



DOUTORADO EM ODONTOLOGIA

RONALDO GUEDES VIOTTI

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO PRODUZIDA POR
DIFERENTES TÉCNICAS DE CIMENTAÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE
VIDRO ATRAVÉS DO ENSAIO DE *PUSH-OUT***

Guarulhos
2014

DOUTORADO EM ODONTOLOGIA

RONALDO GUEDES VIOTTI

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO PRODUZIDA POR
DIFERENTES TÉCNICAS DE CIMENTAÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE
VIDRO ATRAVÉS DO ENSAIO DE *PUSH-OUT***

Tese apresentada à Universidade Guarulhos para a
obtenção do título de Doutor em Odontologia
Área de Concentração: Dentística
Orientador: Prof. Dr. André Figueiredo Reis
Co-Orientador: Profa. Dra. Alessandra Cassoni Ferreira

Guarulhos
2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas Fernando Gay da Fonseca

V799a

Viotti, Ronaldo Guedes

Avaliação de resistência de união produzida por diferentes técnicas de cimentação de pinos de fibra de vidro através do ensaio de push-out / Ronaldo Guedes Viotti. -- 2014.

44 f.; 31 cm.

Orientador: Prof. Dr. André Figueiredo Reis

Tese (Doutorado em Odontologia) – Centro de Pós Graduação e Pesquisa, Universidade Guarulhos, Guarulhos, SP, 2014.

1. Resistência de união 2. *Push-out* 3. Pinos de fibra de vidro 4 Cimentos resinosos I. Título II. Reis, André Figueiredo, (Orientador). III. Universidade Guarulhos


CDD. 617

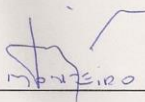
Folha de Aprovação

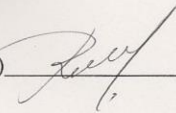


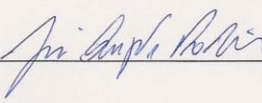
A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, intitulada "AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO PRODUZIDA POR DIFERENTES TÉCNICAS DE CIMENTAÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO ATRAVÉS DO ENSAIO DE *PUSH-OUT*" em sessão pública realizada em 25 de Junho de 2014 considerou o candidato Ronaldo Guedes Viotti aprovado.

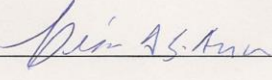
COMISSÃO EXAMINADORA:

1. Prof. Dr. André Figueiredo Reis (UnG)  _____

2. Prof. Dr. Sylvio Monteiro Júnior (UFSC)  _____

3. Profa. Dra. Roberta Tarkany Basting Höfling (SLMANDIC)  _____

4. Prof. Dr. José Augusto Rodrigues (UnG)  _____

5. Prof. Dr. Cesar Augusto Galvão Arrais (UnG)  _____

Guarulhos, 25 de Junho de 2014.

Dedicatória

Dedico este trabalho ao meu filho **Vitor**, que apesar de ainda ser um bebê e não ter a menor noção do significado dos sentimentos transformou minha existência e ainda me ensinou a maior lição da minha vida: o significado do amor incondicional

A minha namorada, noiva, mulher e mãe do meu filho Maria Gabriela, por todo o apoio e por entender minha ausência tantas vezes durante estes quatro anos de doutorado, nossa história se funde com este curso, afinal começamos juntos.

Aos meus pais Rogério e Eliane, maiores exemplos na minha vida, aos meus irmãos Rogério, Ricardo e Maria Vitória.

Aos meus tios e padrinhos Reynaldo e Izabela, mesmo longe ainda sinto vocês perto!

AGRADECIMENTOS

À Universidade Guarulhos, por permitir condições plenas e satisfatórias para a realização e concretização do Curso de Doutorado em Odontologia.

Aos coordenadores do Programa de Doutorado em Odontologia da Universidade Guarulhos, Prof. Dra. Magda Feres e Prof. Dra. Luciene Figueiredo pela competência e dedicação na condução do programa de pós-graduação em Odontologia da UnG.

Ao Professor Doutor André Figueiredo Reis, pela amizade, pela competência incontestável como professor e orientador, pelo empenho pedagógico com seus alunos, extrema humildade e principalmente paciência para conseguir extrair o melhor de cada um de nós, muito obrigado mestre!

Aos Professores do Doutorado: Prof. Dr. José Augusto Rodrigues, Prof. Dr. César Galvão Arrais, Prof(a) Dra. Alessandra Cassoni Ferreira, Prof(a) Dra. Poliana Duarte, Prof. Dr. Jamil Shibli, Prof. Dr. Marcelo de Faveri, Prof. Dr. Leandro Chambrone pelos ensinamentos, pelo amor a pesquisa, indispensável para o crescimento científico na nossa profissão, pela paciência, pela dedicação e amizade nestes anos em que passamos junto, registro aqui o meu muito obrigado.

Aos amigos do Doutorado: Roberto Amaral, Aristides “Juninho” de Souza Jr, Wanessa Aras, Pablo de Oliveira e em especial ao meu irmão de Pós-Graduação Carlos Eduardo Pena, pela convivência e incentivo mútuo nestes 7 últimos anos de Mestrado e Doutorado. Valeu meu querido amigo, dever cumprido!

Aos amigos do mestrado em Dentística da UnG: Fábio Hirata, Ramiro Ferreira Filho, Rodrigo Ilkiu, Verônica Santana, e também ao Luis Gustavo Barrote Albino, Mario Perito, Marcelo da Rocha, Eduardo Sampaio, meus parceiros de mestrado, e outros tantos mais, trilhamos juntos a caminhada do saber e da iniciação científica e mesmo agora mais distantes e cada um seguindo o seu curso, ainda representam uma ótima lembrança daqueles momentos vividos aqui na UnG.

Aos meus professores da graduação e especialização em Dentística na UFSC, Dr. Luiz Narciso Baratieri, Dr. Clóvis Cardoso Vieira, Dr. Mauro Caldeira do Amaral e em especial ao mestre Dr. Sylvio Monteiro Jr, todos exemplos incontestáveis de amor a profissão!

Aos meus colegas de profissão mas principalmente grandes amigos Raul Pistorello, Flávio Campanelli, Leandro Baier, Marcos Frech e Rafael Chaise, pela amizade sincera e troca de conhecimento.

Ao amigo Dr. Ronaldo Hirata, principal incentivador para o meu ingresso na carreira científica.

Ao amigo Dr. João Luiz Neves Pereira pelo incentivo no início da carreira docente.

Aos meus pacientes do consultório pela compreensão nos dias de ausência e incentivo para a continuação dos meus estudos.

Ao professor Eduardo Calil por todo o suporte no planejamento endodôntico dos dentes usados neste trabalho.

À Cristina, Cíntia, Juliana e Samantha, pelo auxílio nas clínicas, como na parte administrativa do curso e no desembaraço da burocracia.

