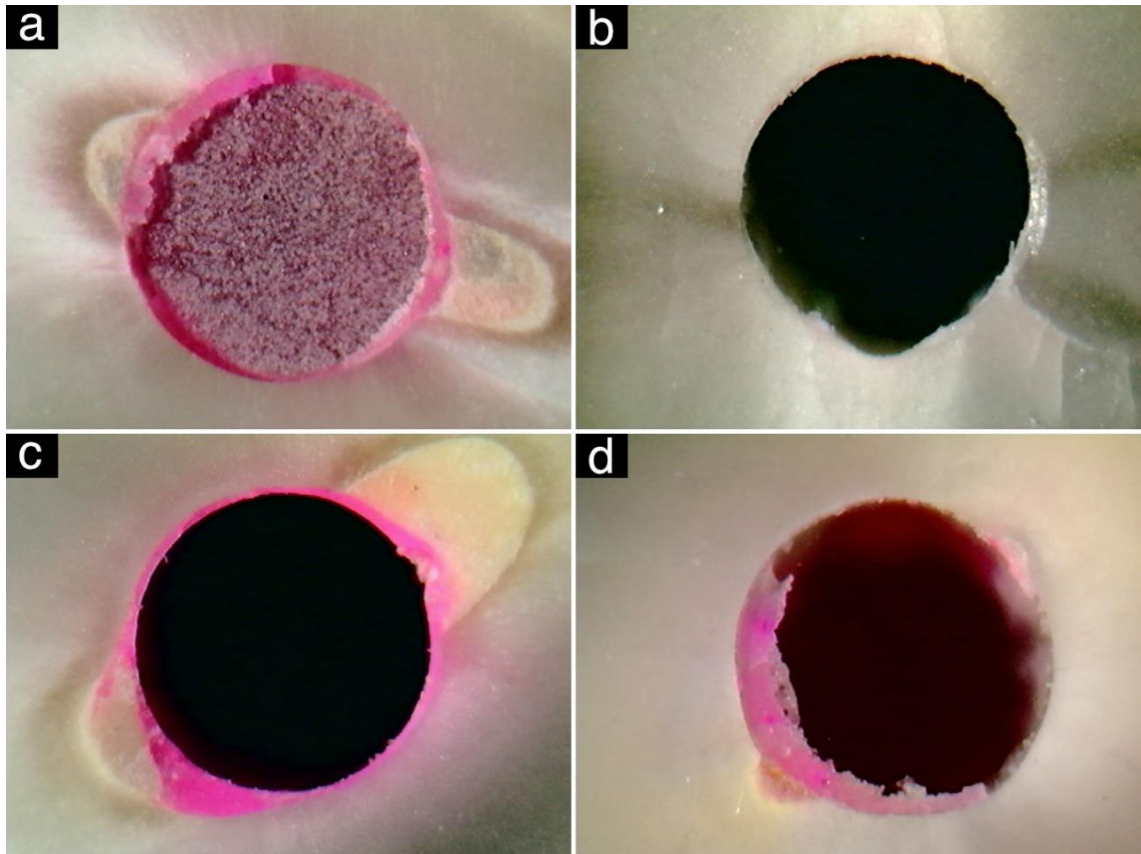
	MB-AS-RA	RB-AS-RA	MB-SU-RU	RB-SU-RU
Cervical	5.68 ± 0.35 <sup>b</sup>	6.72 ± 0.36 <sup>a</sup>	5.67 ± 0.71 <sup>b</sup>	6.61 ± 0.57 <sup>a</sup>
Médio	5.55 ± 0.54 <sup>b</sup>	6.54 ± 0.29 <sup>a</sup>	5.55 ± 0.42 <sup>b</sup>	6.52 ± 0.51 <sup>a</sup>
Apical	5.17 ± 0.44 <sup>a</sup>	5.21 ± 0.49 <sup>a</sup>	5.23 ± 0.45 <sup>a</sup>	5.23 ± 0.21 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Diferentes letras na mesma linha indicam diferenças significativas no padrão de resistência ( $p < 0.05$ ). MB, Microbrush; RB, Rotary Brush; AS, Adper Scotchbond Multi-Purpose; RA, Relyx ARC; SU, Scotchbond Universal; RU, Relyx Ultimate.

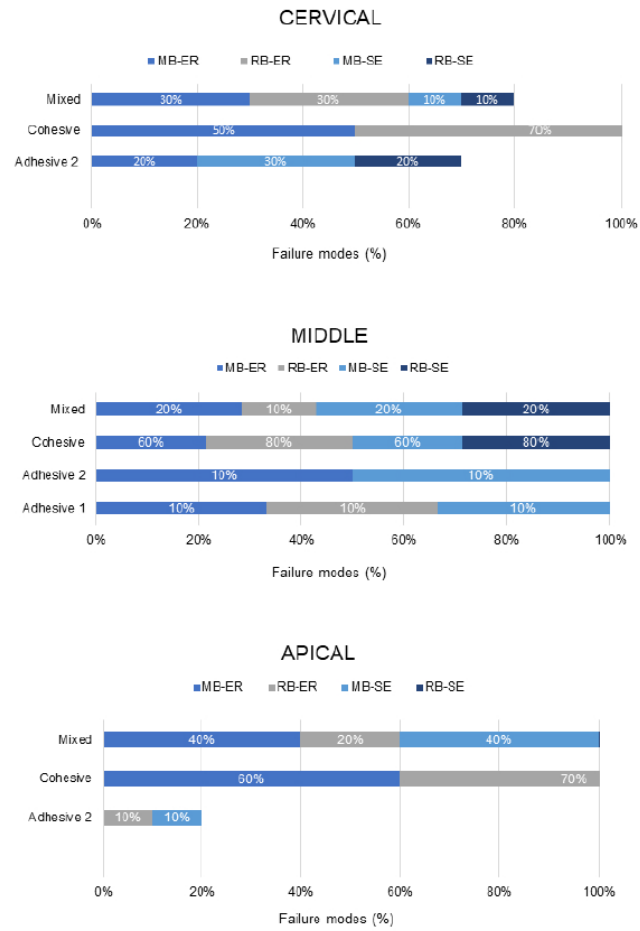
Tabela 3 - Média e desvio padrão (em micrômetros) dos valores da extensão de tags formados no substrato dentinário após os protocolos de aplicação do adesivo, em função do terço do espaço para pino e cimentos resinosos utilizados.

