

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
TESE DE DOUTORADO

JOSÉ CARLOS D'ORNELLAS PEREIRA JÚNIOR

UTILIZAÇÃO DE RESINA BULK-FILL COMO ALTERNATIVA PARA O  
PREENCHIMENTO DO CANAL RADICULAR OU CIMENTAÇÃO DE PINOS  
DE FIBRA DE VIDRO EM DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE

Porto Alegre  
2020

JOSÉ CARLOS D'ORNELLAS PEREIRA JÚNIOR

UTILIZAÇÃO DE RESINA BULK-FILL FLOW COMO ALTERNATIVA PARA O PREENCHIMENTO DO CANAL RADICULAR OU CIMENTAÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO EM DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE.

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de Concentração em Clínica Odontológica, ênfase em Cariologia-Dentística.

**Orientador:**

**Prof. Dr. Fabrício Mezzomo Collares**

Porto Alegre

2020

### CIP - Catalogação na Publicação

JÚNIOR, José Carlos D'Ornellas PEREIRA  
UTILIZAÇÃO DE RESINA BULK-FILL COMO ALTERNATIVA  
PARA O PREENCHIMENTO DO CANAL RADICULAR OU CIMENTAÇÃO  
DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO EM DENTES TRATADOS  
ENDODONTICAMENTE / José Carlos D'Ornellas PEREIRA  
JÚNIOR. -- 2020.

51 f.

Orientador: Fabricio Mezzomo Collares.

Coorientador: Maria Carolina Guilherme Ehardt.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Programa de  
Pós-Graduação em Odontologia, Porto Alegre, BR-RS,  
2020.

1. Adesão. 2. Materiais resinosos. 3. Pinos  
dentários. 4. Cimentação. I. Collares, Fabricio  
Mezzomo, orient. II. Ehardt, Maria Carolina  
Guilherme, coorient. III. Título.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, por estarem sempre prontos, para me apoiar, ajudar, permitir e negar. Em minha criação vocês forneceram uma base sólida, permitiram a construção dos meus valores e confiança necessária para aprimorar meu poder de decisão nas mais diversas e difíceis escolhas realizadas. Tenho certeza que desde que saí de Santa Maria para viver e construir minha vida adulta deixei muitas questões familiares de lado. O tempo passa e passa muito rápido - Hoje sei do valor que pequenas escolhas e atitudes do dia a dia e, por isso, agradeço por tudo, todas as ações, rezas e pensamentos foram fundamentais. Amo vocês.

Ao meu Pai, mais do que agradecer, tenho que me desculpar por toda e qualquer atitude que não tenha sido de seu agrado. Em minha formatura, disseste que batalhou para um dia eu pudesse ser um cirurgião-dentista melhor do que você - acredito que com a finalização desta etapa estou na metade do caminho, meu grande objetivo é te orgulhar em todos os dias que restam de nossas vidas. Você é o elo mais forte que une e mantém vivo o amor desta família. Muito obrigado por tudo - Te amo.

À minha Mãe, que cuida, muitas vezes de maneiras que nem imagino que possam existir, tem um carinho e dedicação diária para nossa família sempre estar confortável, saudável e feliz. És uma pessoa incrível, és merecedora de que Lucas, Márcio e eu façamos no mínimo o mesmo por ti. Gostaria de deixar registrado um pedido para você e para o Pai - Aproveitem o que a vida proporciona, aproveitem seus dias para viver momentos incríveis e também um ao outro - durante muitos anos da vida sei o quanto vocês batalharam para formar três filhos e muitas das vontades pessoais foram deixadas de lado. Invistam na felicidade de vocês. Vocês são merecedores e por isso dedico este trabalho a vocês.

Lucas, obrigado pela maior felicidade que eu tive nos últimos anos, ser padrinho da Lara e acompanhar de perto o crescimento da Luize - ficar conhecido como sendo o Tio Ieié é incrível. Você mantém viva a chama dessa família em diversas situações difíceis, fico muito feliz por todas tuas

conquistas e te peço desculpas por não ser ainda mais próximo. Obrigado, te amo.

Márcio, lembro de quando tinha 12 anos e um colega de colégio me perguntou quem era meu melhor amigo, minha resposta foi “o meu mano do meio”. Você segue sendo essa pessoa e a minha mais forte lembrança de quando o ponteiro do relógio girava diferente. Obrigado por toda criação que me deste e espero poder cada dia estar mais próximo. Aumentando sempre nossos laços e vivendo essa vida de uma maneira mais leve. Obrigado, te amo.

Ao meu falecido avô, que durante este período de doutorado nos deixou. Não tenho palavras que possam mensurar a saudade, escrever e registrar que independente de quanto tempo passe sua imagem de força, união e principalmente integridade se manterá viva. Foi o maior exemplo de pessoa correta que eu tive na vida, sempre com muito amor, cuidado e arte.

À minha falecida avó Odalice, que também perdemos durante o período em que estive realizando o doutorado. Incansável é a palavra que define esta incrível mulher que venceu diversas barreiras na vida para criar dois filhos sozinha e dar amor a todos os netos. Obrigado Vó por todo carinho que deixaste em nossos corações.

Ao meu falecido dindo, Fébus, que também neste período nos deixou. Com seu incrível conhecimento e dedicação aos estudos sempre serviu como exemplo de pessoa ética e moral. Obrigado por ter sido fundamental em minha criação e construção de valores.

À minha avó Terezinha, sei que estás comemorando essa nossa vitória. Agradeço por todo cuidado em minha criação. Sempre empenhada e com muito carinho esteve presente em todos momentos possíveis, cuidando de todos. Te peço desculpas por não estar aí do seu lado. Te amo.

À minha Tia Helena, que foi e é fundamental para minha criação, para esta família. Obrigado por estar sempre presente mesmo em momentos de distância física. Sinto muito sua falta no meu dia-a-dia.

Aos meus outros tios e familiares: Paulo, Toninho, Newton, Criseida, Henrique, Telma, deixo também meu muito obrigado e a certeza de que logo estaremos comemorando esta conquista juntos.

À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que possibilitou meu crescimento profissional. Durante meu período dentro da faculdade tive a sorte de ter mais do que somente um orientador. Aprendi que instituições são feitas de pessoas e com estas pessoas, diariamente, vivi momentos incríveis que lembrarei sempre com muito carinho e respeito. Aonde eu puder, estarei levando, com muito orgulho, o nome desta faculdade.

À professora Maria Carolina Guilherme Erhardt, responsável principal pela minha caminhada no Doutorado, porém presente desde o período de Mestrado. Foi minha mentora, sempre com a sua seriedade e poder de decisão, fundamental para meu processo de amadurecimento. Você é a principal responsável pela minha formação científica e profissional na pós-graduação.

Ao Professor Fabrício Mezzomo Collares, meu orientador e atualmente coordenador do Programa de Pós-Graduação, esteve sempre presente para tirar diversas dúvidas em relação aos trabalhos executados e foi fundamental para finalização desta etapa.

À professora Marisa Maltz, que permitiu meu acesso ao Doutorado e foi responsável por grande parte de minha formação durante meu período de pós-graduação. Minha orientadora durante um longo período.

Ao professor Rodrigo Alex Arthur, meu orientador de Mestrado, responsável pelo meu amadurecimento profissional e minha formação como professor.

Ao professor Fabio Herrmann Coelho-de-Souza, que desde o período de Mestrado esteve muitíssimo presente em minha formação, muito mais do que um tutor, és um grande amigo.

Ao meu amigo Fernando Borba de Araujo, uma pessoa incrível que me acolheu e está muitíssimo presente em minha rotina. És com certeza o maior incentivador de meu trabalho - possibilitando um exponencial crescimento pessoal e profissional nos últimos anos.

Ao professor Lucas Silveira Machado, me ensinou que mais importante do que a seriedade na carreira profissional, está a alegria em fazer o que ama. Foste a pessoa que manteve viva a vontade de seguir adiante nos

momentos mais difíceis. Amigo, daqueles que não importa quanto o tempo passe, não importa o quão próximo estás, sabe-se que sempre estará presente, torcendo pela felicidade.

A todos os professores da UFRGS, em especial aqueles que estiveram mais presentes e foram fundamentais durante a rotina corrida da pós-graduação com seus ensinamentos e amizade: Rafael Melara, Leandro Reichert, Alex Haas, Juliano Cavagni, Marcus Só, Ricardo Rosa, Thaís Thomé, Jefferson Sanada, Myriam Kapczinski, Lina Hashizume, Clarissa Parolo, Juliana Jobim, Adriana Corsetti, Angelo Freddo, Carlos E. Baraldi, Luciano Casagrande, Tiago Fiorini, Vania Fontanella, Cassiano Rosing, Eduardo Gaio.

A todos os colegas de pós-graduação, monitores e alunos de iniciação científica dentro da faculdade ao longo de todos estes anos pelas inúmeras horas de trabalho e descontração.

Ao meu amigo Marcelo Goulart, que esteve sempre disponível, disposto a trabalhar, foste meu braço direito e esquerdo, meu mentor e incentivador em todos momentos, principalmente os mais difíceis. Diariamente sou grato em partilhar com você a carreira de professor e alcançarmos grande objetivos juntos.

Aos colegas, Gabrielle Dutra, Carolina Lindermann, Lisley Ortiz, Carol Makewitz e Raphael Fernandes pelos incríveis momentos vividos juntos, da primeira idéia deste trabalho, passando pela extração de dentes bovinos até a finalização deste trabalho, vocês foram fundamentais.

Aos integrantes da Equipe Operato, Gustavo Petris e Fabio Salomão, juntos somos mais fortes, juntos atingiremos o máximo. Sou grato por todos os momentos junto de vocês.

Aos alunos da ATO 16/01, pelos incríveis momentos vividos juntos, ter sido homenageado por vocês fez tudo isso valer a pena.

A Maria Julia Zanella, que me ouve, incentiva e crítica as minhas decisões. Você foi uma presença fundamental durante o período de Doutorado e continua sendo para minha vida, sou muito grato a você por tudo.

Ao meu amigo, Giovani Chiossi, por ser um amigo incrível desde o primeiro momento que cheguei em Porto Alegre. Amigo para todas as horas e fundamental para meu crescimento pessoal e, conseqüentemente, profissional.

A todos os parceiros de trabalho e parcerias feitas nos últimos anos, em especial a incansável amiga, Roberta Limeira Fulginiti, que está sempre pronta para abraçar a causa, independente da dificuldade e complexidade do desafio.

Ao meu amigo, Olmiro Cezimbra, pessoa com qual compartilho os melhores momentos de minha adolescência e que permanece sendo meu porto seguro para as mais diversas situações da vida, meu companheiro de "1007" - apartamento ao qual dividimos durante meu período de Doutorado, junto do William Drews. Estendo este agradecimento ao Rodrigo Madruga e Gustavo Petter, pessoas que sempre estiveram ao meu lado e fundamentais na minha vida.

"Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro dos gigantes."