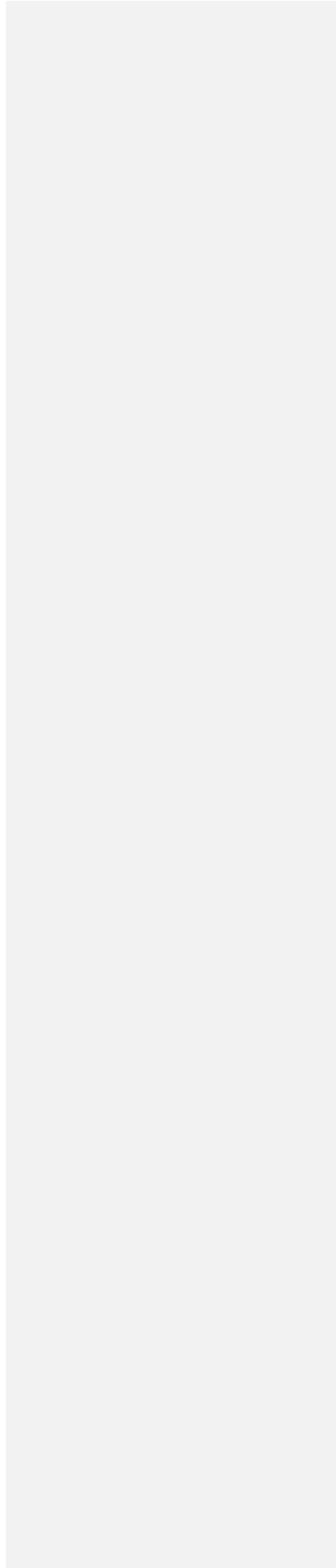
À alunas de iniciação científica Juliana, Tamires, Giuliana e Daniela pela ajuda no laboratório e na execução das endodontias.

À Universidade Regional de Blumenau - FURB - da qual faço parte do corpo docente do Departamento de Odontologia e disciplina de Dentística, pela licença nestes quatro anos do programa de doutoramento na UnG.

À DEUS, criador de tudo o que somos e a "santinha" Nhá Chica, de Baependi, MG, presença constante em minha vida, que ouve e atende as minhas preces nos momentos de solidão e inquietude e através da crença na minha fé e perseverança permitirem a concretização desse trabalho, com saúde e paz de espírito.

"Cada sonho que você deixa pra trás, é um pedaco do seu futuro que deixa de existir."

Steve Jobs



Sumário

1. Introdução e Justificativa	12
2. Proposição	19
3. Materiais e Métodos	20
3.1. Delineamento experimental	20
3.2. Considerações éticas	20
3.3. Seleção e Preparo dos dentes	20
3.4. Tratamento Endodôntico dos dentes	21
3.5. Cimentação dos pinos de vidro.....	22
3.6. Confeção dos corpos de prova e análise da resistência de união	24
3.7. Análise do padrão de fratura.....	27
3.8. Análise estatística.....	27
4. Resultados.....	28
5. Discussão.....	31
6. Conclusão.....	36
Referências Bibliográficas.....	37

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união das interfaces dentina radicular/agente cimentante/pino de fibra de vidro produzidas por diferentes técnicas de cimentação em diferentes regiões do conduto radicular. Foram utilizados 60 dentes humanos uniradiculares (incisivos e caninos) aleatoriamente distribuídos em 6 grupos de acordo com a técnica de cimentação (n=10). Foram utilizados dois cimentos auto-adesivos U200 (UT - 3M ESPE) e BiFix SE (BF - VOCO); dois compósitos para núcleo de preenchimento, um associado a um adesivo auto-condicionante Rebuilda DC + Futurabond DC (RE - VOCO), e outro associado a um adesivo que emprega o ácido fosfórico Core.X Flow + XP Bond + Self-Cure Activator (CX - Dentsply De Trey); um cimento resinoso convencional RelyX ARC (3M ESPE) associado a um adesivo universal (ScotchBond Universal + ativador DCA) aplicado no modo auto-condicionante (RXSBU-SE) ou utilizando o condicionamento prévio com ácido fosfórico (RXSBU-ER). Os dentes tiveram a porção coronária removida 2 mm acima da junção amelo-cementária, utilizando disco diamantado com refrigeração. Os dentes receberam tratamento endodôntico, e após 24 horas de armazenamento em água, os canais foram preparados e os pinos de fibra de vidro foram cimentados de acordo com a técnica preconizada para cada grupo. Após 24 horas de armazenamento em água a 37°C os espécimes restaurados foram seccionados em fatias de aproximadamente 1 mm de espessura. O teste de resistência de união pelo teste de *push-out* foi realizado em uma máquina de ensaios universal (EZ Test, Shimadzu) a uma velocidade de 1mm/min nos três terços da raiz: cervical, médio e apical. O padrão de fratura foi observado em um microscópio ótico. Os dados de RU foram analisados pela ANOVA para medidas repetidas e teste de Duncan. A análise de variância para medidas repetidas apontou diferenças significativas para o fator "técnica de cimentação" ($p=0,017$), porém não foram detectadas diferenças significativas para o fator "profundidade" ($p>0,05$). As maiores médias de RU foram obtidas pelo cimento RE que não diferiu significativamente do grupo RXSBU-ER. Os grupos RXSBU-ER, CX e RXSBU-SE apresentaram valores intermediários e não diferiram significativamente entre si. O grupo BF mostrou os menores valores de RU e não diferiu significativamente dos grupos RXSBU-SE e UT. O padrão de fratura mostrou um maior número de falhas adesivas entre o cimento e a dentina para todos os grupos. A resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular foi influenciada pelo material e abordagem técnica de cimentação, mas independe do terço radicular avaliado.

Palavras chave: Resistência de união, *push-out*, pinos de fibra de vidro, Cimentos resinosos.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the *push-out* bond strength of radicular dentin/resin cement/fiber post interfaces produced by different luting techniques in different regions of the root canal. Sixty human single-rooted teeth (incisors and canines) were randomly assigned to 6 groups according to the cementation technique (n=10): two self-adhesive cements U200 (UT - 3M ESPE) and BiFix SE (BF - VOCO); two core build-up composites, one that uses a single-step self-etching adhesive Rebuilda DC + Futurabond DC (RE – VOCO), and one that uses a two-step etch-and-rinse adhesive Core.X Flow + XP Bond + Self-Cure Activator (CX – Dentsply De Trey); a conventional resin cement RelyX ARC (3M ESPE) was used in association with a universal adhesive system (Scotchbond Universal + DCA activator) applied in self-etching (RXSBU-SE) or etch-and-rinse (RXSBU-ER) modes. Teeth had their crowns removed 2 mm above the CEJ using a diamond disc under refrigeration. Twenty-four hours after endodontic treatment, teeth were prepared and fiber posts were cemented according to each technique. Afterwards, restored teeth were stored in water for 24 hours at 37°C and serially sectioned into slabs of approximately 1 mm thickness. *Push-out* bond strength test was carried on a universal testing machine (EZ Test, Shimadzu) at a crosshead speed of 1mm/min. Bond strength was determined at three different depths of the root canal: cervical, middle and apical. Failure mode was determined using an optical microscope. Results were statistically analyzed by Repeated Measures ANOVA and Duncan Test. Significant differences were observed for the factor “luting technique” (p=0.017), but no significant differences were detected for the factor “depth” (p>0,05). The highest *push-out* bond strength values were observed for RE, which was not significantly different from RXSBU-ER. RXSBU-ER, CX and RXSBU-SE presented intermediary values and did not differ significantly among them. BF presented the lowest bond strength values, but was not significantly different from RXSBU-SE and UT. Failure mode analysis revealed that the highest number of failures in all groups occurred between resin cement and dentin. *Push-out* bond strength of fiber posts to root dentin was material-dependent, however root depth did not influence bond strength values.