	MB-AS-RA	RB-AS-RA	MB-SU-RU	RB-SU-RU
Cervical	568.08 ± 21.57 <sup>b</sup>	641.27 ± 26.76 <sup>a</sup>	284.50 ± 48.89 <sup>c</sup>	567.30 ± 26.33 <sup>b</sup>
Médio	554.27 ± 25.97 <sup>b</sup>	633.81 ± 26.32 <sup>a</sup>	261.13 ± 19.62 <sup>c</sup>	565.71 ± 28.79 <sup>b</sup>
Apical	467.08 ± 28.14 <sup>a</sup>	474.96 ± 25.26 <sup>a</sup>	252.64 ± 33.13 <sup>b</sup>	469.12 ± 39.10 <sup>a</sup>

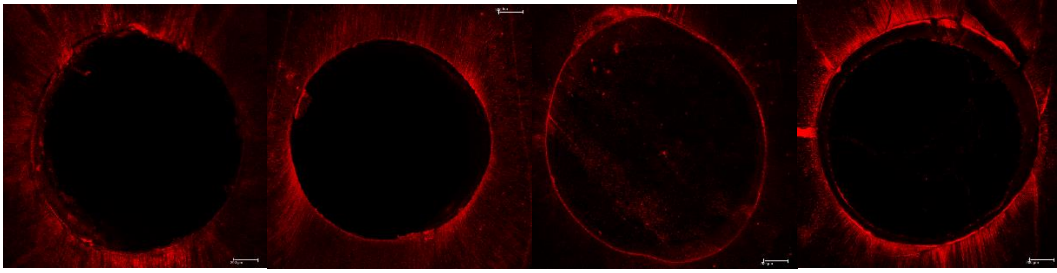
<sup>a,b,c</sup> Diferentes letras na mesma linha indicam diferenças significativas no padrão de resistência ( $p < 0.05$ ). MB, Microbrush; RB, Rotary Brush; AS, Adper Scotchbond Multi-Purpose; RA, Relyx ARC; SU, Scotchbond Universal; RU, Relyx Ultimate.



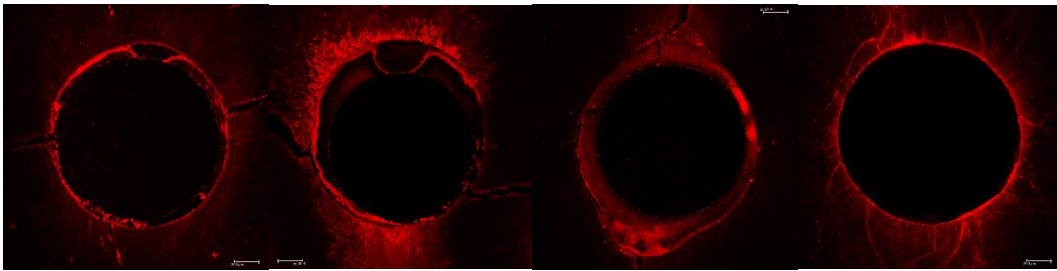
**Figura 1.** Imagem representativa do padrão de falha adesiva: (a) tipo 1, adesiva 1, entre o pino de fibra e o cimento resinoso; (b) tipo 2, adesiva 2, entre o sistema de cimentação e a dentina; (c) tipo 3, coesiva, no interior do sistema de cimentação e (d) tipo 4, mista, combinação de 2 ou mais tipos de falha adesiva. *Escala:* 40 $\mu$ m.



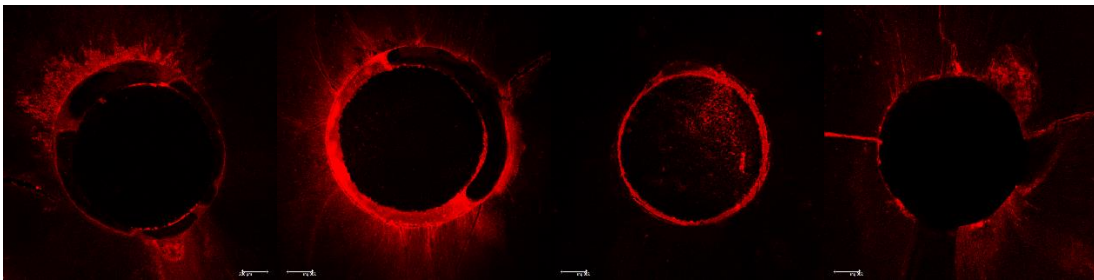
**Figura 2.** Incidência do tipo de padrão de falha adesiva, em função dos métodos de aplicação do sistema adesivo e composição química do cimento resinoso Cervical



Médio



Apical



**Figura 3.** Imagem representativa da extensão de tags formados na dentina do espaço para pino, em função dos métodos de aplicação do sistema adesivo e composição química do cimento resinoso. *Escala:* 200 $\mu$ m.