Isaac Newton



## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar, *in vitro*, a utilização de uma resina tipo *flow* de baixa contração (*bulk-fill*) como material de preenchimento ou como agente de cimentação para pinos de fibra de vidro (PFV) na resistência de união, comparando-os com cimentos resinosos em diferentes protocolos adesivos. Foi realizado o tratamento restaurador intrarradicular em 120 raízes bovinas com diferentes técnicas adesivas e materiais resinosos de acordo com o grupo alocado (n=20): G1: Adper Single Bond 2 + RelyX ARC + PFV (grupo controle); G2: Adper Single Bond 2 + Filtek Bulk-Fill Flow + PFV; G3: Adper Single Bond 2 + Filtek Bulk-Fill Flow; G4: U200 + PFV; G5: Single Bond Universal + Filtek Bulk-Fill Flow + PFV; G6: Single Bond Universal + Filtek Bulk-Fill Flow. Após o preenchimento radicular, as raízes foram seccionadas transversalmente em espécimes de 1 mm de altura, e foram submetidas ao teste de *push-out* (extrusão) em máquina de ensaio universal (0,5 mm/min). Os dados obtidos (MPa) foram analisados estatisticamente pelos testes one-way ANOVA e Tukey ( $p \leq 0,5$ ). Após a análise estatística, foram encontradas diferenças significativas para os grupos G2 (Adper Single Bond 2 + Filtek Bulk-Fill Flow + PFV) e G5 (Single Bond Universal + Filtek Bulk-Fill Flow + PFV) ( $p > 0,001$ ), os quais apresentaram valores mais elevados de resistência de união. Diferenças entre os terços radiculares (cervical, médio e apical) foram estatisticamente significativas para G2 (Adper Single Bond 2 + Filtek Bulk-Fill Flow + PFV) e G6 (Single Bond Universal + Filtek Bulk-Fill Flow) ( $p > 0,001$ ). A utilização de resina *bulk-fill flow* associada a sistema adesivo convencional ou autocondicionante é uma alternativa para cimentação de PFV gerando valores de resistência de união superiores às estratégias convencionais utilizando sistema adesivo e cimento resinoso.

**Palavras-chave:** Adesão. Materiais resinosos. Pinos dentários. Cimentação.

## ABSTRACT

This present in vitro study aimed to evaluate the use of a bulk-fill flow resin composite as a filling material or a luting agent for glass fiber posts comparing them with conventional (dual) or auto-adhesive resin cements in different adhesive protocols. One hundred and twenty roots of extracted monoradicular bovine teeth were endodontically treated. Glass fiber posts (GFP) were luted according to different adhesive techniques, as follows (n=20): G1: Adper Single Bond 2 + RelyX ARC + GFP (control group); G2: Adper Single Bond 2 + Filtek bulk-fill flow + GFP; G3: Adper Single Bond 2 + Filtek bulk-fill flow; G4: U200 + GFP; G5: Single Bond Universal + Filtek bulk-fill flow + PFV; G6: Single Bond Universal + Filtek bulk-fill flow. After the bonding procedures, the roots were perpendicularly sectioned in 1 mm height specimens, and subsequently submitted to the push-out test in a Universal Testing Machine (0.5 mm/min). Data obtained by the push-out test was statistically analyzed by one-way ANOVA and Tukey's tests ( $p \leq 0.05$ ). It was observed significant differences between groups G2 (Adper Single Bond 2 + bulk-fill + GFP) and G5 (Single Bond Universal + bulk-fill + GFP) ( $p > 0.01$ ), which had higher bond strength values. It could be detected significant differences among the thirds (cervical, medium and apical) for the experimental groups G2 (Adper Single Bond 2 + bulk-fill + PFV) and G6 (Single Bond Universal + bulk-fill) ( $p > 0.001$ ). It could be concluded that flowable bulk-fill resin composites may be an alternative for luting fiber posts, regardless the adhesive system used (total-etch or self-etch).

**Keywords:** Adhesion. Resin-based materials. Dental posts. Luting.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>15</b>
<b>3.1 ARTIGO</b>	<b>16</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Aos 5 anos de idade, 53,4% das crianças brasileiras já contabilizaram valores positivos de CEO-D (expressam a soma dos dentes cariados, perdidos e obturados) e, aos 12 anos, 56,5% apresentam a mesma condição na dentição permanente (CPO-D). Nas idades de 15 a 19, 35 a 44 e 65 a 74 anos, os percentuais foram 76,1%, 99,1% e 99,8%, respectivamente<sup>1</sup>. Estes dados mostram o ponto de partida de muitas restaurações envolvendo dentes com diferentes graus de destruição, desafios clínicos rotineiros e o início do ciclo restaurador.

O planejamento de um trabalho reabilitador longo necessita da compreensão de vários fatores, como comprometimento biológico dos tecidos, oclusão e estética<sup>2</sup>. Na literatura atual, temos uma evidente clareza em relação às vantagens da manutenção do máximo de tecido dentário possível, de uma Odontologia com máxima preservação e mínima intervenção<sup>3</sup>.

Historicamente, uma das alternativas restauradoras para dentes amplamente destruídos são os retentores intrarradiculares e, por muito tempo, acreditou-se que os núcleos metálicos fundidos eram capazes de reforçar dentes com tratamento endodôntico<sup>4</sup>. Entretanto, quando da utilização dessa técnica restauradora, observa-se um elevado percentual de fratura radicular, além de: enfraquecimento radicular devido ao preparo do conduto; falta de retenção do agente cimentante; possibilidade de corrosão; dificuldade de remoção; longo tempo de trabalho; custos laboratoriais, e módulo de elasticidade muito maior que da dentina<sup>5,6</sup>.

A reabilitação estrutural de dentes tratados endodonticamente é um desafio da Odontologia Adesiva. Nesse contexto, a seleção de uma técnica restauradora eficaz é fundamental, no intuito de restabelecer tanto a estética, quanto a função de elementos dentais que possuem significativas perdas estruturais<sup>7</sup>. Quando a escolha restauradora se dá através de retentores intrarradiculares, os pinos de eleição são os pré-fabricados de fibra de vidro, pois apresentam módulo de elasticidade similar ao da dentina, geram menor incidência de fraturas radiculares, são mais estéticos, em associação com materiais resinosos aprimoram suas características e são utilizados sem a necessidade de etapas laboratoriais<sup>8,9,10</sup>. Além disso, percebe-se uma

tendência de que dentes restaurados com materiais de menor rigidez tenham falhas não-catastróficas, sendo esta a conclusão de duas revisões sistemáticas da literatura com meta-análise<sup>11,12</sup>.

A etapa clínica de preenchimento do conduto radicular é um dos passos mais importantes na restauração de dentes tratados endodonticamente<sup>13</sup>. As características ideais de um material para esta finalidade seriam: viscosidade adequada, biocompatibilidade, adesão, módulo de elasticidade próximo ao do tecido dentário, capacidade para dissipar forças igualmente por toda estrutura, grau de conversão suficiente em regiões mais profundas, baixa contração, boas propriedades mecânicas, baixa solubilidade, não necessitar de nenhum desgaste adicional da estrutura dental, possibilidade de reparo, baixa sensibilidade técnica, facilidade de manipulação, tempo de trabalho e permitir posterior reabilitação<sup>13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23</sup>.

Dentre as opções atuais de materiais para fixação de pinos intrarradiculares, os cimentos resinosos são bastante populares, principalmente por serem vinculados ao uso de sistemas adesivos, o que proporciona uma união estável com os tecidos dentinários<sup>24</sup>.

Os cimentos resinosos são compósitos resinosos de baixa viscosidade que promovem um selamento adequado entre um elemento restaurador e o substrato dentário<sup>25</sup>. Estes cimentos diferem de acordo com o pré-tratamento do substrato dentário antes da cimentação e, segundo este critério, podem ser divididos em dois subgrupos: cimentos resinosos convencionais ou autoadesivos<sup>26</sup>. No entanto, a técnica de utilização dos cimentos convencionais, que exigem a utilização prévia de um sistema adesivo convencional, é dividida em vários passos sendo, portanto, complexa e bastante sensível, dependendo de diversos fatores como o próprio operador e qualidade do substrato, o que pode resultar em falhas<sup>27,28</sup>. Os cimentos autoadesivos, por sua vez, surgiram no mercado exibindo características de um protocolo simples de aplicação e foram propostos como uma alternativa para os sistemas de cimentação utilizados até então<sup>29</sup>.

Os cimentos resinosos podem ser classificados também quanto ao sistema de ativação, em sistemas quimicamente ativados, fotoativados, ou de ativação dual<sup>30</sup>. Independente de qual seja o material utilizado, é observado na

literatura uma menor resistência adesiva em regiões mais profundas<sup>31</sup>. A dissipação da luz em grandes profundidades é um desafio: caso a luz não consiga atingir toda a extensão do canal radicular igualmente, haverá redução da qualidade final dos materiais resinosos, com consequente baixo grau de conversão dos monômeros em algumas regiões<sup>32</sup>. O conhecimento das capacidades de cada aparelho fotopolimerizador, como colimação, potência, tempo necessário e comprimento de onda compatível com o material resinoso é fundamental<sup>33,34,35,36,37</sup>.

É possível encontrar maior quantidade de falhas no terço apical e uma camada híbrida mais eficiente nos terços coronário e médio<sup>17,31</sup>. Estas falhas podem ser explicadas pela dificuldade de acesso dos materiais em regiões mais profundas, influenciando negativamente na qualidade do preparo, aplicação do sistema adesivo, do cimento resinoso e do acesso à luz<sup>17,31,33,34,35,36,37</sup>.

No processo de cimentação, paredes opostas são unidas, resultando assim em um elevado fator de configuração cavitária (fator C) dentro do canal radicular<sup>38</sup>. Tal condição aumenta a contração de polimerização inerente aos materiais resinosos, podendo trazer falhas principalmente em casos com pouco remanescente coronário ou com deficiente adaptação do pino às paredes do canal radicular<sup>39</sup>. A falta de adaptação do pino pré-fabricado faz com que seja necessário um maior volume de cimento e consequentemente, uma maior linha de cimentação, determinando um maior desafio da interface adesiva durante a polimerização<sup>39</sup>. Por isso, é importante a obtenção de uma linha de cimentação o mais fina possível, trazendo benefícios mecânicos, biológicos e microbiológicos<sup>22,39</sup>.

Nos últimos anos, novos materiais restauradores vêm sendo desenvolvidos, e novas técnicas sendo empregadas, tais como compósitos para grandes quantidades de preenchimento em incremento único (também chamadas de resinas bulk-fill), que podem ser aplicados em espessuras de até 4 mm em cavidades Classe I e até 5 mm em cavidades Classe II<sup>40</sup>.

As resinas bulk-fill estão sendo recomendadas em função da capacidade de compensar o alto fator C de cavidades em dentes posteriores, adaptando-se melhor às paredes do preparo, reduzindo as chances de

inserção de bolhas de ar por reduzir a quantidade de incrementos, além da baixa contração de polimerização<sup>38,41</sup>. Também, a resina bulk-fill apresenta um baixo módulo de elasticidade e uma adesão eficiente à estrutura dentária, características imprescindíveis para que ocorra uma efetiva transmissão de tensões entre os corpos, fazendo com que eles se comportem como um corpo único<sup>42</sup>. Restaurações com resinas do tipo bulk-fill dependem do protocolo de fotopolimerização e maior irradiância em menor tempo devem ser utilizados com cuidado, pois comprometem o comportamento mecânico do material<sup>34,43</sup>.