Key words: Bond strength, *push-out*, fiber posts, resin cements.

1. Introdução e Justificativa

Grandes perdas dentais, causadas pela doença cárie, por substituições regulares de restaurações ao longo dos anos, por fratura e/ou trauma, levam em muitos casos à necessidade de tratamento endodôntico (Schwartz&Robbins 2004). Retentores intra-radulares têm sido comumente utilizados nestes casos para ajudar na retenção da restauração e como reforço do elemento fragilizado (D'Arcangelo *et al.*, 2010; Santana *et al.*, 2011), apesar de outros estudos afirmarem que o uso de pinos intra-radulares não aumentam a resistência dos dentes quando estes possuem amplas restaurações (Caputo & Standlee, 1976; Guzy & Nicholls, 1979; Trope *et al.*, 1985; Mohammadi *et al.*; 2009). O que podemos afirmar é que a máxima preservação da estrutura dental do dente endodonticamente tratado, principalmente no que diz respeito ao preparo do conduto radicular, parece ser a melhor estratégia para manutenção da sua resistência a longo prazo, independente da abordagem restauradora escolhida (Marchi *et al.*, 2003; Schwartz, 2006; Ree & Schwartz, 2010; Valdívía *et al.*, 2012; Soares *et al.*, 2012).

A seleção de uma restauração adequada para dentes tratados endodonticamente deve obedecer critérios tanto funcionais quanto estéticos (Goracci *et al.*, 2011; Erdemir *et al.*, 2010). Estão disponíveis no mercado vários tipos de pinos pré-fabricados compostos por materiais diversos como metal, fibra de carbono, fibra de vidro e óxido de zircônia. No entanto, a qualidade e quantidade do remanescente dental tem um papel fundamental no sucesso de qualquer tratamento reabilitador (Juloski *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2010).

Tradicionalmente, os núcleos metálicos fundidos eram utilizados como materiais de escolha para o tratamento de dentes tratados endodonticamente (Topcu *et al.*, 2010). Esta cimentação geralmente era feita de forma convencional utilizando-se cimentos como o fosfato de zinco, eventualmente sendo substituído por cimentos ionoméricos convencionais ou modificados, ao longo dos anos (Diaz-Arnold *et al.*, 1999). No entanto, os tratamentos com

pinos metálicos ou núcleos metálicos fundidos, além do comprometimento estético, também apresentam uma distribuição de tensões desfavorável à estrutura radicular remanescente pelo seu alto módulo de elasticidade e possibilidade de indução de fraturas, quando comparados aos pinos de fibra-de-vidro (Yamamoto *et al.*, 2009; Coelho *et al.*, 2009; Xible *et al.*, 2006; Barjau-Escribano *et al.*, 2006). Outra desvantagem da utilização de pinos metálicos indiretos está relacionada ao número de sessões, que é maior e conseqüentemente mais onerosa. Outros estudos afirmam que a única indicação de pinos metálicos seria quando não houvesse remanescente dental suficiente para retenção da restauração (Plasmans *et al.*, 1986).

Desta forma, com o aumento da procura por tratamentos estéticos, houve uma maior demanda pela utilização de pinos que não interferissem na cor do substrato, como os pinos de cerâmica e os pinos de fibra de carbono e de vidro. Os pinos de fibra de vidro foram introduzidos no início dos anos 90 como opção para reforço de amplas destruições coronais como uma alternativa aos tradicionais núcleos metálicos fundidos associando estética, módulo de elasticidade, variando de 16 a 40 GPa (Ferrari *et al.*, 2000), mais próximo ao tecido dental, em média de 18 GPa para a dentina, e resistência apropriada com passagem de luz (Duret *et al.*, 1990). Devido ao seu baixo módulo de elasticidade em comparação com os pinos metálicos, a distribuição de tensões para a raiz tem uma configuração mais favorável e, em caso de fraturas, estas ocorrem normalmente em regiões onde o reparo é possível (Yamamoto *et al.*, 2009; Clavijo *et al.*, 2009; Ferrari *et al.*, 2009).

Como os pinos de fibra são colocados passivamente no interior dos canais radiculares, eles devem sua retenção principalmente ao agente de cimentação e ao sucesso do procedimento adesivo à dentina intra-radicular (Goracci *et al.*, 2007; Zicari *et al.*, 2008). Um aumento da retenção dos pinos intra-canal e da sua resistência à fratura tem sido relatado quando são utilizados cimentos resinosos comparados aos agentes de cimentação convencionais (Zicari *et al.*, 2008). Recentemente, foi proposta a utilização de compósitos

para confecção de núcleo de preenchimento para a cimentação do pino e simultâneo preenchimento do núcleo (Radovic *et al.*, 2008b; Ohlmann *et al.*, 2008; Rodig *et al.*, 2010; Sterzenbach *et al.*, 2011; Reis *et al.*, 2011; Sadek *et al.*, 2007).

Enquanto a adesão à dentina coronal é mais confiável, vários fatores que afetam a adesão à dentina intra-radicular com materiais resinosos têm sido descritos (Schwartz, 2006; Ferrari *et al.*, 2009; Breschi *et al.*, 2008), tais como características histológicas, presença de lama dentinária espessa, fatores clínicos negativos como pouco remanescente dental coronário, alto fator C e ainda incompatibilidade entre adesivos simplificados e cimentos resinosos duais (Ferrari *et al.*, 2000, Schwartz & Fransman; 2005, Tay *et al.*, 2003, Tay *et al.*, 2006). O agente de irrigação também pode vir a ser um problema (Schwartz *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2006). Segundo Santos *et al.*, 2006, a resistência de união produzida por sistemas adesivos auto-condicionantes é comprometida quando é utilizado o NaOCl como agente de irrigação. Um estudo recente comparou o uso prévio de clorexidina e de etanol na dentina radicular previamente ao uso do sistema adesivo através do ensaio de *push-out*. O estudo concluiu que o uso prévio de etanol melhorou significativamente a eficiência adesiva na cimentação de pinos de fibra com cimentos resinosos que utilizam sistemas adesivos com álcool na composição e cimentos auto-adesivos (Bitter *et al.*, 2013). A dificuldade do controle de umidade também pode ser um problema quando se utilizam sistemas adesivos que empregam o condicionamento ácido prévio (Tay *et al.*, 1996a; 1996b). Associado a isto, a dificuldade de passagem de luz nas regiões mais profundas do conduto radicular pode dificultar a polimerização do sistema adesivo bem como do cimento resinoso, resultando em propriedades mecânicas e resistência de união comprometidas (Sigemori *et al.*, 2005). O alto fator-C dentro do conduto radicular também poderia ser um problema devido às tensões geradas durante a contração de polimerização (Tay *et al.*, 2005; Aksornmuang *et al.*, 2011; Ferrari *et al.*, 2009).