### 3.2 Publicação 2\*

**Título:** Efeito do modo de aplicação de sistemas adesivos universais na estratégia de condicionamento e enxágue na interface adesiva após cimentação de pinos de fibra

**Título curto:** Efeito do modo de aplicação de sistemas adesivos universais

#### Resumo

**Introdução:** Este estudo avaliou os efeitos dos modos de aplicação de sistemas adesivos universais [aplicadores manuais (MB) ou escova rotativa (RB)] durante a cimentação de pinos de fibra de vidro na resistência de união e modo de falha nos terços cervical, médio e apical dos pinos. Dentina espacial após 6 meses.

**Materiais e Métodos:** Quarenta dentes bovinos foram tratados endodonticamente e preparados para cimentação de pinos de fibra de vidro. Os corpos de prova foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos ( $n = 10$ ), de acordo com o modo de aplicação do adesivo universal, na estratégia etch-and-rinse, e o sistema de cimentação utilizado: MB-SU-RU: adesivo universal Scotchbond aplicado com microbrush e Relyx Ultimate como cimento resinoso; RB-SU-RU: Adesivo Scotchbond Universal aplicado com pincel rotativo e Relyx Ultimate como cimento resinoso; MB-AM-AC: Adesivo Ambar Universal aplicado com microbrush e Allcem Core como cimento resinoso; e, RB-AM-AC: Adesivo Ambar Universal aplicado com pincel rotativo e Allcem Core como cimento resinoso. Após a cimentação, foi realizado o teste de resistência de união por push-out nos diferentes terços do espaço do pino. O modo de falha também foi analisado. ANOVA de duas vias e teste de Tukey foi usado ( $\alpha=5\%$ ).

**Resultados:** Independentemente do terço pós-espaço, o MB-SU-RU apresentou maior resistência de união do que o MB-AM-AC ( $p < 0,05$ ). O uso de escova rotativa aumentou a resistência de união do Scotchbond Universal quando comparado ao grupo RB-AM-AC ( $p < 0,05$ ). O protocolo RB-AM-AC, no terço apical, apresentou a menor resistência de união ( $p < 0,05$ ). Os grupos MB-AM-AC e RB-AM-AC, nos terços cervical e médio, apresentaram maior incidência de falha adesiva tipo 2 e falha mista,

---

\* Artigo redigido segundo as normas do periódico *Dental Materials Journal* para o qual foi submetido

no terço apical. O MB-SU-RU e o RB-SU-RU apresentaram maior incidência de falhas coesivas, independente do terceiro.

**Conclusão:** A aplicação do sistema adesivo Scotchbond Universal com escova rotativa tem efeito positivo com o protocolo de cimentação com Relyx Ultimate. No entanto, para o sistema adesivo Ambar Universal, a aplicação manual com microbrush apresentou maior resistência de união.

**Palavras-chave:** adesivos, resistência de união, cimentos dentários, técnica de pino e núcleo, cimento resinoso.

## Introdução

A simplificação das estratégias de cimentação de pinos de fibra de vidro visa minimizar possíveis erros no mecanismo de adesão do sistema de cimentação à dentina radicular e otimizar o tempo operatório (1,2). Os adesivos universais contribuem significativamente para esta finalidade, pois podem ser utilizados na estratégia de condicionamento e enxágue ou autocondicionante (2,3).

A estratégia etch-and-rinse representa um mecanismo adicional de adesão do adesivo universal à dentina, por microtensão com a matriz de colágeno (3,4). Portanto, o condicionamento ácido e a aplicação uniforme do adesivo na dentina radicular são necessários (3). Dispositivos manuais são rotineiramente usados para aplicar o adesivo no espaço do pino (5). Recentemente, instrumentos específicos, como escovas rotativas mecânicas, foram introduzidos para uso no interior do canal radicular, mas faltam estudos sobre a possibilidade de serem usados para substituir dispositivos manuais (5,6). Esses dispositivos proporcionam um filme mais homogêneo e distribuição uniforme do adesivo sobre o substrato (8,9).

Os adesivos universais são compostos hidrofílicos com pH ácido. Sua camada mais superficial apresenta monômeros ácidos não polimerizados que interagem quimicamente com a amina terciária do cimento resinoso, proporcionando a degradação precoce da interface adesiva e comprometendo a longevidade da adesão e retenção do sistema de cimentação (8,9). Há carência de estudos que avaliem os efeitos da estratégia de condicionamento e enxágue da dentina e a composição

química de diferentes adesivos universais em cimentos resinosos que contenham ou não peróxido de benzoíla (10).

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de diferentes modos de aplicação de sistemas adesivos universais com aplicadores manuais (microbrush - Cavibrush, FGM) ou escovas rotativas (MK Life) na cimentação de pinos de fibra de vidro, nos terços cervical, médio e apical do pós-espço. A resistência de união e o modo de falha foram analisados. As hipóteses nulas testadas foram: (I) não há diferença entre os modos de aplicação do sistema adesivo na resistência de união e modo de falha nos diferentes terços pós-espço; e, (II) não há diferença entre os sistemas adesivos e cimentos resinosos utilizados na resistência de união e modo de falha.

### **Material e métodos**

Quarenta incisivos conóides bovinos com anatomia radicular semelhante foram previamente selecionados e armazenados em solução de timol (0,1%, pH 7,0) a 4°C até seu uso.

### **Preparação de espécimes**

As raízes foram padronizadas com uma extensão de 15 mm a partir do ápice radicular. O preparo químico-mecânico e a obturação dos canais radiculares foram realizados conforme descrito por Peroba Rezende Ramos et al. (11). Os espécimes foram armazenados a 37°C, com 100% de umidade, por 7 dias.