Quando comparamos as resinas bulk-fill com cimentos resinosos já utilizados para cimentação e preenchimento do conduto radicular, percebemos que esse material apresenta inúmeras características interessantes para um agente cimentante, tais como: como alta fluidez, baixa contração de polimerização, baixo módulo de elasticidade, maior translucidez, além de boas propriedades mecânicas e adesivas<sup>44</sup>. Tendo em vista essas características, a utilização destas resinas como agente de cimentação ou preenchimento de canais radiculares surge como possibilidade operatória que merece ser investigada.

## 2 OBJETIVOS

### Objetivo geral

O objetivo desta tese foi avaliar a possibilidade do uso de uma resina *flow* de baixa contração (bulk-fill) como material de preenchimento intrarradicular ou agente de cimentação para pinos de fibra de vidro, comparando-os com cimentos resinosos em diferentes protocolos adesivos.

### Objetivo específico

Avaliar, *in vitro*, através do teste de *push-out*, a resistência de união de diferentes protocolos de cimentação ou preenchimento do canal radicular de dentes bovinos utilizando cimento convencional, autoadesivo e resinas do tipo bulk-fill.

Comparar os valores de resistência de união entre o 3 terços radiculares.

Verificar os padrões de falha ocorridos.



### 3 METODOLOGIA

Esta tese contém o artigo intitulado “**Avaliação da resistência adesiva intracanal de diferentes alternativas restauradoras para dentes tratados endodonticamente**”. Este trabalho avalia, *in vitro*, a resistência adesiva de diferentes protocolos de cimentação de pinos de fibra de vidro e a estratégia de preenchimento do canal radicular com resina de baixa contração utilizando teste mecânico de *push-out*.

### 3.1 Artigo

#### **Avaliação da resistência adesiva intracanal de diferentes alternativas restauradoras para dentes tratados endodonticamente.**

d'Ornellas Pereira Junior JC<sup>1</sup>, Goulart M<sup>1</sup>, Lindermann C<sup>1</sup>, Crestani GD<sup>1</sup>,  
Collares FM<sup>1</sup>, Erhardt MC<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre

Autor Correspondente: Maria Carolina Guilherme Erhardt

E-mail: carolinabee@hotmail.com

Endereço: R. Ramiro Barcelos 2492. Porto Alegre, RS, 90035-004, Brazil

#### **RESUMO**

O objetivo do presente estudo foi avaliar, *in vitro*, a utilização de uma resina tipo *flow* de baixa contração (*bulk-fill*) como material de preenchimento ou como agente de cimentação para pinos de fibra de vidro (PFV), comparando-os com cimentos resinosos em diferentes protocolos adesivos. Foi realizado o tratamento restaurador intrarradicular em 120 raízes bovinas com diferentes técnicas adesivas e materiais resinosos de acordo com o grupo alocado (n=20): G1: Adper Single Bond 2 + RelyX ARC + PFV (grupo controle); G2: Adper Single Bond 2 + Filtek Bulk-Fill Flow + PFV; G3: Adper Single Bond 2 + Filtek Bulk-Fill Flow; G4: U200 + PFV; G5: Single Bond Universal + Filtek Bulk-Fill Flow + PFV; G6: Single Bond Universal + Filtek Bulk-Fill Flow. Após o preenchimento radicular, as raízes foram seccionadas transversalmente em espécimes de 1 mm de altura, e foram submetidas ao teste de *push-out* (extrusão) em máquina de ensaio universal (0,5 mm/min). Os dados obtidos (MPa) foram analisados estatisticamente pelos testes one-way ANOVA e Tukey ( $p \leq 0,5$ ). Após a análise estatística, foram encontradas diferenças significativas para os grupos G2 (Adper Single Bond 2 + Filtek Bulk-Fill Flow + PFV) e G5 (Single Bond Universal + Filtek Bulk-Fill Flow + PFV) ( $p > 0,001$ ), os quais apresentaram valores mais elevados de resistência de união. Diferenças entre os terços radiculares (cervical, médio e apical) foram estatisticamente

significativas para G2 (Adper Single Bond 2 + Filtek Bulk-Fill Flow + PFV) e G6 (Single Bond Universal + Filtek Bulk-Fill Flow) ( $p > 0,001$ ). A utilização de resina bulk fill flow é uma alternativa viável para cimentação de pinos de fibra de vidro gerando valores de resistência de união superiores às estratégias convencionais utilizando sistema adesivo e cimento resinoso.

**Palavras-chave:** Adesão. Materiais resinosos. Pinos dentários. Cimentação.

### **ABSTRACT**

This present *in vitro* study aimed to evaluate the use of a bulk-fill flow resin composite as a filling material or a luting agent for glass fiber posts comparing them with conventional (dual) or auto-adhesive resin cements in different adhesive protocols. One hundred and twenty roots of extracted monoradicular bovine teeth were endodontically treated. Glass fiber posts (GFP) were luted according to different adhesive techniques, as follows ( $n=20$ ): G1: Adper Single Bond 2 + RelyX ARC + GFP (control group); G2: Adper Single Bond 2 + Filtek bulk-fill flow + GFP; G3: Adper Single Bond 2 + Filtek bulk-fill flow; G4: U200 + GFP; G5: Single Bond Universal + Filtek bulk-fill flow + PFV; G6: Single Bond Universal + Filtek bulk-fill flow. After the bonding procedures, the roots were perpendicularly sectioned in 1 mm height specimens, and subsequently submitted to the push-out test in a Universal Testing Machine (0.5 mm/min). Data obtained by the push-out test was statistically analyzed by one-way ANOVA and Tukey's tests ( $p \leq 0.05$ ). It was observed significant differences between groups G2 (Adper Single Bond 2 + bulk-fill + GFP) and G5 (Single Bond Universal + bulk-fill + GFP) ( $p > 0.01$ ), which had higher bond strength values. It could be detected significant differences among the thirds (cervical, medium and apical) for the experimental groups G2 (Adper Single Bond 2 + bulk-fill + PFV) and G6 (Single Bond Universal + bulk-fill) ( $p > 0.001$ ). It could be concluded that flowable bulk-fill resin composites may be an alternative for luting fiber posts, regardless the adhesive system used (total-etch or self-etch).

**Keywords:** Adhesion. Resin-based materials. Dental posts. Luting.

## INTRODUÇÃO

No processo de cimentação intrarradicular, paredes opostas são unidas, resultando em um elevado fator de configuração cavitária (fator C) <sup>1,2</sup>. A falta de adaptação do pino pré-fabricado faz com que seja necessário um maior volume de cimento e, conseqüentemente, uma maior linha de cimentação, determinando um maior desafio da interface adesiva durante a polimerização<sup>3</sup>. Nos últimos anos, novos materiais restauradores vêm sendo desenvolvidos, um exemplo disto são as resinas bulk-fill: compósitos para grandes quantidades de preenchimento, que podem ser utilizadas em incremento único<sup>4</sup>.

As resinas do tipo bulk-fill foram desenvolvidas para ser mais uma opção na realização de restaurações diretas. Por suas características, é possível reduzir o número de incrementos, diminuir o tempo clínico e aprimorar a técnica restauradora com menor incorporação de falhas<sup>2,5</sup>. As vantagens de restaurar com essas resinas e utilizar menor quantidade de incrementos são: maior facilidade técnica, menor estresse de polimerização gerado ao dente, capacidade de compensar o alto fator C de cavidades, adaptar-se melhor ao tecido dental e reduzir as chances de inserção de bolhas de ar<sup>6,7</sup>. Além disso, esta classe de materiais apresenta um baixo módulo de elasticidade e uma adesão eficiente à estrutura dentária, características imprescindíveis para que ocorra uma efetiva transmissão de tensões entre os corpos, fazendo com que eles se comportem como um corpo único<sup>8</sup>.

Estudos têm investigado a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente restaurados com resinas bulk-fill convencional, resina bulk-fill de consistência regular, resina bulk-fill *flow* e compósito reforçado por fibra, e não encontraram diferenças significativas entre os materiais e técnicas restauradoras utilizadas.<sup>9,10</sup> Na literatura também encontramos avaliação de resistência a fratura de dentes com tratamento endodôntico restaurados utilizando fibra na porção coronária, com resina convencional, resina bulk-fill *flow* e compósito reforçado por fibra de vidro na presença ou ausência de retenções e seus achados foram semelhantes, sem diferença significativa entre os grupos<sup>11</sup>.

Quando as resinas bulk-fill são comparadas com cimentos resinosos utilizados para cimentação de pinos de fibra de vidro nos condutos radiculares,

percebe-se que esse material apresenta inúmeras características interessantes para um agente cimentante, tais como alta fluidez, baixa contração de polimerização, baixo módulo de elasticidade, maior translucidez, além de boas propriedades mecânicas e adesivas<sup>12</sup>.

O objetivo do presente estudo foi avaliar, *in vitro*, a possibilidade do uso de uma resina *flow* de baixa contração (bulk-fill) como material de preenchimento intrarradicular ou agente de cimentação para pinos de fibra de vidro, comparando-os com cimentos resinosos com diferentes protocolos adesivos. A hipótese nula é que não existe diferença entre os grupos testados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O presente estudo foi realizado no Hospital Odontológico da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O projeto foi submetido e aprovado pela COMPESQ-FOUFRGS (ANEXO A). A secção das raízes e a metodologia de *push-out* foram executadas no Laboratório de Materiais Dentários (LAMAD) da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A amostra correspondeu a 120 dentes bovinos, os quais foram extraídos e doados do frigorífico Irmãos Hoffmeister e Cia Ltda para a Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com avaliação sanitária pelo Ministério da Saúde e consentimento do médico veterinário responsável (ANEXO B).

### SELEÇÃO E PREPARO DOS DENTES

Foram extraídos 290 dentes bovinos monorradiculares e estes foram limpos com lâminas de bisturi e curetas periodontais e, posteriormente, polidos com taça de borracha, pedra pomes e água. Após a limpeza, as raízes foram seccionadas com disco diamantado de dupla face (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) sob jato de água constante, de maneira que o remanescente radicular apresentasse 15 mm de comprimento. Seus diâmetros vestibulo-lingual e méso-distal foram medidos utilizando paquímetro digital, obtendo como médias valores de 7,6mm e 6,4mm respectivamente. Para inclusão no estudo, definiu-se que a máxima variação dessas medidas seria de 10% (1,4 mm e 1,5 mm). Além disso, as raízes deveriam ser retas, apresentar integridade tecidual e diâmetro de canal menor do que 2,2 mm (correspondente a do pino - DCE 2.0 (Whitepost, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil)). As raízes foram armazenadas em *ependorfs* e refrigeradas a uma temperatura de 10°C em solução aquosa.

Sendo assim, uma amostra de 120 dentes bovinos foi constituída, a qual foi dividida aleatoriamente em 6 grupos experimentais, resultando em um n=20.

Quadro 1 – Distribuição dos grupos experimentais.