Existem atualmente disponível para os clínicos, diferentes materiais e técnicas para a cimentação de pinos de fibra de vidro (Radovic *et al.*, 2008). Os cimentos resinosos atualmente podem ser divididos em 3 grupos de acordo com a abordagem relativa ao preparo adesivo à dentina radicular (Radovic *et al.*, 2008). O primeiro grupo utiliza sistemas de condicionamento ácido prévio a colocação do adesivo. No segundo grupo tanto esmalte dental quanto dentina são tratados com *primers* ou adesivos auto-condicionantes. O terceiro grupo utiliza uma nova classe de materiais de fixação, representados pelos cimentos auto-adesivos (De Munck *et al.*, 2004; Radovic *et al.*, 2008a; Viotti *et al.*, 2009). A efetividade destas técnicas depende de diversos fatores relacionados à adesão à dentina intra-radicular, ao grau de conversão do compósito resinoso utilizado na cimentação e do agente de união, bem como da compatibilidade entre os materiais (Naumann *et al.*, 2008).

Uma cimentação adesiva confiável pode ser obtida quando o pino, a dentina e o cimento utilizado tem uma boa compatibilidade adesiva formando um corpo único (Schwartz & Robbins, 2004). Sabe-se que as falhas adesivas podem ocorrer entre a dentina radicular e o cimento adesivo, entretanto, muitos estudos mostram que as muitas falhas encontradas ocorrem entre o cimento adesivo e a superfície do pino (Baldissara *et al.*, 2006; Perdigão *et al.*, 2006).

Com exceção da técnica de cimentação com cimentos auto-adesivos, os outros tipos de cimentos resinosos (auto-condicionantes ou que empregam o ácido fosfórico) necessitam da utilização de sistemas adesivos de ativação química ou dual, devido à dificuldade da passagem de luz para polimerização. Os sistemas adesivos duais foram desenvolvidos para os procedimentos de cimentação de restaurações indiretas e pinos pré-fabricados. A principal vantagem desta classe de adesivos é permitir melhor união às paredes do conduto radicular ou à dentina coronária, minimizando os problemas de adaptação dos pinos pré-fabricados ou das restaurações indiretas. Os adesivos duais são aplicados nas estruturas dentais, não são

fotoativados e interagem com o cimento resinoso aplicado. Todo o conjunto é fotoativado de uma só vez e nas regiões onde a luz não consegue ser aplicada em intensidades adequadas, o mecanismo químico de polimerização deve assegurar a conversão monomérica (Menezes *et al.*, 2006; Foxton *et al.*, 2003).

A cimentação dos pinos de fibra pode ser realizada por três técnicas: técnica de cimentação convencional com adesivos e cimentos resinosos; técnica do pino moldado; e técnica do pino e núcleo de preenchimento (Mak *et al.*, 2002; Grandini *et al.*, 2003; Radovic *et al.*, 2008b).

Das três opções a técnica convencional é mais comum e é realizada com a utilização de um cimento resinoso convencional. O cimento resinoso pode ser associado a um sistema adesivo que emprega o ácido fosfórico, um sistema auto-condicionante ou um cimento auto-adesivo (Mak *et al.*, 2002). Esta técnica é utilizada principalmente quando a adaptação do pino às paredes do conduto é justa. É sempre desejável que seja utilizado um adesivo de ativação dual ou química, pois no interior do conduto radicular, e especialmente após a inserção do pino, a passagem de luz para fotoativação é muito restrita. A fotoativação do adesivo previamente à inserção do pino é arriscada, pois o assentamento do pino pode ser comprometido.

Seguindo a evolução dos materiais adesivos e com o propósito de simplificar a técnica de cimentação, foram introduzidos no mercado cimentos resinosos auto-adesivos, que dispensam qualquer pré-tratamento da dentina (Hecht *et al.*, 2002; Reich *et al.*, 2005; Viotti *et al.*, 2009; Kasaz *et al.*, 2012). Os cimentos auto-adesivos constituem uma boa opção para a cimentação de pinos (Sterzenbach *et al.*, 2011; Cantoro *et al.*, 2011; Radovic *et al.*, 2008; Naumann *et al.*, 2011). Nesta classe de materiais, os primeiros a ser desenvolvidos e portanto os que apresentam mais estudos relacionados à cimentação de pinos são os cimentos RelyX

UNICEM e o RelyX U100 (3M ESPE) (Cantoro *et al.*, 2011; Mazzitelli *et al.*, 2011; Zaitter *et al.*, 2011).

A técnica do pino anatômico ou pino moldado de forma direta (Grandini *et al.*, 2003) tem sido indicada para copiar com resina composta direta a morfologia interna do conduto radicular, e desta forma, diminuir a espessura do agente de cimentação no momento da fixação do pino, melhorando as características de retenção mecânica e prevenindo falhas adesivas (Grandini *et al.*, 2005; Clavijo *et al.*, 2009; Soares *et al.*, 2012).

Recentemente, compósitos de dupla ativação para a reconstrução de núcleos de preenchimento passaram a ser indicados na cimentação de pinos de fibra de vidro (Radovic *et al.*, 2008b; Ohlmann *et al.*, 2008; Rodig *et al.*, 2010; Sterzenbach *et al.*, 2011; Reis *et al.*, 2011). Estes materiais apresentam maior conteúdo inorgânico do que os cimentos resinosos convencionais, e conseqüentemente melhores propriedades mecânicas. Alguns estudos recentes analisaram as propriedades mecânicas e demonstraram que alguns destes materiais apresentam uma boa polimerização mesmo na ausência de luz (Arrais *et al.*, 2010; Tauböck *et al.*, 2011). A maioria destes materiais é apresentada em seringas de auto-mistura e apresentam pontas intra-radulares, que permite que o material seja injetado dentro do conduto radicular evitando formação de *gaps* e bolhas. A vantagem desta técnica, é que a cimentação do pino e a confecção do núcleo de preenchimento são realizados em um único procedimento.

Devido à crescente utilização de pinos de fibra de vidro e da grande quantidade de materiais e técnicas propostas para cimentação, a comparação da efetividade destas estratégias é de grande importância para o clínico, e pode ser feita através do ensaio de *push-out* (Wang *et al.*, 2008; Mumcu *et al.* 2010., *et al.*; Erdemir *et al.*, 2010; Topcu *et al.*, 2010).

O ensaio de *push-out* foi proposto para avaliar a resistência de união em diferentes regiões do conduto radicular (Aksornmuang *et al.*, 2005; Dietschi *et al.*, 2008). Nesta pesquisa o teste de *push-out* foi escolhido por apresentar maior fidelidade de resultados, maior

capacidade de comparação com estudos semelhantes e também por possibilitar o registro de baixos valores de resistência de união e mais próximos a realidade encontrada na situação clínica normal (Goracci *et al.*, 2008; Soares *et al.*, 2008; Castellan., 2010).

2. Proposição

O objetivo deste estudo foi avaliar, *in vitro*, a resistência de união das interfaces dentina radicular/agente cimentante/pino de fibra de vidro produzidas por diferentes estratégias de cimentação em diferentes regiões do conduto radicular através do ensaio de *push-out*.