O pós-espço foi preparado com brocas Largo (#1 e #2, Dentsply Sirona, Pirassununga, SP, BR) e complementado com instrumento rotatório específico (Whitepost DC#1; FGM, Joinville, SC, BR), sob irrigação constante com água destilada, no comprimento de 11 mm da superfície cervical da raiz. Em seguida, o pós-espço foi irrigado com 5mL de água destilada e seco com pontas de papel absorvente.

### **Protocolos avaliados**

Todos os pinos de fibra de vidro foram limpos com etanol 95% (Rinse-N-Dry; Racine, WI, EUA) e aplicado 2 camadas de silano (Prosil; FGM, Joinville, SC, BR) em toda a sua extensão. Após o preparo do pós-espço, os espécimes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos (n = 10), de acordo com o modo de aplicação do adesivo

universal, na estratégia etch-and-rinse, e o sistema de cimentação com cimento resinoso dual:

**MB-SU-RU:** Após a limpeza do pino de fibra com álcool, foram aplicadas duas camadas de adesivo universal (Scotchbond Universal; 3M ESPE. St. Louis, MN, EUA). A dentina radicular foi condicionada com ácido fosfórico a 37% (Condac 37; FGM, Joinville, SC, BR) por 15s, lavada com 5mL de água destilada por 30s e seca com pontas de papel absorvente. Duas camadas de Scotchbond Universal (3M ESPE. St. Louis, MN, EUA) foram aplicadas ativamente na dentina por 20 segundos com um microbrush (Cavibrush extrafino; FGM, Joinville, SC, BR). Em seguida, o excesso foi removido com ponta de papel absorvente, seguido de jato de ar suave. Posteriormente, o cimento Relyx Ultimate (3M ESPE, St. Louis, MN, EUA) foi manipulado e inserido no canal radicular com um dispositivo de inserção (Precision; Maquira, Maringá, PR, BR). Assim, o pino de fibra foi posicionado no espaço do pino e fotopolimerizado por 40 s com irradiância de 1.200 mW/cm<sup>2</sup> (Valo; South Jordan, UT, EUA) em cada superfície (vestibular, bucal, mesial, distal e oclusal).

**RB-SU-RU:** Semelhante ao protocolo anterior. Entretanto, a aplicação do sistema adesivo universal (Scotchbond Universal; 3M ESPE. St. Louis, Mn, EUA) foi realizada com escova rotativa (MK Life; Porto Alegre, RD. BR), a 500 rpm.

**MB-SU-RU:** Semelhante ao descrito no primeiro protocolo, mas com o adesivo universal com MDP potencializado (Ambar Universal; FGM, Joinville, SC, BR) e cimento resinoso (Allcem Core; FGM, Joinville, SC, BR).

**RB-AM-AC:** Semelhante ao descrito no protocolo anterior, com a aplicação do adesivo universal (Ambar Universal; FGM, Joinville, SC, BR) com a escova rotativa (MK Life; Porto Alegre, RD. BR) na 500 rpm.

Os corpos de prova foram imersos em petrolato 100% líquido (Nujol; Mantecorp, Rio de Janeiro, RJ, BR) a 37°C, por 6 meses, até serem submetidos aos testes de resistência de união e avaliação do modo de falha.

A Tabela 1 contém a composição dos adesivos universais e cimentos resinosos dual-cure utilizados nos protocolos de cimentação.

### **Avaliação da resistência de união por push-out**

Após 6 meses, os corpos de prova foram posicionados verticalmente e centrados em uma matriz de PVC (21,3 de diâmetro x 20,0 mm de comprimento). Os ápices radiculares foram fixados com cera e o posicionamento verificado com um

paralelômetro (BioArt B2, São Carlos, SP, BR). As matrizes foram preenchidas com resina poliéster (Maxi Rubber, Diadema, SP, BR), mantendo 1,0 mm do terço cervical fora da inclusão. Após 24 horas para polimerização completa da resina, os corpos de prova foram removidos das matrizes e seccionados perpendicularmente com serra diamantada acoplada em máquina de corte de precisão refrigerada a água (Isomet 1000, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, EUA).

Foram obtidos três cortes com 2,0 mm + 0,1 de espessura, dos terços cervical, médio e apical do pós-espço. Cortes cervicais, médios e apicais foram obtidos respectivamente a partir de 1,0, 5,0 e 8,0 mm da superfície cervical radicular, respectivamente. As irregularidades dos cortes foram removidas com lixas de carvão de silício de grão 1200 (Norton, São Paulo, SP, BR) e lavadas em lavadora ultrassônica com água destilada por 5 minutos. Uma máquina universal de ensaios (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil) foi utilizada para o teste de push-out, calibrada na velocidade de 0,5 mm/min, até a ocorreu a ruptura completa do sistema. Os diâmetros da cruzeta utilizados foram 1,2mm, 0,9mm e 0,5mm, respectivamente para os terços pós-espço cervical, médio e apical.

Os valores de força (F) necessários para o deslocamento do conjunto foram obtidos em N (Newton) e posteriormente transformados em resistência de união (MPa), através da fórmula:  $MPa = F/AD$ , onde AD corresponde à área de adesão. A área de adesão foi calculada pela seguinte fórmula:  $AD = \pi \cdot (R + r) \cdot g$ , onde R = raio cervical do canal radicular, em mm; r = raio apical do canal radicular, em mm; g = geratriz do cone invertido, em mm. Os diâmetros cervical e apical dos canais radiculares foram obtidos individualmente por meio de mensuração em estereomicroscópio, com aumento de 5x (Leica Microsystems, Wetzlar, Alemanha). O valor de g foi obtido a partir da equação:  $g = \sqrt{(R - r)^2 + (2,0)^2}$ .