Grupo	Descrição
Grupo 1 <b>(SB+ARC+PFV)</b>	Adper Single Bond 2 + RelyX ARC + Pino de fibra de vidro
Grupo 2 <b>(SB+BF+PFV)</b>	Adper Single Bond 2 + Filtek Bulk-fill Flow + Pino de fibra de vidro
Grupo 3 <b>(SB+BF)</b>	Adper Single Bond 2 + Filtek Bulk-fill Flow
Grupo 4 <b>(U200+PFV)</b>	RelyX U200 + Pino de fibra de vidro
Grupo 5 <b>(U+BF+PFV)</b>	Single Bond Universal + Filtek Bulk-fill Flow + Pino de fibra de vidro
Grupo 6 <b>(U+BF)</b>	Single Bond Universal + Filtek Bulk-fill Flow

O tratamento endodôntico dos canais radiculares foi realizada através da instrumentação por meio de sequência de brocas Gates-Glidden (Malleifer, Ballaigues, Switzerland) com irrigação de hipoclorito de sódio a 1%, até alcançar o forame apical, com visão direta do ápice. As brocas Gates-Glidden n°2 e n°3 foram utilizadas em toda a extensão do canal radicular e a broca Gates-Glidden n°4 apenas no terço cervical. A irrigação final do canal foi realizada com soro fisiológico.

Quadro 2 – Materiais adesivos utilizados no estudo.

Produto	Composição	Validade	Lote	Fabricante
RelyX ARC	Bis-GMA, TEGDMA, pigmentos, amina terciária, peróxido de benzoíla e zircônia/sílica com 67,5% em peso e tamanho médio das partículas de 1,5µm	NOV/2018	17037000 68	3M do Brasil Ltda
RelyX U200	Pasta base: Pó de vidro tratado com silano, ácido 2-propenóico, 2-metil, 1,1'- [1-(hydroxymetil)-1,2-ethanodiy] éster, TEGDMA, 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. Com 70% de carga em peso e tamanho médio das partículas de 12,5µm.	SET/2017	623993	3M Deutschland GmbH
Filtek Bulk-fill Flow	Matriz orgânica: Bis-GMA, Análogo de baixa viscosidade do BisGMA (Procrylat), Bis-EMA (6) e UDMA. Parte inorgânica: Zircônia/Sílica (0,01 a 3,5µm), Fluoreto de Iterbio (0,1 a 5µm). 64,5% em peso, 42,5% em volume.	ABR/2020	17237006 42	3M do Brasil Ltda
Adper Single Bond 2	Bis-GMA, HEMA, diuretano dimetacrilato, copolímeros do ácido polialcenóico, canforoquinona, água e etanol, glicerol 1, 3 dimetacrilato, 10% em peso de sílica coloidal (carga).	AGO/2018	N729516	3M do Brasil Ltda
Single Bond Universal	Bis-GMA, metacrilato de 2-hidroxieta, 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.	NOV/2019	17214003 58	3M do Brasil Ltda
Prosil	3-Metacriloxipropiltrimetoxisilano (5%), etanol (85%) e água (10%)	JUN/2019	270617	FGM
Whitepost	Fibra de vidro (80%) e resina Epóxi (20%)	ABR/2022	060417	FGM
Ultra-etch	Ácido Fosfórico 35%	FEV/2019	DO12G	Ultradent

A obturação dos canais radiculares foi executada com cones de guta-percha (Maillefer, Ballaigues, Switzerland) cimentados com o cimento endodôntico Sealer 26 (Dentsply - Imp. Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ). A condensação foi feita por meio de condensadores de guta-percha McSpadden (Malleiffer Ballaigues, Switzerland) e por calcadores tipo Paiva (SS White Duflex, Rio de Janeiro, Brasil) aquecidos ao rubro em lamparina. A condensação vertical foi realizada com calcadores Paiva frios. As raízes foram



armazenados por uma semana e então desobturados 10 milímetros com brocas tipo largo nº 5 (Dentsply - Imp. Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ), usando como referência limitadores de penetração (Maillefer, Ballaigues, Switzerland), mantendo um remanescente de 5 milímetros de guta-percha. A desobturação dos canais radiculares foi executada pelas brocas dos pinos disponibilizadas pelo fabricante (Whitepost, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil), tendo estas o diâmetro e formato correspondentes ao do pino cimentado.

### PROCESSO DE CIMENTAÇÃO

O pino de fibra de vidro pré-fabricado de dupla conicidade DCE 2.0 (Whitepost, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) foi primeiramente testado no interior do canal radicular e radiografado para avaliação da adaptação nas paredes. O preparo prévio do pino foi realizado por meio de uma limpeza com álcool e lavagem com spray de ar e água por 30 segundos<sup>13</sup>. Foi realizada a secagem do pino e aplicação do silano (Prosil, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil), e, após o tempo de um minuto, o silano foi secado com leve jato de ar<sup>13</sup>. Uma fina camada de adesivo correspondente ao grupo selecionado foi aplicado sobre o pino utilizando microbrush fino (FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) e fotoativado por 20 segundos com o fotopolimerizador VALO (Ultradent, EUA) com potência ajustada de 1000mw/cm<sup>2</sup>.

Cada grupo teve o canal preenchido de acordo com os protocolos pré-estabelecidos. A secagem do canal foi realizada com cones de papel absorvente (Maillefer, Ballaigues, Switzerland) e a aplicação de adesivo com microbrush fino (FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil).

Para o Grupo 1, a inserção de cimento dentro do canal radicular foi realizada por meio de uma seringa Injetora Precision (Maquira Indústria de Produtos Odontológicos S.A - Maringá, PR, Brasil) com ponteira agulhada. Após garantia de uma correta adaptação do pino e remoção dos excessos, esperou-se um tempo de cinco minutos sob leve pressão para sua presa química inicial e então foi realizada a fotoativação com 1.000 mW/cm<sup>2</sup> por 20 segundos e mais 2 ativações de 4 segundos com 1.400 mW/cm<sup>2</sup> com o

aparelho fotopolimerizador LED VALO (Ultradent, EUA)<sup>14,15</sup> encostado e com o feixe de luz paralelo ao longo eixo do pino. Este protocolo foi proposto para gerar 31.2J/cm<sup>2</sup> de energia divididas em 3 ativações, visto a dificuldade de penetração da luz em 10mm de profundidade e a já reportada necessidade de energia entre 16J e 20J para um adequado grau de conversão da resina composta<sup>16</sup>. Este valor foi utilizado através de informações contidas na literatura, onde um espécime de 6mm de profundidade atingiu dureza Vickers de 43,4 na sua maior profundidade, com a fonte de luz localizada a 7mm da superfície deste espécime, utilizando o mesmo aparelho fotopolimerizador<sup>17</sup>. Além disso, a irradiância recebida na superfície do espécime foi de 646mw/cm<sup>2</sup> no modo potência padrão (1.000 mW/cm<sup>2</sup>) e 875mw/cm<sup>2</sup> no modo de alta potência (1.400 mW/cm<sup>2</sup>)<sup>17</sup>.

No processo de cimentação para o Grupo 4 (RelyX U200), o canal foi preenchido utilizando a ponta de auto-mistura produzida pelo próprio fabricante do material, depois o pino foi inserido e, após avaliada sua correta adaptação, os excessos foram removidos e foram aguardados 5 minutos com leve pressão no pino para possibilitar o correto processo de adesão promovido por este material e sua presa química inicial recomendada pelo fabricante – seguiu-se a fotopolimerização com o mesmo protocolo anteriormente realizado no grupo 1.

Para os grupos onde foram cimentados pinos de fibra de vidro com resinas do tipo bulk-fill *flow* (G2 e G5), o material resinoso foi inserido por meio da ponteira do fabricante, levando a resina do fundo do conduto e preenchendo os 10 milímetros de apical até cervical, o pino de fibra de vidro foi posicionado, foi checado sua adaptação, os excessos foram removidos e a fotopolimerização do material foi realizada pelo mesmo protocolo dos grupos anteriores.

O preenchimento do canal radicular com resinas bulk-fill *flow* (G3 e G6) foi executado por meio da ponteira do fabricante, levando a resina do fundo do conduto e preenchendo os 10 milímetros de apical até cervical, seguida de fotopolimerização do material pelo mesmo protocolo dos grupos anteriores.

Em todos os grupos experimentais, os dentes tiveram suas etapas de polimerização com a amostra inserida em uma matriz de polivinil siloxano, evitando a dissipação da luz através das paredes externas da raiz.

Quadro 3 – Protocolo de aplicação dos sistemas adesivos utilizados no estudo.

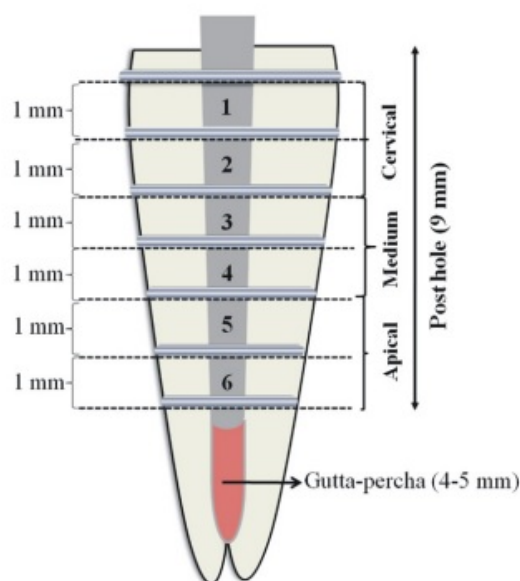
Produto	Modo de aplicação
Single Bond Universal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Aplicação ativa por 20 segundos do adesivo;</li> <li>2) Remoção de excessos com microbrush seco;</li> <li>3) Leve secagem por 5 segundos;</li> <li>4) Fotopolimerização 20 segundos modo padrão.</li> </ol>
Adper Single Bond 2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Condicionamento ácido por 15 segundos;</li> <li>2) Lavagem 15 segundos;</li> <li>3) Secagem com cones de papel;</li> <li>4) Aplicação ativa por 15 segundos do adesivo;</li> <li>5) Remoção de excessos com microbrush seco;</li> <li>6) Leve secagem por 5 segundos;</li> <li>7) Fotopolimerização 20 segundos modo padrão.</li> </ol>

#### PREPARO DOS ESPÉCIMES

As raízes restauradas foram armazenadas por uma semana, para então iniciar as secções em fatias com a máquina de corte Isomet (Buehler UK LTD, Lake Bluff, USA). O corte foi realizado perpendicularmente ao longo eixo das raízes, com água corrente em abundância, em pontos demarcados, que foram equivalentes a 7 fatias, sendo a primeira secção somente para alinhamento das próximas. As 6 fatias restantes possuíam espessura de 1mm, sendo as duas primeiras consideradas terço cervical (C1 e C2), as próximas duas, terço médio (M1 e M2) e as duas últimas, terço apical (A1 e A2), os quais se inseriam aquém do material obturador.

À medida em que cada fatia era cortada, foram medidas e anotadas a espessura e os raios tanto vestibulo-lingual quanto mésio-distal, para posterior cálculo estatístico.

Figura 1 – Esquema da preparação dos espécimes para a realização do teste de *push-out* – foram feitas 7 demarcações para obtenção de 6 fatias de 1 mm de espessura.