3. Materiais e Métodos

3.1. Delineamento Experimental

Os fatores avaliados neste estudo foram: “Agente de Cimentação” em seis níveis, “Profundidade Radicular” em 3 níveis e Análise de Padrão de Fratura. As unidades experimentais foram 60 dentes (n=10), sendo a variável de resposta a “Resistência de união ao *push-out*” (em MPa) avaliada quantitativamente. O tipo padrão de fratura foi avaliado qualitativamente. A forma de designar as unidades experimentais a cada grupo ocorreu através de sorteio.

3.2. Considerações éticas

Após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Guarulhos (parecer 571.897), foram utilizados 60 dentes uniradiculares entre incisivos superiores e caninos obtidos por doação do banco de dentes da Universidade Guarulhos, extraídos por indicação periodontal ou ortodôntica. Os critérios de inclusão foram ausência de lesões de cáries e trincas radiculares, ausência de tratamento endodôntico prévio, ausência de pinos e coroas e comprimento radicular de 14 a 17 mm.

3.3. Seleção e preparo dos dentes

Os 60 dentes humanos uniradiculares recém extraídos, foram armazenados em solução de timol a 0,1%, raspados e limpos com curetas periodontais e polidos com escovas de Robson e pasta de pedra-pomes e água. Os dentes tiveram a porção coronária removida 2 mm acima da junção amelo-cementária, utilizando disco diamantado dupla face 0,10 X 22mm (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) montado em uma peça reta de mão em baixa rotação sob refrigeração

3.4 Tratamento Endodôntico dos dentes

Os dentes selecionados por exame visual, foram radiografados, individualmente, com filme Ektaspeed EP (Kodak Brasileira Comércio e Indústria Ltda, São José dos Campos, SP, Brasil), com tempo de exposição de 0,5 segundos e distância espécime-filme de 10 cm. As radiografias foram avaliadas com auxílio de um negatoscópio e foram selecionados aqueles que apresentaram canal radicular único, relativamente reto e livre de nódulos pulpare, reabsorção interna, tratamento endodôntico prévio e fratura radicular.

Em seguida, os dentes foram inseridos em recipientes contendo soro fisiológico e foram armazenados em estufa (37°C, 100% umidade relativa) por 24 horas, visando sua reidratação. Para determinação do comprimento de trabalho, o canal radicular foi irrigado com NaOCl 1% (Farmácia Fórmula & Ação, São Paulo, SP, Brasil) e uma lima 15 tipo K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi cuidadosamente introduzida no interior do canal até que sua ponta coincidissem com o forame apical. Dessa medida, foi subtraída 1 mm para o estabelecimento do comprimento real de trabalho.

Os preparos dos canais radiculares foram realizados pela técnica coroa-ápice, com instrumentos manuais, utilizados de forma incremental até o instrumento #50. O preparo cervical foi feito utilizando uma broca de largo #2, seguida de irrigação com hipoclorito de sódio à 1% e, na sequência, uso da broca de Gates-Glidden #2, seguida de irrigação com NaOCl 1%, seguida da utilização da lima tipo K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) #15 até o CRT, prevenindo qualquer possibilidade de obstrução do canal. Na sequência foram utilizadas as limas manuais # 25, 30, 35, 40, 45 e 50 até o CRT, associando creme de Endo-PTC (Farmácia Fórmula & Ação, São Paulo, SP, Brasil) com a solução de NaOCl 1%. Finalizou-se o preparo químico-cirúrgico com a manobra de irrigação final com 10ml de NaOCl 1% seguida de 10ml de EDTA-T (Farmácia Fórmula & Ação, São Paulo, SP, Brasil) à 17% por canal. Os condutos radiculares foram obturados com cones de guta-percha e cimento

obturador livre de eugenol AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) pela técnica da condensação aquecida vertical. Após a obturação, os dentes foram radiografados para constatar a qualidade adequada da obturação, e os orifícios dos canais radiculares foram selados com cimento obturador provisório (Villevie, Joinville, SC, Brasil).

Os espécimes já obturados e selados foram levados à estufa (37°C e 100% de umidade relativa) por 24 horas. Após este período, os condutos foram esvaziados até a profundidade de 10 mm (aproximadamente 2/3 do comprimento do canal) com auxílio de brocas Gates-Glidden e Largo, mantendo-se de 3 a 5 mm de material obturador no terço apical. Os canais foram preparados em baixa rotação com brocas do tipo Peeso disponibilizadas pelo fabricante dos pinos utilizados.

3.5 Cimentação dos pinos de fibra de vidro

Foram utilizados 60 pinos de fibra de vidro, [de formato cônico anatômico e superfície lisa](#), com diâmetros de 2, 1,5 e 1,2 mm, selecionados de acordo com o diâmetro do conduto (Rebilda Post, VOCO, Cuxhaven-Germany). Os pinos de fibra de vidro foram cimentados nos canais radiculares após a obturação endodôntica e subsequente preparo radicular de acordo com o diâmetro do canal. Os dentes foram divididos em 6 grupos de 10 unidades cada (n=10). Adesivos dentinários e cimentos resinosos foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes (Tabela 1 e Figura 1). As técnicas de cimentação foram respectivamente as seguintes:

Grupo UT - Cimento auto-adesivo U200 (3M Espe, Seefeld, Germany);

Grupo BF - Cimento auto-adesivo BiFix (VOCO, Cuxhaven, Germany)

Grupo RE - Adesivo auto-condicionante dual de passo único Futurabond DC (VOCO) + Compósito para núcleo de preenchimento Rebilda DC (VOCO);

Grupo CX - Adesivo convencional de 2 passos com condicionamento ácido prévio XP Bond (Dentsply De Trey, Konstanz, Germany) + Self-Cure Activator (Dentsply De Trey) + Compósito para núcleo de preenchimento Core.X Flow (Dentsply De Trey);

Grupo RXSBU-ER - Adesivo universal Scotchbond Universal (3M Espe) aplicado no modo etch-and-rinse (com condicionament ácido prévio) + ativador DCA + Cimento RelyX ARC (3M ESPE);

Grupo RXSBU-SE - Adesivo universal Scotchbond Universal (3M Espe) aplicado no modo auto-condicionante + ativador DCA + Cimento RelyX ARC (3M ESPE);

Tabela 1 - Materiais Utilizados, composição e técnica de aplicação.