### **Avaliação do modo de falha**

O modo de falha foi analisado em estereomicroscópio (Leica Microsystems, Wetzlar, Alemanha) com aumento de 5x e classificado conforme descrito por Ramos et al. (12): tipo 1 (adesivo 1), falha entre o pino de fibra e o cimento resinoso; tipo 2 (adesivo 2), falha entre o cimento resinoso e a dentina; tipo 3 (coesivo), falha no cimento; e, tipo 4 (misto), vários tipos de falhas combinados.

## **Análise estatística**

Os dados de resistência de união de push-out foram submetidos a ANOVA de duas vias seguido de testes post-hoc de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). O software estatístico SPSS (IBM, Nova York, NY, EUA) foi utilizado para a análise dos dados. O modo de falha foi analisado qualitativamente.

## **Resultados**

Avaliação da resistência de união por push-out

**A Tabela 2** mostra a média aritmética e o desvio padrão (em MPa) da resistência de união dos modos de aplicação do adesivo, em função do terço pós-espço e dos cimentos resinosos utilizados.

A aplicação do adesivo Scotchbond com microbrush apresentou maior resistência de união do que com o adesivo Ambar ( $p < 0,05$ ), independente do terço pós-espço. O uso de escova rotativa para aplicação do adesivo aumentou a resistência de união do grupo Scotchbond Universal (RB-SU-RU) quando comparado ao RB-AM-AC ( $p < 0,05$ ), independente do terço pós-espço. No terço apical, MB-SU-RU e RB-SU-RU foram semelhantes ( $p > 0,05$ ). Enquanto o protocolo RB-AM-AC apresentou a menor resistência de união ( $p < 0,05$ ).

## **Avaliação do modo de falha**

Independentemente do modo de aplicação do adesivo, os grupos com adesivo Ambar Universal (MB-AM-AC e RB-AM-AC), nos terços cervical e médio, apresentaram maior incidência de falha adesiva tipo 2. Os grupos com o adesivo Scotchbond Universal (MB-SU-RU e RB-SU-RU) apresentaram maior incidência de falhas coesivas.

No terço apical, MB-AM-AC e RB-AM-AC tiveram maior incidência de falha mista, enquanto MB-SU-RU e RB-SU-RU tiveram maior incidência de falha coesiva. A Figura 1 mostra a incidência dos modos de falha nos terços do pino, em função do modo de aplicação do adesivo e do tipo de sistema de cimentação.

## **Discussão**

O uso de escovas rotativas para aplicação do sistema adesivo proporcionou efeitos positivos na interface de adesão, nos terços cervical e médio do espaço pino no protocolo de cimentação com Scotchbond Universal e Relyx Ultimate. Por outro

lado, proporcionou efeitos negativos no protocolo de cimentação com Ambar Universal e Allcem Core. Portanto, as hipóteses nulas foram rejeitadas.

A avaliação da interface adesiva formada entre o sistema de cimentação e a dentina radicular pode ser realizada por diversos métodos, como microscopia eletrônica de varredura e/ou microscopia confocal de varredura a laser, testes microbiológicos e infiltração de marcadores específicos (5,13-15). Neste estudo, os efeitos dos protocolos de cimentação foram avaliados por meio do teste de resistência de união push-out. Este método simula as situações clínicas de deslocamento axial do pino de fibra, uma vez que o atrito que ocorre entre o sistema de cimentação e a dentina é perpendicular à direção dos túbulos dentinários (16,17). Portanto, análises que utilizem forças de deslocamento paralelas à direção dos túbulos dentinários, como ocorre na resistência de união ao microcislamento, não são indicadas (18).

A análise comparativa da resistência de união foi realizada apenas entre corpos de prova do mesmo terço do espaço do pino, de modo que a cruzeta entrou em contato com aproximadamente 90% da área ocupada pelo sistema de cimentação e pino de fibra no canal radicular (16, 19). Portanto, evitamos viés de resultados, pois foi utilizada uma cruzeta com diâmetro específico em cada terço do espaço do pino (11,14).

Os valores de resistência de união nos terços cervical e médio do espaço pino foram diferentes entre os protocolos de cimentação. A aplicação do adesivo Ambar Universal, com escova rotativa, apresentou a menor resistência de união ( $p < 0,05$ ). O cimento resinoso Allcem Core possui peróxido de benzoíla em sua composição. Como, em nosso estudo, o Ambar Universal não foi fotopolimerizado antes da cimentação do pino de fibra, é possível que os monômeros ácidos tenham reagido precocemente com a amina terciária presente no cimento resinoso, por meio de uma reação ácido-base, causando a degradação da interface adesiva e redução da resistência de união dos protocolos MB-AM-AC e RB-AM-AC, após 6 meses (9,10). Além disso, monômeros ácidos também podem ter reagido com peróxido de benzoíla, dando origem ao CO<sub>2</sub>, que atua negativamente na polimerização química, interferindo na produção de radicais oxidativos e formação de cadeias poliméricas de metacrilato. Proporciona uma interface adesiva pobre, fator que justifica os resultados obtidos em nosso estudo (20).

A aplicação do Ambar Universal com a escova rotativa interferiu de forma mais agressiva na interface adesiva. Como o adesivo universal é hidrofílico e o pincel

provavelmente proporcionou uma película mais fina sobre a dentina radicular, os fluidos residuais presentes no substrato podem ter migrado mais facilmente para a interface adesivo/dentina, reduzindo o contato com o cimento resinoso dual (Allcem Core), e tendo efeitos negativos na resistência de união (21-23). Por outro lado, o adesivo Scotchbond Universal tem um pH menos ácido e o sistema de polimerização do cimento Relyx Ultimate é diferente do Ambar. Provavelmente as incompatibilidades previamente descritas para o adesivo universal foram minimizadas com este sistema de cimentação (3). Entretanto, nos terços cervical e médio do pós-espço, o protocolo RB-SU-RU proporcionou a maior resistência de união, possivelmente devido à maior uniformidade do filme formado pelo adesivo (5).