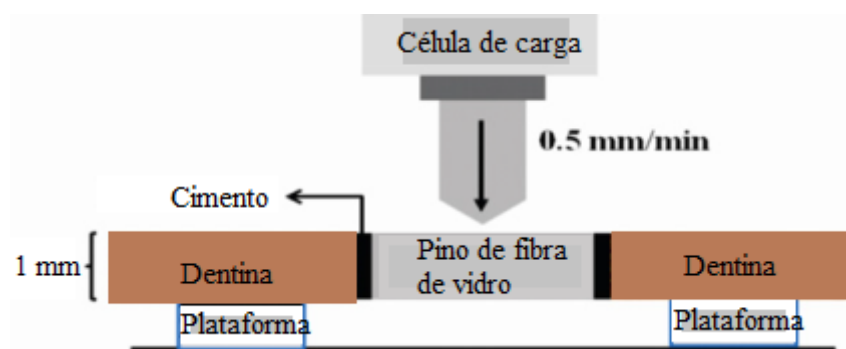


Fonte: ERDEMIR et al., 2010, p. 538.<sup>18</sup>

#### TESTE DE PUSH-OUT

A partir das fatias obtidas, foi dado início ao teste *push-out*, utilizando a máquina de ensaio universal (EZ – SX, Shimadzu – Japão) com célula de carga de 50 kgf. As fatias foram posicionadas com a porção cervical para baixo em uma base metálica que apresentava um orifício maior com vinte milímetros de diâmetro e em seu interior uma base menor com três milímetros, a qual o orifício coincide com o retentor cimentado. No mordente da máquina de ensaio, foi fixada uma ponta ativa cilíndrica com 1,5 milímetros de diâmetro, a qual se deslocou no eixo longitudinal em uma velocidade de 0,5 milímetros por minuto, até o deslocamento do retentor intrarradicular.

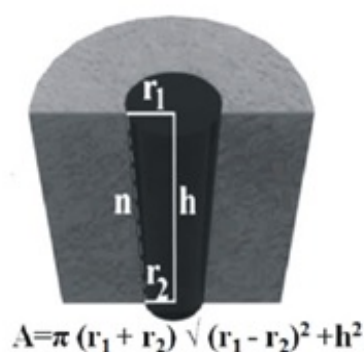
Figura 2 - Dispositivo do teste de push-out.



Fonte: ERDEMIR et al., 2010, p. 538.<sup>18</sup>

Para calcular a superfície adesiva exata, a conicidade do pino foi considerada. Em cada amostra, o diâmetro do pino na parte superior e inferior da fatia foi medido com auxílio de um paquímetro e a superfície adesiva foi calculada pela fórmula da área do tronco do cone, conforme a Figura 3. Após, o valor da resistência de união de cada espécime foi calculado em Mega Pascal (MPa) dividindo a força encontrada no teste de *push-out*, em Newtons (N), pela área, em mm<sup>2</sup>, encontrada pela fórmula.

Figura 3 – Determinação da área da interface entre pino e dentina: fórmula da área de um tronco, sendo R1 o raio superior do canal, R2 o raio inferior, e H a altura do espécime.



Fonte: ERDEMIR et al., 2010, p. 538.<sup>18</sup>

## ANÁLISE DOS DADOS

O padrão de fratura foi analisado com lupa binocular TM3 4,5x (Ultralight Optics Brasil, Santo André, SP, Brasil). As mesmas foram classificadas de acordo com a classificação também realizada no estudo de Dumami et al. (2016)<sup>12</sup>:

- 1- Falha adesiva-dentina - Entre agente de cimentação e dentina radicular;
- 2- Falha adesiva-pino - Entre agente de cimentação e pino de fibra de vidro;
- 3- Falha mista - Falha que envolva 2 ou mais regiões;
- 4- Falha coesiva - Falha interna do material.

Os dados foram analisados para verificação da distribuição da amostra. Após a confirmação da distribuição normal dos dados através do teste de Kolmogorov-Smirnov, os dados foram testados utilizando a Análise de Variância de uma via (ANOVA) e o teste post-hoc de Tukey. A análise foi realizada em um nível de significância de 95% no software SPSS 22.0 (IBM Statistics).

## RESULTADOS

Os resultados da análise de comparação das médias de resistência de união para todos os grupos experimentais estão descritos na Tabela 1. Pode-se observar que as médias de resistência de união dos grupos G2 e G5 foram estatisticamente superiores, ambos com resina Filtek Bulk-fill Flow e pino de fibra de vidro, apresentando diferença estatística ( $p < 0,001$ ) em relação aos grupos G1, G3, G4 e G6.

Tabela 1 – Média e desvio padrão para os seis grupos experimentais analisados no presente estudo.

Grupo	n	Média (MPa)	Desvio Padrão	IC (95%)
1) SB+ARC+PFV	20	5,54 B	2,88	4,19 – 6,90
2) SB+BF+PFV	20	8,04 A	2,43	6,89 – 9,18
3) SB+ BF	20	5,50 B	3,24	3,98 – 7,02
4) U200+PFV	20	5,69 B	1,72	4,88 – 6,50
5) U+BF+PFV	20	8,22 A	3,59	6,54 – 9,91
6) U+ BF	20	5,83 B	2,10	4,85 – 6,82
Total	120	6,47	2,93	5,94 – 7,00

\*Letras iguais não diferem estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ).

As comparações entre terços foram feitas dentro de cada grupo, e estão apresentadas na Tabela 2. Para cada grupo experimental, foram avaliados dois espécimes de cada terço (cervical, médio e apical) por dente, sendo a média deles representadas em Mega Pascal (MPa). Somente três terços apresentaram diferenças estatísticas dentro dos grupos, o terço A do G2 (SB+BF+PFV), com 6,13 MPa e os terços C e M do G6 (U+ BF) com 4,6 e 5,7 MPa, respectivamente.

Tabela 2 – Comparação das médias de resistência de união (MPa) entre os terços radiculares (cervical, médio e apical).

<b>Grupo</b>	<b>n</b>	<b>Média (MPa)</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>IC (95%)</b>
<b>1)SB+ARC+PFV</b>				
Cervical	20	6,49 a	3,22	4,98 – 8,00
Médio	20	6,14 a	4,13	4,20 – 8,08
Apical	20	4,00 a	3,13	2,53 – 5,47
<b>2)SB+BF+PFV</b>				
Cervical	20	8,72 a	3,36	7,14 – 10,29
Médio	20	9,18 a	2,83	7,85 – 10,51
Apical	19	6,13 b	3,34	4,52 – 7,74
<b>3)SB+ BF</b>				
Cervical	20	5,74 a	2,93	4,37 – 7,12
Médio	20	6,48 a	5,39	3,95 – 9,00
Apical	19	4,37 a	2,76	3,04 – 5,71
<b>4)U200+PFV</b>				
Cervical	20	5,46 a	2,93	4,08 – 6,83
Médio	20	6,11 a	1,99	5,18 – 7,04
Apical	20	5,51 a	2,88	4,16 – 6,86
<b>5)U+BF+PFV</b>				
Cervical	20	8,07 a	3,42	6,46 – 9,67
Médio	20	8,71 a	4,37	6,66 – 10,76
Apical	20	7,90 a	4,50	5,79 – 10,01
<b>6)U+ BF</b>				
Cervical	20	4,67 b	2,20	3,64 – 5,70
Médio	20	5,72 ab	2,63	4,49 – 6,96
Apical	19	7,13 a	4,14	5,13 – 9,13
<b>Total</b>				
Cervical	120	6,52 a	3,30	5,93 – 7,12
Médio	120	7,06 a	3,91	6,35 – 7,76
Apical	117	5,84 a	3,72	5,16 – 6,52

Nota: Letras iguais não diferem estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ).

Além da resistência de união, também foi analisado o padrão de fratura dos espécimes submetidos ao teste de *push-out*. O resultado desta análise



está descrito na Tabela 3, a qual, além de mostrar o tipo do padrão de fratura, apresenta o valor em Mega Pascal (MPa) de cada grupo experimental.

Quando comparados os espécimes presentes no G1, 20,61% das falhas foram do tipo 1 (entre agente de cimentação e dentina radicular), 10,69% apresentação falha do tipo 2 (entre o agente de cimentação e o pino de fibra de vidro), 27,48% apresentaram falha mista (tipo 3), e a maioria, 41,22% apresentaram falha coesiva (tipo 4). Tanto para G2, G3 e G5, o padrão de falha foi semelhante ao G1, com 47,14%, 52,24% e 46,58%, respectivamente. Já no G4 o padrão de fratura predominante foi mista, com 28,31%. Diferentemente, o padrão predominante do G6 foi do tipo adesiva, entre cimento e dentina radicular, com 39,78%.

Tabela 3 – Porcentagem do tipo de padrão de fratura encontrado em cada grupo analisado.

Grupo	ADESIVA (cimento e dentina)	ADESIVA (cimento e pino)	MISTA	COESIVA	MPa
1)SB+ARC+PFV	20,61%	10,69%	27,48%	41,22%	5,54 B
2)SB+BF+PFV	14,29%	4,29%	34,29%	47,14%	8,04 A
3)SB+ BF	25,71%	0,00%	22,04%	52,24%	5,50 B
4)U200+PFV	28,31%	8,22%	39,73%	23,74%	5,69 B
5)U+BF+PFV	14,38%	4,11%	34,93%	46,58%	8,22 A
6)U+ BF	39,78%	0,00%	38,71%	21,51%	5,83 B
Total	22,57%	4,72%	32,55%	40,16%	6,47

## DISCUSSÃO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar, *in vitro*, uma nova alternativa de preenchimento intrarradicular utilizando uma resina *flow* de baixa contração (bulk-fill) como material de preenchimento ou agente de cimentação para pinos de fibra de vidro, comparando-os com cimentos resinosos

(convencional dual e auto-adesivo) em diferentes protocolos adesivos. A hipótese nula do presente trabalho foi corroborada, uma vez que houve melhores resultados para a cimentação de pinos com a resina bulk-fill

Os resultados do teste de *push-out* mostraram que houve diferença estatística entre os grupos cimentados com resina bulk-fill e pino de fibra de vidro, em relação aos demais grupos experimentais. Tais resultados demonstram que a cimentação com este material resinoso pode ser uma alternativa viável. Os grupos cimentados com um cimento convencional dual (RelyX ARC) ou cimento auto-adesivo (U200), ou com somente bulk-fill no interior do canal (preenchimento sem pino), não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Ainda, o estudo mostrou que só houve diferença estatística em três dos dezitos terços (cervical, médio e apical), mostrando que não é uma interferência a bulk-fill ser fotopolimerizável.

Embora seja um tema ainda pouco estudado, existem na literatura alguns trabalhos utilizando resinas de baixa contração dentro do canal radicular, como o de Juloski et al. (2013)<sup>19</sup>. Neste trabalho, a resina bulk-fill *flow* (SureFil SDR Flow) foi comparada com um cimento resinoso dual (Nexus Third Generation) e com um cimento autocondicionante (Vertise Flow) quando usados para cimentação de pinos de fibra de vidro. Os grupos cimentados com a resina bulk-fill e cimento resinoso dual não tiveram diferenças estatísticas, enquanto o grupo com o cimento autocondicionante apresentou resultados de resistência de união significativamente inferiores. Diferentemente dos resultados do presente trabalho, no qual o cimento resinoso dual e o autocondicionante não tiveram diferenças estatísticas entre si, e a cimentação com a resina bulk-fill apresentou resultados superiores.