Material / Lote	Composição	Técnica de aplicação
U200 # 473396	Pasta base - monômero methacrilato fosfatado ácido, monômero methacrilato, partículas sinalizadas, fotoiniciadores, estabilizantes, aditivos reológicos pasta catalisadora - monômero methacrilato, partículas alcalinas de carga, partículas silanizadas, fotoiniciadores, estabilizantes, pigmentos, aditivos reológicos	Auto mistura do cimento; aplicar mistura; g (40s <u>por face</u>) ou h (5min)
BiFix SE #1151454	pasta base: Bis-GMA, UDMA, Gly-DMA, monômeros fosfatados, iniciadores e estabilizadores Pasta Catalisadora: Gly-DMA, Monômeros ácidos, Hidroxipropilmetacrilato, UDMA, peróxido de benzoíla	Auto mistura do cimento; aplicar mistura; g (40s <u>por face</u>) ou h (5min)
Futurabond DC SE + Rebuilda DC # 1027345 Ceramic bond # 1026176	Futurabond DC : ácidos orgânicos, BIS-GMA, HEMA, TMPTMA, BHT, álcool, fluor, CQ, aminas catalizadoras Rebuilda DC : BIS-GMA, UDMA, DDDMA, BHT, peróxido de benzoíla, CQ, sílica, vidro ceramico de bárioborosilicato, aceleradores.	d; e(5s); auto-mistura do cimento; i; (f); g (40s <u>por face</u>) ou h (5min)
XP Bond + CoreX Flow + Self Cure Activator # Core.X Flow 110427 # XP Bond 1103000609 # SCA 110601	XP Bond - PENTA, TCB, HEMA, TEGDMA, UDMA, butanol, nano-partículas de carga, CQ, estabilizador para auto-polymerização - Ativador : HEMA, UDMA, Catalisador, fotoiniciador sulfonato aromático de sódio, estabilizadores, acetona e água CoreX Flow - UDMA, metacrilatos bi e tri funcionais, vidro ceramico de bárioborofluoroaminossilicato, CQ, foto aceleradores, dióxido de silicone e peróxido de benzoíla	a (15s); b (15s); c; d; e(5s) automistura do cimento; (f); g (40s <u>por face</u>) ou h (5min)
Scotchbond UN ER RelyX ARC + DCA RelyX ARC #299810 Scotchbond UN #482153 DCA #471746	Scotchbond Universal - Adesivo: monômero 10-MDP, resina dimetacrilato, HEMA, co-polímero metacrilato modificado do ácido polialcenóico, partículas de carga, álcool, água, iniciadores e silano. DCA - tolueno de sódio, sulfonato e álcool. Cimento - polimeros Bis-GMA, TEGDMA, partículas de zircônia e sílica.	a (15s); b (15s); c; d; e(5s); g (10s); misturar cimento; (f); g (40s <u>por face</u>) ou h (5min)
Scotchbond UN SE RelyX ARC + DCA RelyX #299810 Scotchbond UN #482153 DCA #471746	Scotchbond Universal - Adesivo: monômero 10-MDP, resina dimetacrilato, HEMA, co-polímero metacrilato modificado do ácido polialcenóico, partículas de carga, álcool, água, iniciadores e silano. DCA - tolueno de sódio, sulfonato e álcool. Cimento - polimeros Bis-GMA, TEGDMA, partículas de zircônia e sílica.	d; e(5s); g.(10s); misturar cimento;(f); g (40s <u>por face</u>) ou h (5min)

Técnica de aplicação – a: condicionamento com ácido fosfórico; b: enxaguar; c: secar com pontas de papel absorvente; d: aplicar adesivo; e: secar com ar gentilmente; f: aplicar mistura; g: fotopolimerizar; h: autopolimerizar; i: aplicar silano no pino. N.A. Todos os materiais foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes

Bis-GMA: Bis-Fenol A-Glicidil Metacrilato; **UDMA**: Uretano Dimetacrilato; **Gly-DMA**: Glicerol Dimetacrilato; **CQ**: canforoquinona; **HEMA**: 2-Hidroxi-etilmetacrilato; **TEGDMA**: Trietilenoglicol Dimetacrilato - **10MDP**: 10-metacrilatoiloxidodecilo di-hidrogênio fosfato; **PENTA**: di-pentaeritrol pentaacrilato monofosfato; **TCB**: butanol-1,2,3,4-tetracarboxílico di-2-hidroxi-etilmetacrilato éster; **BHT**: butilhidrotolueno; **DDDMA**: dodecanediol dimetacrilato; **TMPTMA**: trimetilolpropano trimetaacrilato.

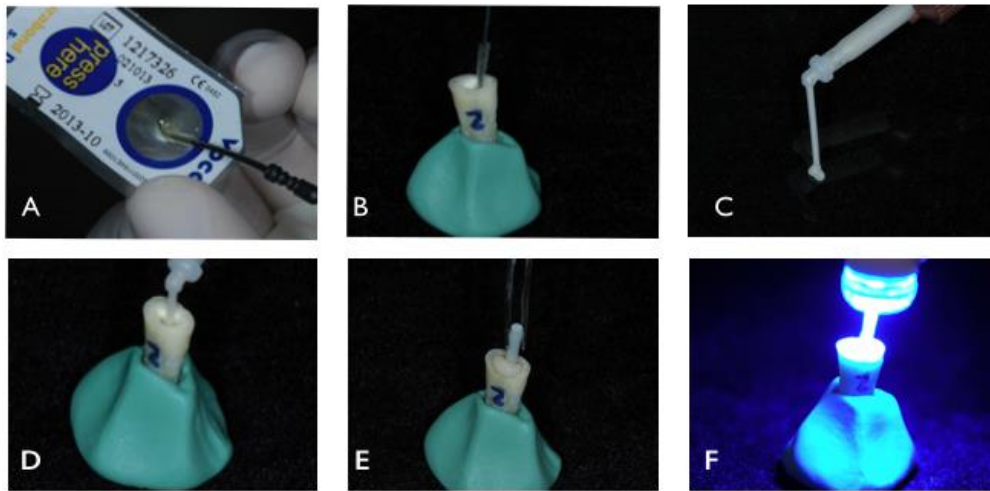


Figura 1. Ilustração representativa da técnica de cimentação utilizada para o grupo RE. Foi utilizado o sistema adesivo auto-condicionante dual Futurabond DC associado à resina composta para núcleo de preenchimento Rebilda DC. (A) Mistura do adesivo auto-condicionante dual Futurabond DC; (B) Aplicação no conduto radicular por 20s; (C) Seringa auto-mistura; (D) Aplicação do compósito dentro do conduto radicular; (E) Inserção do pino de fibra de vidro no interior do conduto radicular; (F) Fotoativação por 40s nas faces oclusal, vestibular e palatina.

3.6. Confeção dos corpos de prova e análise da resistência de união (*push-out*).

Após armazenamento em água destilada a 37°C por 24 horas, os dentes foram fixados com cera pegajosa e godiva de baixa fusão em uma placa de suporte de acrílico e posicionados para o corte em uma cortadeira metalográfica (Isomet 1000, Buehler Ltda, Lake Bluff, IL, USA) com uma velocidade constante de 275 rpm a fim de se obter fatias com espessura de aproximadamente 1 mm dos terços cervical, médio e apical de cada raiz (Figura 2). Os dentes foram cortados no sentido cervical para apical. Logo após a realização de cada corte, as fatias foram marcadas com grafite na face voltada para cervical para definição da posição e mantidas em água destilada em eppendorfs numerados conforme o respectivo grupo e terço radicular (Figura 3). As amostras seccionadas foram mantidas em água destilada a 37°C em estufa em recipientes fechados e ao abrigo da luz por um período de 24 horas. Uma força vertical constante foi aplicada sobre a superfície do pino que ficou voltada para apical, para a realização do teste de resistência ao cisalhamento por extrusão também conhecido por

push-out.