A análise do modo de falha identifica o local de maior suscetibilidade à ruptura na interface adesiva (16,19). A classificação descrita por Ramos et al. (12) foi utilizado para diferenciar a ruptura que ocorre entre o sistema de cimentação e o pino de fibra daquela que ocorre entre o adesivo e a dentina, permitindo obter resultados mais confiáveis em relação aos efeitos do modo de aplicação do adesivo no espaço pino adesão dentinária (24,25). A aplicação do adesivo Ambar, independentemente do método e do terço avaliado, apresentou piores modos de falha (Tipo 2 e 4) em relação ao sistema adesivo Scotchbond Universal (falhas coesivas).

A opção de não realizar a fotopolimerização do Ambar Universal pretendia ter um protocolo semelhante ao recomendado para o Scotchbond Universal. No entanto, essa estratégia pode ter influenciado os resultados, o que é uma limitação deste estudo (21,22,26). Análises complementares são necessárias para decidir qual é a estratégia mais adequada para a aplicação de adesivos universais associados a cimentos resinosos duais, a fim de melhorar a adesão dos pinos de fibra à dentina radicular.

## **Conclusões**

A aplicação do adesivo com escova rotativa tem efeito positivo com o protocolo de cimentação com Scotchbond Universal e Relyx Ultimate. No entanto, as escovas rotativas interferem negativamente na interface de adesão com o protocolo de cimentação utilizando Ambar Universal e Allcem Core.

## Referências

1. Ubaldini ALM, Benetti AR, Sato F, Pascotto RC, Medina Neto A, Baesso ML, et al. Challenges in luting fibre posts: Adhesion to the post and to the dentine. *Dent Mater.* 2018;34:1054-62.
2. 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;39:E31-44.
3. Cardoso GC, Nakanishi L, Isolan CP, Jardim PDS, Moraes RR. Bond Stability of Universal Adhesives Applied To Dentin Using Etch-And-Rinse or Self-Etch Strategies. *Braz Dent J.* 2019;30(5):467-75.
4. Pirani C, Chersoni S, Foschi F, Piana G, Loushine RJ, Tay FR, et al. Does hybridization of intraradicular dentin really improve fiber post retention in endodontically treated teeth? *J Endod.* 2005;31:891-4.
5. Alencar CM, Verbicário Dos Santos J, Jassé F, Dos Santos GO, Escalante-Otárola WG, Castro-Nuñez GM, et al. Protocols for Mechanical Cleaning of the Post Space on the Bond Strength Between Root Dentin and Cementation System. *Oper Dent.* 2021;46(4):467-75.
6. Caneppele TM, Zogheib LV, Gomes I, Kuwana AS, Pagani C. Bond strength of a composite resin to an adhesive luting cement. *Braz Dent J.* 2010;21(4):322-6.
7. Stewart BL, Harcourt JK, Tyas MJ. Determination of adhesive bond strength to dentine. A new method. *Aust Dent J.* 1990;35(5):454-8.
8. Ruyter IE. Unpolymerized surface layers on sealants. *Acta Odontol Scand.* 1981;39(1):27-32
9. Cheong C, King NM, Pashley DH, Ferrari M, Toledano M, Tay FR. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one-step systems. *Oper Dent.* 2003;28(6):747-55.
10. Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. *J Adhes Dent.* 2003;5(4):267-82.
11. Peroba Rezende Ramos AT, Fagundes Jordão-Basso KC, Porto TS, Kuga MC. Effect of irrigation protocol during post space preparation on the dentin adhesive interface: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2021;125(2):324.e1-324.e9.

12. Ramos ATPR, Belizário LG, Jordão-Basso KCF, Shinohara AL, Kuga MC. Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface using two fiber posts cementation systems. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2018;24:136-41.
13. Belizário LG, Kuga MC, Hungaro Duarte MA, Só MVR, Keine KC, Pereira JR. Effect of fiber post space irrigation with different peracetic acid formulations on the bond strength and penetration into the dentinal tubules of self-etching resin cement. *J Prosthet Dent.* 2019;122:46.e1-46.e7.
14. Lorenzetti CC, Bortolatto JF, Ramos ATPR, Shinohara AL, Saad JRC, Kuga MC. The effectiveness of glass ionomer cement as a fiber post cementation system in endodontically treated teeth. *Microsc Res Tech.* 2019;82:1191-7.
15. Josic U, Mazzitelli C, Maravic T, Comba A, Mayer-Santos E, Florenzano F, et al. Evaluation of Fiber Post Adhesion to Root Dentin Achieved with Different Composite Cements: 1-year In Vitro Results. *J Adhes Dent.* 2022;24(1):95-104.
16. Pane ES, Palamara JE, Messer HH. Critical evaluation of the push-out test for root canal filling materials. *J Endod.* 2013;39:669-73.
17. Zaniboni JF, Silva AM, Fernández E, de Melo Alencar C, Morais JMP, de Campos EA, et al. Temporary cement residues affect the bond strength and dentin penetration of self-adhesive resin cement in fiberglass post cementation. *Microsc Res Tech.* 2021;84(10):2351-60.
18. Giroto AC, Abuna G, Sanchez-Puetate C, Piccioni MA, Porto TS, Kuga MC. Effect of different adhesive strategies and storage time on bond strength of bi-functional monomers to simulated endodontically-treated dentin. *Dent Mater J.* 2021;40(6):1410-7.
19. Nagas E, Uyanik O, Durmaz V, Cehreli ZC. Effect of plunger diameter on the push-out bond values of different root filling materials. *Int Endod J.* 2011;44(10):950-5.
20. Sanares AM, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater.* 2001;17(6):542-56.
21. Tay FR, Pashley DH, Peters MC. Adhesive permeability affects composite coupling to dentin treated with a self-etch adhesive. *Oper Dent.* 2003;28(5):610-21
22. Tay FR, Pashley DH, Yiu CK, Sanares AM, Wei SH. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part I. Single-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent.* 2003;5(1):27-40.