Giovannetti et al (2012)<sup>20</sup>, também utilizando a resina SureFil SDR Flow, concluíram que quando resinas de baixa contração são utilizadas para cimentação de pinos de fibra de vidro, elas possuem força de resistência de união similares com os cimentos presentes no mercado. Além disso, este material originalmente proposto para preencher cavidades profundas em restaurações diretas de resina composta, pode ser utilizado para cimentação e confecção de munhão de preenchimento.

Um estudo utilizou uma resina bulk-fill para preencher a entrada do conduto radicular, obtendo resultados semelhantes ao presente trabalho. Yasa et al. (2017)<sup>21</sup> analisaram o efeito de vários materiais como barreiras para a embocadura do canal radicular e avaliou com teste de resistência a fratura, entre eles, a resina bulk-fill flow da mesma marca utilizada no presente estudo. Como resultados, também encontraram que a bulk-fill flow aumentou a resistência à fratura de raízes, e explicam que o motivo é suas boas propriedades adesivas. O adesivo usado no estudo foi o auto-condicionante de dois passos (Clearfil SE Bond, Kuraray, Tokyo, Japan).

Neste estudo, na maior parte dos grupos testados o sistema adesivo não causou influência na resistência adesiva nos diferentes terços. Porém, quando comparamos o terço apical dos grupos utilizando resinas do tipo bulk-fill e pinos de fibra de vidro (G2 e G5), é observada menor força de união no terço apical quando utilizado sistema adesivo convencional de 2 passos. Estes dados podem ser justificados pela maior dificuldade de acesso para a correta aplicação dos materiais e morfologia do tecido<sup>18</sup>. Um estudo avaliando diferentes modos de aplicação de adesivos universais ou multimodos concluiu que estes devem ser utilizados pela técnica autocondicionante, ou seja, sem a aplicação do ácido fosfórico<sup>22</sup>.

Bateman et al. (2005)<sup>23</sup> testando diferentes cimentos resinosos, encontraram resultados semelhantes de retenção para grupos cimentados com cimento autoadesivo e com cimento resinoso convencional. Todavia, sabe-se que cimentos convencionais duais (como o RelyX ARC) necessitam de um complexo protocolo adesivo, enquanto o autoadesivo (U200) foi desenvolvido com a proposta de simplificar o processo de cimentação, sendo feita em um único passo<sup>24</sup>.

Com relação ao padrão de fratura, tanto Erdemir et al. (2010)<sup>18</sup> quanto Dumami et al. (2016)<sup>12</sup> observaram maior prevalência da falha tipo 1, ou seja, entre o cimento e a dentina radicular. No presente estudo, houve predominância de fratura do tipo 1 para o G6, cimentado com o sistema adesivo Universal e preenchido com resina bulk-fill. Tal achado pode ser devido ao fato de que a resina ocupa todo o interior do conduto radicular (com alto fator C), e, apesar de ser preenchido com uma resina de baixa contração, a

mesma pode ter sofrido certo nível de contração de polimerização que acabou comprometendo a resistência adesiva. Tal achado foi minimizado nos grupos onde a resina bulk-fill foi utilizada como agente cimentante do pino de fibra de vidro, ou seja, com menor linha de cimentação (e, conseqüentemente, menor contração de polimerização). Nestes grupos (2 e 5), a maior parte das fraturas encontradas foram coesivas, o que indica que quando a bulk-fill está associada ao pino de fibra de vidro, comporta-se de uma forma muito parecida com um cimento resinoso convencional. O grupo cimentado com o cimento autoadesivo U200 teve padrão de fratura predominantemente mista.

Uma revisão sistemática publicada em 2017 por Reis et al.<sup>25</sup> analisaram a eficiência de polimerização da resina bulk-fill. Os autores confirmaram que a resina bulk-fill possui uma baixa contração de polimerização e uma melhor profundidade de cura, em relação às resinas convencionais. Ainda cita os parâmetros que interferem no grau de polimerização: a composição da resina (fotoiniciadores, preenchedores e matriz), as características da luz (intensidade, calor e comprimento de onda) as condições do fotopolimerizador (modo de cura e tempo de exposição), o período pós-irradiação, a temperatura e a profundidade do incremento do material.

Os resultados satisfatórios encontrados no presente estudo podem estar relacionados às características citadas acima sobre os parâmetros que interferem no grau de polimerização. O fotopolimerizador usado no estudo foi um LED de terceira geração (VALO, Ultradent, USA) e não um fotopolimerizador convencional, o que nos permite uma melhor polimerização em toda a extensão do canal radicular<sup>26</sup>. O fotopolimerizador VALO foi projetado para fornecer uma cura completa e uniforme, capaz de polimerizar qualquer material odontológico fotopolimerizável, visto que seu espectro de luz (395-480 nm) é muito mais amplo que o produzido por um fotopolimerizador convencional (450-470 nm) com ter modos variando sua potência com irradiação de 1000, 1400 ou 3200mW/cm<sup>2</sup> <sup>26</sup>.

Neste trabalho foi utilizado um protocolo de ativação dos materiais resinosos com 1.000 mW/cm<sup>2</sup> por 20 segundos e mais 2 ativações de 4 segundos com 1.400 mW/cm<sup>2</sup> de potência. Nesta configuração é possível atingir a potência necessária de luz, levando em consideração 16J para uma

conversão efetiva, assim este aparelho apresenta a maior eficiência de polimerização em grandes profundidades<sup>14,15</sup>. Trabalhos que testaram resinas bulk-fill e sua utilização intra-coronária utilizaram aparelhos convencionais, de menor colimação do feixe de luz e com potência aproximada de 550mW/cm<sup>2</sup><sup>19,20</sup>.

Essa grande capacidade de irradiação pode explicar a uniformidade nos resultados de resistência de união obtida entre os terços cervical, médio e apical. Provavelmente houve irradiância suficiente para permitir conversão adequada dos monômeros, mesmo nas regiões mais apicais. Diferentemente de Erdemir et al. (2010)<sup>18</sup>, onde os valores nos terços apicais foram consideravelmente mais baixos que os cervicais. Isso pode ser explicado por que neste estudo foi usado um fotopolimerizador convencional, com uma potência de somente 600mW/cm<sup>2</sup>.

É importante salientar que as resinas bulk-fill flow surgiram a partir de modificações feitas nas propriedades físicas e mecânicas das resinas compostas convencionais, possuindo uma menor concentração de carga, maior fluidez, com excelente adaptação às paredes da cavidade, sendo uma alternativa recente para diminuir o estresse causado pela contração de polimerização<sup>4</sup>. Dentre as modificações feitas nas resinas compostas, as resinas bulk-fill trazem novos mecanismos em sua formulação, tais como: a utilização de novos monômeros<sup>26</sup>; o aumento da translucidez do material, permitindo assim, a passagem de maior quantidade de luz<sup>27</sup>; a utilização de moduladores reológicos, como o uretano dimetacrilato, diminuindo a tensão de polimerização<sup>28</sup> e a modificação da fase inorgânica com a adição de fibras de reforço, aumentando a resistência da restauração<sup>29</sup>.

Tendo em vista os resultados obtidos no presente estudo, é possível sugerir a simplificação da técnica de cimentação de pinos de fibra de vidro utilizando um sistema adesivo universal em conjunto com uma resina bulk-fill de consistência *flow*. A utilização desta técnica proporcionou resultados homogêneos de resistência de união nos três terços radiculares, sem diferença estatística entre os mesmos. A baixa sensibilidade técnica, associada ao menor tempo de execução e controle da inserção do material<sup>30</sup>, são fatores que podem contribuir para a utilização deste protocolo restaurador na prática clínica

diária. Além disso, possui baixo custo em relação aos cimentos duais e tem as propriedades mecânicas similares a de uma resina, sendo estas confirmadas pelos resultados do presente estudo. Deste modo, é fundamental que esta opção restauradora seja estudada mais profundamente, tal como em avaliações de resistência à fratura.

### **CONCLUSÃO**

Tendo em vista os resultados do presente estudo, pode-se concluir que o uso de resinas bulk-fill flow como agente de cimentação é uma alternativa para pinos de fibra de vidro, possibilitando melhor resistência de união quando comparados com cimentos convencionais e autoadesivos. Além disso, é observada menor força de união no terço apical no grupo utilizando sistema adesivo convencional de 2 passos quando comparado ao sistema autocondicionante.

## REFERÊNCIAS

1. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometrical factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *Journal of Endodontics* 2006;31:584–9.
2. Bicalho AA, Pereira RD, Zanatta RF, et al. Incremental filling technique and composite material--part I: cuspal deformation, bond strength, and physical properties. *Operative Dentistry*. 2014;39(2):E71-E82.
3. Gomes GM, Rezende EC, Gomes OM, Gomes JC, Loguercio AD, Reis A. Influence of the resin cement thickness on bond strength and gap formation of fiber posts bonded to root dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*. 2014;16(1):71-78.
4. Ilie N, Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology. *Dental Materials*. 2011;27(4):348-355.
5. Bicalho AA, Valdívia AD, Barreto BC, Tantbirojn D, Versluis A, Soares CJ. Incremental filling technique and composite material--part II: shrinkage and shrinkage stresses. *Operative Dentistry*. 2014;39(2):E83-E92.
6. Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling?. *Dental Materials*. 2008;24(11):1501-1505.
7. Caceres EA, Sampaio CS, Atria PJ, Moura H, Giannini M, Coelho PG, Hirata R. Void and gap evaluation using microcomputed tomography of different fiber post cementation techniques. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017;119(1)103-107.
8. Magne P, Perakis N, Belser UC, Krejci I. Stress distribution of inlay-anchored adhesive fixed partial dentures: a finite element analysis of the influence of restorative materials and abutment preparation design. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2002;87(5):516-527.
9. Atalay C, Yazici AR, Horuztepe A, Nagas E, Ertan A, Ozgunaltay G. Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth Restored With Bulk Fill, Bulk Fill Flowable, Fiber-reinforced, and Conventional Resin Composite. *Operative Dentistry*. 2016;41(5):E131-E140.
10. Toz T, Tuncer S, Bozkurt FO, Tuncer AK, Bag HG. The effect of bulk-fill flowable composites on the fracture resistance and cuspal deflection of endodontically treated premolars. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 2015;29.
11. Yasa B, Arslan H, Yasa E, Akcay M, Hatirli H. Effect of novel restorative materials and retention slots on fracture resistance of endodontically-treated teeth. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2016;74(2):96-102.
12. Dumami A, Yilmaz S, Ozbilen G, Gurbuz CC, Yoldas O. Comparative Evaluation of Push-Out Bond Strength of Bulk-Fill versus Dual-Cure Resin Composites in Root Canals. *Oral Health and Dental Management*. 2016;15(4)212-216.
13. Moraes AP, Sarkis-Onofre R, Moraes RR, Cenci MS, Soares CJ, Pereira-Cenci T. Can Silanization Increase the Retention of Glass-fiber posts? A Systematic Review and Meta-analysis of In Vitro Studies. *Operative Dentistry*. 2015;40(6):567-580.