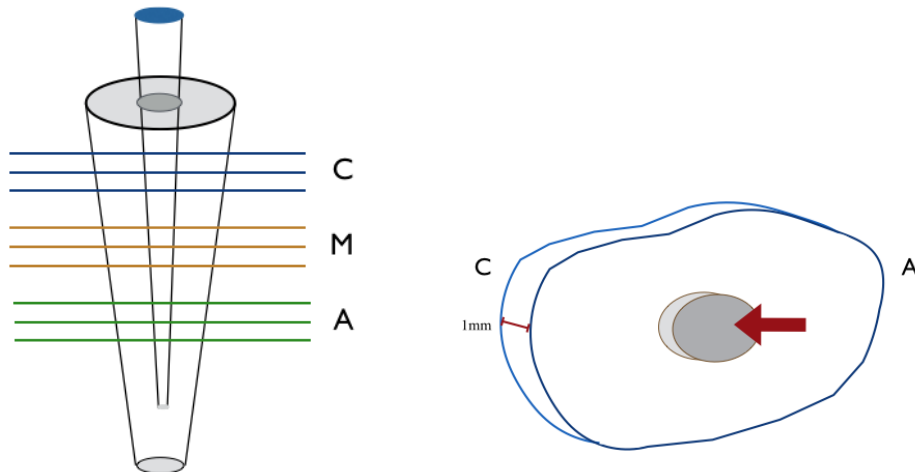


Figura 2. Esquema representativo do corte das raízes e divisão dos terços entre cervical (C), médio (M) e apical (A), e o movimento no sentido cervical da força aplicada no pino em cada fatia obtida.

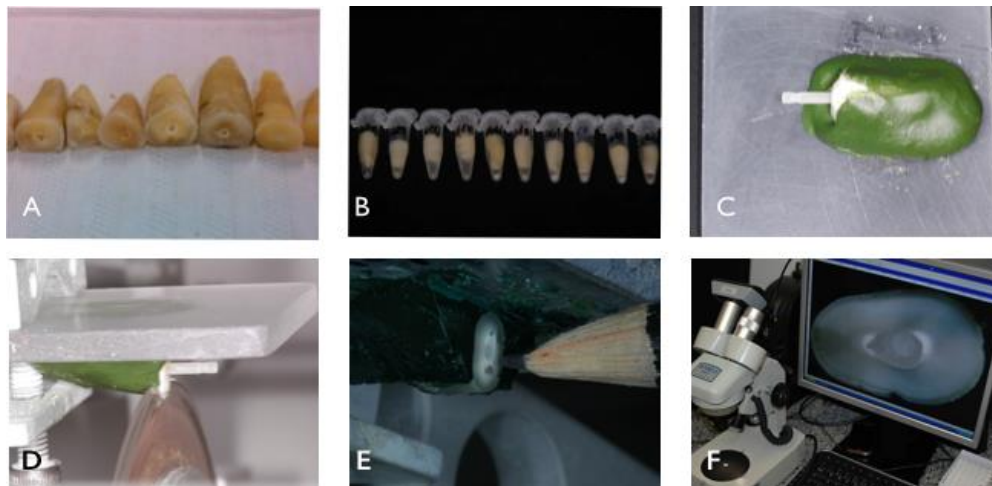


Figura 3. Ilustração do corte dos dentes. (A) Raízes cortadas previamente aos procedimentos endodônticos e de cimentação; (B) Armazenadas em água destilada previamente aos procedimentos adesivos; (C) Após os procedimentos de cimentação dos pinos, foram fixadas com godiva de baixa fusão; (D) Corte dos dentes restaurados em fatias de aproximadamente 1mm de espessura; (E) Marcação com grafite do lado cervical da fatia; (F) Fotografias das fatias foram realizadas em microscópio óptico previamente e após o ensaio de push-out, com uma magnificação de 20X.

O ensaio de *push-out* foi realizado em três diferentes níveis: nos terços cervical, médio e apical. As fatias radiculares foram posicionados em uma base metálica com um orifício de 2,5 mm de diâmetro no centro. Os discos obtidos dos cortes radiculares contendo o pino de fibra de vidro no centro foram posicionados e alinhados à perfuração da base metálica. Todo o conjunto foi posicionado na base da máquina de ensaio universal EZ-Test 500N (EZ Test, Shimazu Co., Kyoto, Japan). Uma haste metálica com ponta ativa de 1,0 mm de diâmetro foi fixada no mordente superior da máquina e posicionada cuidadosamente com o auxílio de uma lupa no centro do pino de fibra de vidro da fatia radicular a ser testada. O ensaio de resistência ao *push-out* foi conduzido, à velocidade de 1,0 mm/min, até o deslocamento do pino ou conjunto pino/cimento resinoso (Figura 4).

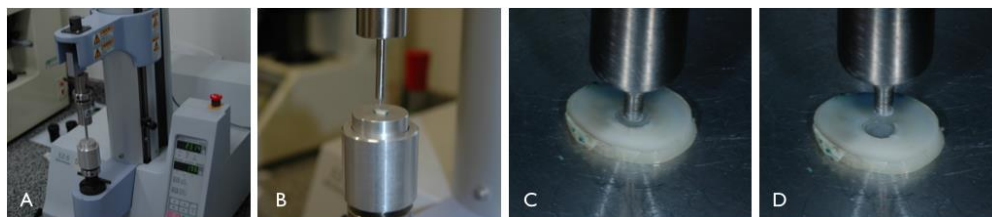


Figura 4. Fotografias ilustrativas do ensaio de *push-out*. (A) Ilustração do dispositivo montado na máquina de ensaios EZ-Test; (B) Espécime posicionado no dispositivo; (C) ilustração do momento em que a carga é aplicada sobre o pino; (D) Espécime fraturado.

A força necessária para a fratura foi obtida em Newton e então convertida em MPa. Esta conversão foi obtida dividindo-se a força em N pela área total da secção interna da fatia do canal radicular submetida ao teste. Para medição desta área interna de adesão do pino, cada fatia foi medida com um paquímetro digital, após o teste, para a obtenção da altura da fatia (h) e também para a obtenção do diâmetro tanto na secção cervical quanto na secção apical da fatia. Deve notar-se que o cálculo da área de interface foi executada com a fórmula de cálculo da área lateral de uma secção de cone. A área interna foi obtida através da fórmula descrita na figura abaixo (Figura 5), onde $\pi = 3,14$; R = raio do parte coronal da secção; r = raio da parte apical do pino e h = espessura da fatia da raiz.

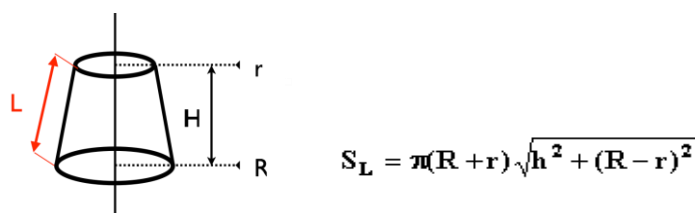


Figura 5. Esquema do cálculo da área cônica do canal e fórmula utilizada para obtenção da área da secção.