23. Tay FR, Suh BI, Pashley DH, Prati C, Chuang SF, Li F. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and self-cured or dual-cured composites. Part II. Single-bottle, total-etch adhesive. *J Adhes Dent.* 2003;5(2):91-105.
24. Elnaghy AM. Effect of QMix irrigant on bond strength of glass fibre posts to root dentine. *Int Endod J.* 2014;47(3):280-9.
25. Silva AM, Alencar CM, Jassé FA, Pedrinha VF, Zaniboni JF, Dantas AA, de Campos EA, Kuga MC. Effect of post-space irrigation with acid solutions on bond strength and dentin penetrability using a self-adhesive cementation system. *J Clin Exp Dent.* 2021;13(6):e564-e571
26. Pulido CA, de Oliveira Franco AP, Gomes GM, Bittencourt BF, Kalinowski HJ, Gomes JC, et al. An in situ evaluation of the polymerization shrinkage, degree of conversion, and bond strength of resin cements used for luting fiber posts. *J Prosthet Dent.* 2016;116:570-6.

## Tabelas

**Tabela 1:** Composição dos sistemas adesivos e cimentos resinosos utilizados nos protocolos de cimentação.

<b> Materiais</b>	<b>Manufacturer</b>	<b>Composition</b>
Scotchbond Universal	3M ESPE, St Louis, MN, USA	MDP phosphate monomer, dimethacrylate resins, HEMA, methacrylate-modified polyalkenoic acid copolymer, filler, ethanol, water, initiators, silane
Relyx Ultimate	3M ESPE, St Louis, MN, USA	Methacrylate monomers, radiopaque silanated fillers, initiator components, stabilizers and rheological additives, radiopaque alkaline fillers, pigments, fluorescence dye, dark polymerize activator for SU
Ambar Universal APS	FGM, Joinville, SC, BR	MDP, methacrylic monomers, photoinitiators, co-initiators, and stabilizer.
Allcem Core	FGM, Joinville, SC, BR	Base paste: TEGDMA, BisEMA, BisGMA, camphoroquinone barium-aluminum-silicate microglass, silica nanoparticles;  Catalyst paste: methacrylic monomers, dibenzoyl peroxide and stabilizers, barium-

aluminum-silicate microparticles of 66-67 wt% over the mixture

Bis-GMA: bisphenol-glycidil methacrylate; BisEMA: ethoxylated bisphenol A glycol dimethacrylate; HEMA: 2-hydroxyethyl methacrylate; MDP: 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate; TEGDMA: triethylene glycol dimethacrylate.

**Tabela 2:** Média e desvio padrão (em MPa) dos valores de resistência de união dos modos de aplicação do adesivo, em função do terço pós-espaco e dos cimentos resinosos utilizados.

Terços	MB-SU-RU	RB-SU-RU	MB-AM-AC	RB-AM-AC
Cervical	5.57 ± 0.37 <sup>b</sup>	6.61 ± 0.58 <sup>a</sup>	4.77 ± 0.42 <sup>c</sup>	3.84 ± 0.36 <sup>d</sup>
Médio	5.25 ± 0.42 <sup>b</sup>	6.53 ± 0.51 <sup>a</sup>	4.15 ± 0.42 <sup>c</sup>	3.44 ± 0.57 <sup>d</sup>
Apical	4.93 ± 0.39 <sup>a</sup>	5.23 ± 0.21 <sup>a</sup>	4.09 ± 0.46 <sup>b</sup>	3.25 ± 0.21 <sup>c</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas na resistência de união ( $p < 0.05$ ). MB, Microbrush; RB, Rotary Brush; SU, Scotchbond Universal; RU, Relyx Ultimate; AM, Ambar Universal; AC, Allcem Core.