14. Shimokawa CAK, Turbino ML, Giannini M, Braga RR, Price RB. Effect of light curing units on the polymerization of bulk fill resin-based composites. *Dental Materials*. 2018;34(8):1211-1221.
15. AlQahtani MQ, Michaud PL, Sullivan B, Labrie D, AlShaafi MM, Price RB. Effect of High Irradiance on Depth of Cure of a Conventional and a Bulk Fill Resin-based Composite. *Operative Dentistry*. 2015;40(6):662-672.
16. Gul P, Alp HH, Özcan M. Monomer release from bulk-fill composite resins in different curing protocols. *Journal of oral science*. 2020;62(3):288-292.
17. Ilie N, Stark K. Effect of different curing protocols on the mechanical properties of low-viscosity bulk-fill composites. *Clinical oral investigations*. 2015;19(2):271-279.
18. Erdemir U, Mumcu E, Topcu FT, Yildiz E, Yamanel K, Akyol M. Micro push-out bond strengths of 2 fiber post types luted using different adhesive strategies. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*. 2010;110(4):534-544.
19. Juloski J, Goracci C, Radovic I, Chieffi N, Vichi A, Vulicevic ZR, Ferrari M. Post-retentive ability of new flowable resin composites. *The American Journal of Dentistry*. 2013;26(6):324-328.
20. Giovannetti A, Goracci C, Vichi A, Chieffi N, Polimeni A, Ferrari M. Post retentive ability of a new resin composite with low stress behaviour. *Journal of Dentistry*. 2012;40(4):322-328.
21. Yasa E, Arslan H, Yasa B, Akcay M, Alsancak M, Hatirli H. The force required to fracture endodontically roots restored with various materials as intra-orifice barriers. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. 2017;20(10):1237-1241.
22. Bakaus TE, Gruber YL, Reis A, Gomes JC, Gomes GM. Bonding properties of universal adhesives to root canals prepared with different rotary instruments. *J Prosthet Dent*. 2019;121(2):298-305.
23. Bateman GJ, Lloyd CH, Chadwick RG, Saunders WP. Retention of quartz-fibre endodontic posts with a self-adhesive dual cure resin cement. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*. 2005;13(1):33-37.
24. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *The Journal of Adhesive Dentistry*. 2008;10(4):251-258.
25. Reis AF, Vestphal M, Amaral RCD, Rodrigues JA, Roulet JF, Roscoe MG. Efficiency of polymerization of bulk-fill composite resins: a systematic review. *Brazilian Oral Research*. 2017;31(1):e59.
26. Flury S, Lussi A, Hickel R, Ilie N. Light curing through glass ceramics: effect of curing mode on micromechanical properties of dual-curing resin cements. *Clinical oral investigations*. 2014;18(3):809-818.
27. Kim EH, Jung KH, Son SA, Hur B, Kwon YH, Park JK. Effect of resin thickness on the microhardness and optical properties of bulk-fill resin composites. *Restorative Dentistry & Endodontics*. 2015;40(2):128-135.
28. Gonçalves F, Azevedo CL, Ferracane JL, Braga RR. BisGMA/TEGDMA ratio and filler content effects on shrinkage stress. *Dental Materials*. 2011;27(6):520-526.



29. Garoushi S, Säilynoja E, Vallittu PK, Lassila L. Physical properties and depth of cure of a new short fiber reinforced composite. *Dental Materials*. 2013;29(8):835-841.
30. Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B. Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature. *The Journal of Adhesive Dentistry*. 2017;19(2):95-109.

## ANEXO A

Sistema Pesquisa - Pesquisador: Maria Carolina Guilherme Erhardt			
<b>Dados Gerais:</b> <span style="float: right;"><a href="#">Retornar</a></span>			
<b>Projeto Nº:</b>	31912	<b>Título:</b>	O USO DE UMA RESINA FLOW DE BAIXA CONTRACAO COMO PREENCHIMENTO OU AGENTE DE CIMENTACAO PARA PINOS DE FIBRA DE VIDRO
<b>Área de conhecimento:</b>	Clínica Odontológica	<b>Início:</b>	01/11/2016
		<b>Previsão de conclusão:</b>	01/01/2019
<b>Situação:</b>	Projeto em Andamento		
<b>Origem:</b>	Faculdade de Odontologia Programa de Pós-Graduação em Odontologia	<b>Projeto da linha de pesquisa:</b>	BIOMATERIAIS E TÉCNICAS TERAPÊUTICAS EM ODONTOLOGIA
<b>Local de Realização:</b>	não informado		
<b>Não apresenta relação com Patrimônio Genético ou Conhecimento Tradicional Associado.</b>			
<b>Objetivo:</b>	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"><p>O objetivo do presente estudo será avaliar, in vitro, uma nova alternativa de preenchimento intraradicular utilizando uma resina flow de baixa contração como material de preenchimento ou como agente de cimentação para pinos de fibra de vidro comparando-os com cimentos resinosos em diferentes protocolos adesivos. Será realizado o tratamento endodontico de 110 raízes de dentes bovinos monoradiculares</p></div>		

## ANEXO B

**ANEXOS**

**TERMO DE DOAÇÃO DE DENTES BOVINOS**

A Empresa Irmãos Hoffmeister e Cia Ltda, registrada sob CNPJ 88871066/0001-06. Declara que doou mandíbulas e maxilares de animais bovinos contendo dentes incisivos bovinos com avaliação sanitária pelo Secretária da Agricultura, Pecuária e Irrigação/RS – DIPOA, e consentimento do médico veterinário responsável, a fim de viabilizar a execução da pesquisa intitulada "O uso de uma resina flow de baixa contração como preenchimento ou agente de cimentação para pinos de fibra de vidro". Igualmente declara que este material foi extraído pelos pesquisadores.

Informações sobre a pesquisa:

Os dentes doados para esta pesquisa serão extraídos limpos e armazenados. Após isto, os dentes seguirão o protocolo restaurador da pesquisa. Depois de restaurados os dentes serão testados e avaliados de diferentes formas.

Morro Reuter, 16 de setembro de 2016.

Horacio Paulo

Assinatura

Adriana Carolina Eickholt  
Professora - UFRGS  
CRIO 57 08299

Assinatura Pesquisador(a) Responsável pela Pesquisa  
CPF 273 766 428 06

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo se propôs a avaliar uma nova alternativa para restaurações de dentes tratados endodonticamente, através do uso de resinas bulk-fill como agente de cimentação ou preenchimento do canal radicular, utilizando ou não pinos de fibra de vidro. As estratégias avaliadas foram eficazes tendo resultados superiores em 2 dos grupos testados se comparados a materiais comumente utilizados para cimentação de pinos de fibra de vidro. Nos grupos onde as resinas do tipo bulk-fill foram utilizadas como agente de cimentação, o desafio adesivo parece menor nas interfaces presentes dentro do canal radicular.

A técnica de preenchimento com resina bulk-fill, sem a utilização de um retentor intrarradicular, atingiu resultados semelhantes no teste de *push-out* aos grupos com cimentos convencionais e autoadesivos utilizados para cimentação de pinos de fibra de vidro. É perceptível também que este grupo sofreu mais com o desafio da contração de polimerização, no grupo com sistema adesivo autocondicionante, nas regiões de maior volume de material (terço cervical e médio), obtendo resultados superiores no terço apical, região de menor calibre. Como já relatado no trabalho, podemos perceber sua diferente característica em relação ao padrão de fratura, predominância de fratura do tipo 1 para o grupo 6, cimentado com o adesivo Universal e preenchido com resina bulk-fill.

Embora seja um grande desafio utilizar materiais que dependam exclusivamente da luz para sua polimerização em regiões tão profundas, atualmente temos novos equipamentos de grande intensidade e com colimação adequada para atingir regiões bastante profundas. O estudo mostrou que só houve diferença estatística em três dos dez pontos terços (cervical, medial e apical), mostrando que não é uma interferência o material ser fotopolimerizável ou dual desde que a técnica correta de ativação pela luz seja empregada. Diferentemente de Erdemir et al. (2010)<sup>45</sup>, onde os valores de resistência de união nos terços apicais foram consideravelmente mais baixos que os cervicais. Isso pode ser explicado por que neste estudo foi usado um fotopolimerizador convencional, com uma potência de somente 600mW/cm<sup>2</sup>.

Além da potência, um ponto de fundamental entendimento é a profundidade de cura, ou a colimação do feixe dos aparelhos de fotopolimerização.<sup>36</sup>

Os cimentos duais terão sua presa química assegurada em diferentes regiões, porém estes materiais dependem da luz para adequada conversão de monômeros e polímeros. Portanto, assim como os materiais fotopolimerizáveis é possível encontrar na literatura artigos<sup>17,43,44</sup> relatando sua menor taxa de conversão em regiões apicais quando não empregada fotoativação adequada. É notório, com os conhecimentos adquiridos a partir desta tese e de diversos trabalhos da literatura a importância e a dependência do cirurgião-dentista a um equipamento de alta eficiência energética para polimerização e conseqüentemente melhor comportamento dos materiais resinosos.

O teste de push-out é relatado na literatura, entre outros objetivos, para testar a resistência de união entre material restaurador, sendo o design do espécime um fator de grande influência. A metodologia empregada neste trabalho, foi a utilizada em estudos com objetivos semelhantes<sup>13</sup>. Concordando com os achados desta tese, o teste de push-out é relacionado com uma maior frequência de falhas coesivas, sendo estes predominantes na maioria dos grupos<sup>46</sup>.

Há uma tendência recente de pesquisa em encontrar uma alternativa aos retentores intrarradiculares, uma técnica que possa substituir de maneira mais conservadora, sem desgastar a estrutura e com melhor distribuição de cargas pela estrutura dental<sup>47</sup>. Nas últimas décadas muitas pesquisas questionam qual o melhor retentor, embora o foco deveria ser em relação a qual o benefício que ele está promovendo e quais suas indicações<sup>48</sup>. Dentes tratados endodonticamente apresentam propriedades mecânicas diferentes, se comparados a dentes vitais, atribuídas basicamente a grande perda de estrutura e integridade tecidual<sup>49</sup>. Porém na presença de férula, estudos in vitro e in vivo, suportam que não há necessidade de pinos para restaurar dentes tratados endodonticamente<sup>48,50,51,52,53</sup>. Por outro lado, pinos estão associados a uma maior taxa de sobrevivência, mantendo-se a dúvida e a necessidade de mais estudos em relação ao tema<sup>54,55,56</sup>.

Esta tese, contendo o primeiro artigo, de uma série de artigos desenvolvidos durante o meu período de Doutorado contribui para responder estas dúvidas em relação ao tema, sendo as resinas bulk-fill uma alternativa viável e confiável em relação as suas forças adesivas dentro do canal radicular, dados esses possíveis quando as restaurações são realizadas seguindo os protocolos do artigo.

## REFERÊNCIAS

1. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
2. Diangelis AJ, Andreasen JO, Ebeeseder KA, Kenny DJ, Trope M, Sigurdsson A, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations of permanent teeth. *Dental Traumatology*. 2012;28(1):2-12.
3. Ferrari M, Vichi A, Fadda GM, Cagidiaco MC, Tay FR, Breschi L, Polimeni A, Goracci C. A randomized controlled trial of endodontically treated and restored premolars. *Journal of Dental Research*. 2012;91: 72S-78S.
4. Kantor ME, Pines MS. A comparative study of restorative techniques for pulpless teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 1977;38: (4),405-412.
5. SCHWARTS R, ROBBINS JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *Journal of Endodontics*, 2004;30(5):289-301.
6. Marchionatti AME, Wandscher VF, Rippe MP, Kaizer OB, Valandro LF. Clinical performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review. *Brazilian Oral Research*. 2017;31:e64.
7. Zeczowski M, Ubaldini ALM, Rocha KBF, Rocha TTC, Pascotto RC. Reconstrução estética e funcional de dentes anteriores tratados endodonticamente. *Revista Dental Press de Estética*. 2013;10(4):59-73.
8. Cheung W. A review of the management of endodontically treated teeth. Post, core and the final restoration. *Journal of American Dental Association*. 2005;136(5):611-9.
9. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Australian Dental Journal* 2011; 56:(1): 77–83.
10. Maceria F, Martignoni M, Vairo G. Mechanical behavior of endodontic restorations with multiple prefabricated posts: a finite-element approach. *Journal of Biomechanics*. 2007;40:2386–2398.
11. Zhou L, Wang Q. Comparison of fracture resistance between cast posts and fiber posts: a meta-analysis of literature. *Journal of Endodontics*. 2013;39(1)11-15.

12. Figueiredo FED, Martins-Filho PRS, Faria-e-Silva AL. Do metal post-retained restorations result in more root fractures than fiber post-retained restorations? A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Endodontics*. 2015;41(3):309-16.
13. Aslan T, Sagsen B, Er O, Ustun Y, Çinar F. Evaluation of Fracture Resistance in Root Canal-Treated Teeth Restored Using Different Techniques. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. 2018;21(6):795-800.
14. Walcher JG, Leitune VCB, Collares FM, Balbinot GS, Samuel SMW. Physical and mechanical properties of dual functional cements - an in vitro study. *Clinical Oral Investigations*. 2018;23:1715-1721.
15. Bell-Rönnlöf AMLE, Jaatinen J, Lassila L, Närhi T, Vallittu P. Transmission of light through fiber-reinforced composite posts. *Journal of Dental Materials*. 2019;38(6):928-933.
16. Torrisi KW, Benic GI, Sailer I, Hämmerle CHF. Effect of different intraradicular posts on the color of the buccal gingiva at teeth restored with zirconia crowns. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*. 2018;38(1):71-78.
17. Suzuki TYU, Gomes-Filho JE, Briso ALF, Assunção WG, Santos PH. Influence of the depth of intraradicular dentin on the pushout bond strength of resin materials. *Journal of Investigation Clinical Dentistry*. 2019;00:e12461.
18. Karteva EG, Manchorova NA, Vladimirov SB, Keskinova DA. Clinical assessment of endodontically treated teeth, restored with or without radicular posts. *Folia Med (Plovdiv)* 2018;60(2):291-9.
19. Gomes GM, Gomes OMM, Reis A, Gomes JC, Loguercio AD, Calixto AL. Effect of operator experience on the outcome of fiber post cementation with different resin cements. *Operative Dentistry*, 2013;38(5):555-564.
20. Atlas A, Grandini S, Martignoni M. Evidence-based treatment planning for the restoration of endodontically treated single teeth: importance of coronal seal, post vs no post, and indirect vs direct restoration. *Quintessence International*. 2019;50(10):772-781.
21. Pulido CA, De Oliveira Franco AP, Gomes GM, Bittencourt BF, Kalinowski HJ, Gomes JC, Gomes OM. 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*. 2016;116:570-576.

22. Freitas TL, Vitti RP, Miranda ME, Brandt WC. Effect of Glass Fiber Post Adaptation on Push-Out Bond Strength to Root Dentin. *Brazilian Dental Journal*. 2019; 30(4): 350-355.

23. Caceres EA, Sampaio CS, Atria PJ, Moura H, Giannini M, Coelho PG, Hirata R. Void and gap evaluation using microcomputed tomography of different fiber post cementation techniques. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017;119(1)103-107.

24. Gopal S, Irodi S, Mehta D, Subramanya S, Govindaraju VK. Fracture Resistance of Endodontically Treated Roots Restored with Fiber Posts Using Different Resin Cements- An In-vitro Study. *Journal of Clinical Diagnosis Research*. 2017;11(2):ZC52-ZC55.

25. Belli R, Pelka M, Petschelt A, Lohbauer U. In vitro wear gap formation of self-adhesive resin cements: a CLSM evaluation. *Journal of Dentistry*. 2009;37(12):984-993.

26. Simões TC, Luque-Martinez Í, Moraes RR, Sá A, Loguercio AD, Moura SK. Longevity of bonding of self-adhesive resin cement to dentin. *Operative Dentistry*. 2016;41:E64–72.

27. Mak YF, Lai SC, Cheung GS, Chan AW, Tay FR, Pashley DH. Micro-tensile bond testing of resin cements to dentin and an indirect resin composite. *Dental Materials*. 2002;18(8):609-621.

28. Pavan S, dos Santos PH, Berger S, Bedran-Russo AK. The effect of dentin pretreatment on the microtensile bond strength of self-adhesive resin cements. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2010;104:258-264.

29. Holderegger C, Sailer I, Schuhmacher C, Schläpfer R, Hämmerle C, Fischer J. Shear bond strength of resin cements to human dentin. *Dental Materials*. 2008;24:944-950.

30. El-Mowafy OM, Rubo MH, El-Badrawy WA. Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay. *Operative Dentistry*. 1999;24(1):38-44.

31. Rodrigues RV, Sampaio CS, Pacheco RR, Pascon FM, Puppini-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.
32. Price RB, Ferracane JL, Shortall AC. Light-curing units: A review of what we need to know. *Journal of Dental Research*. 2015;94(9):1170-1186.
33. Shimokawa CAK, Turbino ML, Giannini M, Braga RR, Price RB. Effect of light curing units on the polymerization of bulk-fill resin-based composites. *Dental Materials*. 2018;34(8):1211-1221.
34. Soares CJ, Ferreira MS, Bicalho AA, de Paula Rodrigues M, Braga S, Versluis A. Effect of Light Activation of Pulp-Capping Materials and Resin Composite on Dentin Deformation and the Pulp Temperature Change. *Operative Dentistry*. 2018;43(1):71-80.
35. Pereira RD, Valdívia AD, Bicalho AA, et al. Effect of Photoactivation Timing on the Mechanical Properties of Resin Cements and Bond Strength of Fiberglass Post to Root Dentin. *Operative Dentistry*. 2015;40(5):E206-E221.
36. Soares PV, Silva AMD, Wobido AR, Reis BR, Cardoso IO. Composite resin in the last 10 years - literature review. Part 3: photoactivation and degree of conversion. *Journal of Clinical Dentistry and Research*. 2019(2):97-112.
37. Ekambaram M, Yiu CK, Matinlinna JP, Chang JW, Tay FR, King NM. Effect of chlorhexidine and ethanol-wet bonding with a hydrophobic adhesive to intraradicular dentine. *Journal of Dentistry*. 2014;42(7):872-882.
38. Bicalho AA, Pereira RD, Zanatta RF, et al. Incremental filling technique and composite material--part I: cuspal deformation, bond strength, and physical properties. *Operative Dentistry*. 2014;39(2):E71-E82.
39. Gomes GM, Rezende EC, Gomes OM, Gomes JC, Loguercio AD, Reis A. Influence of the resin cement thickness on bond strength and gap formation of fiber posts bonded to root dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*. 2014;16(1):71-78.

40. Ilie N, Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR™ technology. *Dental Materials*. 2011;27(4):348-355.
41. Park J, Chang J, Ferracane J, Lee IB. How should composite be layered to reduce shrinkage stress: incremental or bulk filling? *Dental Materials*. 2008;24(11):1501-1505.
42. Magne P, Perakis N, Belser UC, Krejci I. Stress distribution of inlay-anchored adhesive fixed partial dentures: a finite element analysis of the influence of restorative materials and abutment preparation design. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2002;87(5):516-527.
43. Besegato JF, Jussiani EI, Andrello AC, et al. Effect of light-curing protocols on the mechanical behavior of bulk-fill resin composites. *Journal of the Mechanical Behaviour of Biomedical Materials*. 2019;90:381-387.
44. Dumami A, Yilmaz S, Ozbilen G, Gurbuz CC, Yoldas O. Comparative Evaluation of Push-Out Bond Strength of Bulk-Fill versus Dual-Cure Resin Composites in Root Canals. *Oral Health and Dental Management*. 2016;15(4)212-216.
45. Erdemir U, Mumcu E, Topcu FT, Yildiz E, Yamanel K, Akyol M. Micro push-out bond strengths of 2 fiber post types luted using different adhesive strategies. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*. 2010;110(4):534-544.
46. Castellan CS, Santos-Filho PC, Soares PV, Soares CJ, Cardoso PE. Measuring bond strength between fiber post and root dentin: a comparison of different tests. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2010;12(6)477-485.
47. Carvalho MA, Lazari PC, Gresnigt M, Del Bel Cury AA, Magne P. Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with adhesive approach. *Brazilian Oral Research*. 2018;32(1).
48. Magne P, Lazari PC, Carvalho MA, Johnson T, Del Bel Cury AA. Ferrule-effect dominates over use of a fiber post when restoring endodontically treated incisors: an in vitro alternative. *Operative Dentistry*. 2017;42(4)396-406.
49. Sedgley CM, Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle? *Journal of Endodontics*. 1992;18(7):332-5.

50. Zicari F, Van Meerbeek B, Scotti R, Naert I. Effect of ferrule and post placement on fracture resistance of endodontically treated teeth after fatigue loading. *Journal of Dentistry*. 2013;41(3) 207-15.

51. Bitter K, Noetzel J, Stamm O, Vaduz J, Meyer-Lueckel H, Neumann K, et al. Randomized clinical trial comparing the effects of post placement on failure rate of postendodontic restorations: preliminary results of a mean period of 32 months. *Journal of Endodontics*. 2009;35(11)1477-82.

52. Magne P, Goldberg J, Edelhoff D, Guth JF. Composite resin core buildups with and without post for the restoration of endodontically treated molars without ferrule. *Operative Dentistry*. 2016;41(1)64-75.

53. Belleflamme MM, Geerts SO, Louwette MM, Grenade CF, Vanheusden AJ, Mainjot AK. No post-no core approach to restore severely damaged posterior teeth: an up to 10-year retrospective study of documented endocrown cases. *Journal of Dentistry*. 2017;63:1-7.

54. Guldener KA, Lanzrein CL, Siegrist Guldener BE, Lang NP, Ramseier CA, Salvi GE. Long-term clinical outcomes of endodontically treated teeth restored with or without fiber post-retained single-unit restorations. *Journal of Endodontics*. 2017;43(2)188-93.

55. Salvi GE, Siegrist Guldener BE, Amstad T, Joss A, Lang NP. Clinical evaluation of root filled teeth restored with or without post-and-core systems in a specialist practice setting. *International Endodontic Journal*. 2007;40(3)209-15.

56. Ferrari M, Vichi A, Fadda GM, Cagidiaco MC, Tay FR, Breschi L, et al. A randomized controlled trial of endodontically treated teeth and restored premolars. *Journal of Dental Research*. 2012;91(7)72S-8S.