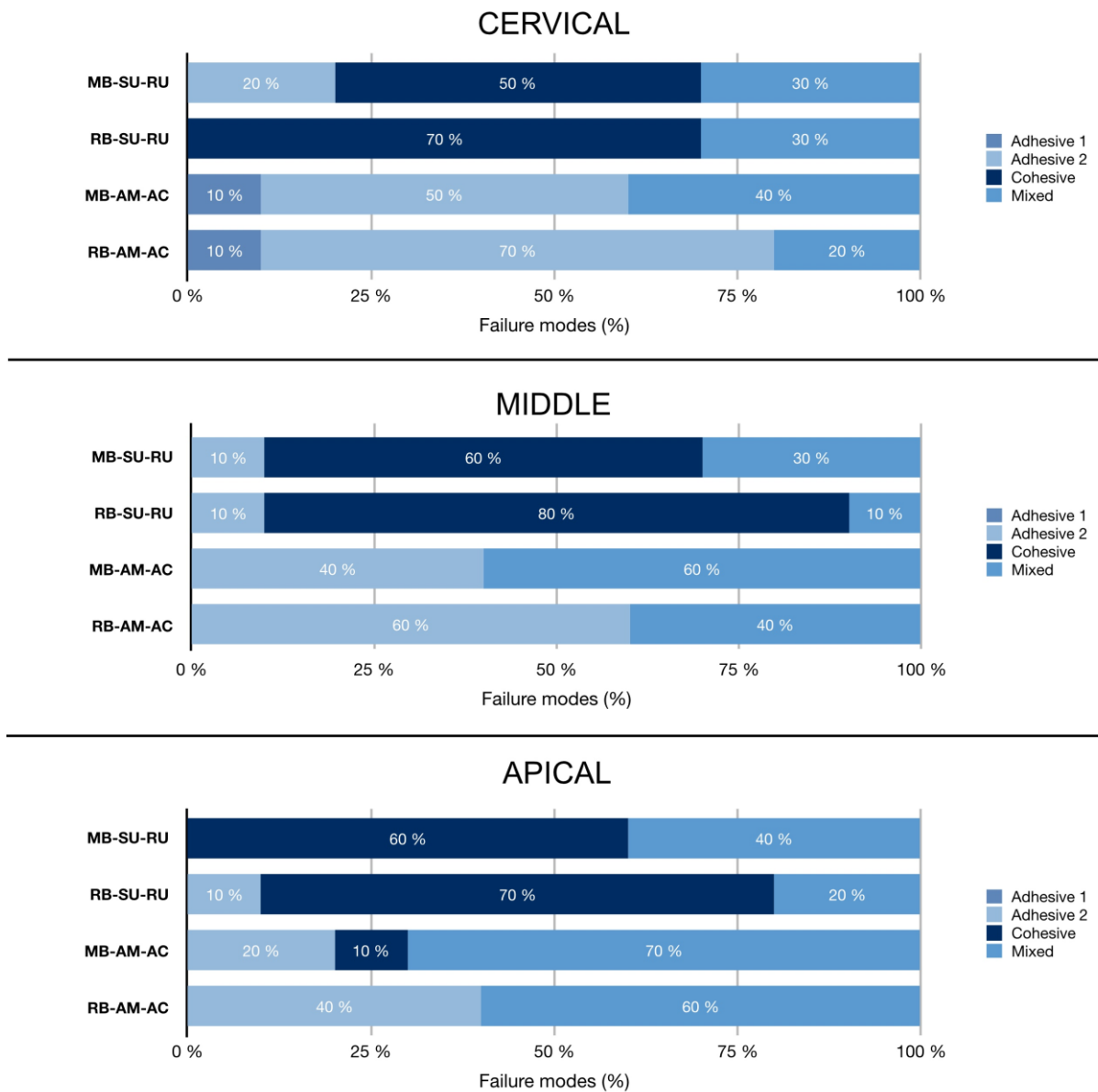


Figura 1. Incidência do modo de falha de acordo com o protocolo de cimentação do pino de fibra.

#### **4 CONCLUSÃO**

À medida que novas técnicas surgem no mercado odontológico, torna-se nossa responsabilidade avaliar o desempenho destes e observar artigos e testes para que novas ideias possam surgir. O desenvolvimento destes estudos nos proporcionando novas ideias que contribuam com o aprimoramento da adesão dos materiais aos tecidos dentários.

## REFERÊNCIAS\*

1. Lorenzetti CC, Bortolatto JF, Ramos ATPR, Shinohara AL, Saad JRC, Kuga MC. The effectiveness of glass ionomer cement as a fiber post cementation system in endodontically treated teeth. *Microsc Res Tech*. 2019; 82(7): 1191-7.
2. Chuang SF, Yaman P, Herrero A, Dennison JB, Chang CH. Influence of post material and length on endodontically treated incisors: an in vitro and finite element study. *J Prosthet Dent*. 2010; 104(6): 379-88.
3. Veríssimo C, Simamoto Júnior PC, Soares CJ, Noritomi PY, Santos-Filho PC. Effect of the crown, post, and remaining coronal dentin on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary central incisors. *J Prosthet Dent*. 2014; 111(3): 234-46.
4. Silva e Souza Jr MH, Carneiro KG, Lobato MF, Silva e Souza P de A, de Góes MF. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *J Appl Oral Sci*. 2010; 18(6): 207-14.
5. Ramos ATPR, Garcia Belizário L, Venção AC, Fagundes Jordão-Basso KC, de Souza Rastelli AN, de Andrade MF et al. Effects of photodynamic therapy on the adhesive interface of fiber posts cementation protocols. *J Endod*. 2018; 44(1), 173-8.
6. Pereira JR, Rosa RA, Só MV, Afonso D, Kuga MC, Honório HM et al. Push-out bond strength of fiber posts to root dentin using glass ionomer and resin modified glass ionomer cements. *J Appl Oral Sci*. 2014; 22(5): 390-6.
7. Rodrigues RV, Sampaio CS, Pacheco RR, Pascon FM, Puppim-Rontani RM, Giannini M. Influence of adhesive cementation systems on the bond strength of relined fiber posts to root dentin. *J Prosthet Dent*. 2017; 118(4), 493-9.
8. 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; 39(1): E31-44.
9. Maroulakos G, He J, Nagy WW. The post-endodontic adhesive interface: theoretical perspectives and potential flaws. *J Endod*. 2018; 44(3): 363-71.
10. Belizário LG, Kuga MC, Hungaro Duarte MA, Só MVR, Keine KC, Pereira JR. Effect of fiber post space irrigation with different peracetic acid formulations on the bond strength and penetration into the dentinal tubules of self-etching resin cement. *J Prosthet Dent*. 2019; 122(1): 46.e1-46.e7.
11. 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. *Dent Mater*. 2018; 34(7): 1054-62.
12. Ruyter IE. Unpolymerized surface layers on sealants. *Acta Odontol Scand*. 1981; 39(1): 27-32.

---

\* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

13. Cheong C, King NM, Pashley DH, Ferrari M, Toledano M, Tay FR. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one-step systems. *Oper Dent.* 2003; 28(6): 747-55.

**Não autorizo a publicação deste trabalho pelo prazo de 2 anos após a data de  
defesa**

**(Direitos de publicação reservado ao autor)**

**Araraquara, 10 de março de 2023.**

**Mateus Zambon**