3.7 Análise do padrão de fratura

Os espécimes foram levados ao microscópio óptico antes e após a realização do teste de *push-out* e fotografados com uma magnificação de 20 vezes. Uma câmera digital foi acoplada ao microscópio para captura e armazenamento das imagens. Cada fatia foi fotografada em ambos os lados, tanto o lado cervical quanto o lado apical, onde seria aplicada a força para o deslocamento do pino durante o ensaio de *push-out*. Estas imagens foram armazenadas num arquivo e nomeadas de acordo com o grupo, dente e profundidade radicular e classificadas para posterior comparação e análise do padrão de fratura. O padrão de fratura foi determinado de acordo com a classificação a seguir: CD - falha coesiva em dentina; ADC - falha adesiva entre dentina e cimento; CC - falha coesiva no cimento; ACP - falha adesiva entre o cimento e o pino; M - falha mista.

3.8. Análise Estatística

As médias de resistência de união à dentina radicular nas diferentes regiões do conduto foram calculadas e submetidas à Análise de Variância para Medidas Repetidas, ao nível de significância de 5%. Para avaliar as diferenças significativas detectadas, os dados obtidos foram submetidos ao teste de Duncan.

5. Resultados

A análise de variância para medidas repetidas apontou diferenças significativas para o fator "técnica de cimentação" ($p=0,017$), no entanto, não foram detectadas diferenças significativas para o fator "profundidade" ($p>0,05$). Os resultados da ANOVA e as médias de resistência de união ao *push-out* para as diferentes técnicas testadas nas 3 profundidades avaliadas estão apresentados nas tabelas 2 e 3.

As maiores médias de RU foram observadas quando foi utilizada a resina para núcleo de preenchimento Rebilda DC associada ao adesivo auto-condicionante Futurabond DC (RE). No entanto, este grupo não diferiu significativamente do RelyX ARC associado ao adesivo Scotchbond Universal aplicado no modo que utiliza o condicionamento prévio com ácido fosfórico (RXSBU-ER). Os grupos RXSBU-ER, CX e RXSBU-SE apresentaram valores intermediários e não diferiram significativamente entre si. O grupo em que se utilizou o cimento auto-adesivo Bifix (BF) apresentou os menores valores de RU, no entanto não diferiu significativamente dos grupos RXSBU-SE e UT.

A análise do padrão de fratura mostrou uma maior incidência de falhas adesivas entre a dentina radicular e o cimento resinoso, independente do material utilizado (Figuras 6 a 9).

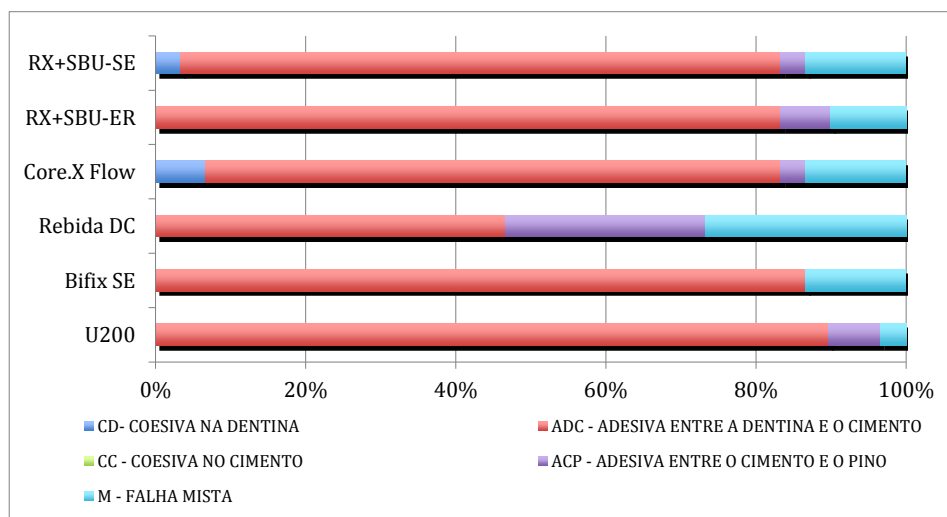
Tabela 2. Análise de Variância para Medidas Repetidas.

Causas da Variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Valor de P
Grupo	5	19.6819	3.9363	3.0269	0.01748
Resíduo (A)	54	70.2243	1.3004		
Parcelas	59	89.9063			
Fatia	2	0.1604	0.0802	0.1461	0.8646
Grupo*Fatia	10	2.0445	0.2044	0.3723	0.9559
Resíduo (B)	108	59.3148	0.5492		
Total	179	151.4262			

Tabela 3. Médias e desvio padrão (DP) dos valores de resistência de união ao ensaio de *push-out* dos cimentos resinosos usados em dentina radicular.

Material	Região	Média	Média	Duncan
	radicular	MPa (DP)	MPa(DP)	
Rebilda DC	cervical	7,51 (4,72)	<u>7,78(5,20)</u>	A
	médio	7,53 (4,81)		
	apical	8,30 (6,08)		
RX-SBU-ER	cervical	6,42 (2,88)	<u>6,28(3,03)</u>	AB
	médio	6,01 (3,12)		
	apical	6,42 (3,10)		
CoreX Flow	cervical	5,81 (4,81)	<u>6,27(6,66)</u>	BC
	médio	4,72 (4,53)		
	apical	8,29 (10,64)		
RX-SBU-SE	cervical	4,99 (3,50)	<u>4,99(3,81)</u>	BCD
	médio	5,63 (3,44)		
	apical	4,37 (4,49)		
U200	cervical	3,35 (2,59)	<u>3,89(3,65)</u>	CD
	médio	4,85 (5,23)		
	apical	3,48 (3,13)		
Bifix SE	cervical	2,53 (1,71)	<u>3,71(4,04)</u>	D
	médio	3,91 (4,01)		
	apical	4,70 (6,42)		

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de significância de 5%. Dentro de cada grupo, não houve diferença significativa entre as regiões avaliadas.



Padrão de Fratura dos diferentes grupos testados.

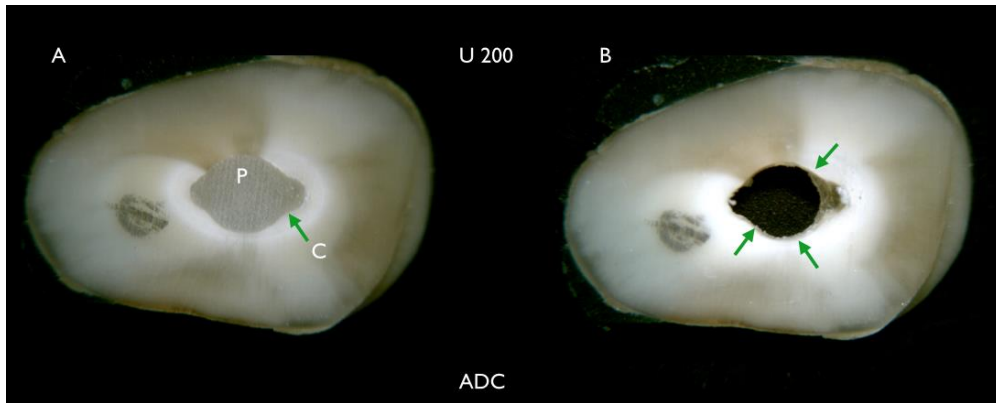


Figura 6. Figura representativa de uma falha adesiva entre a dentina radicular e o cimento resinoso (ADC). Antes (A) e depois (B) do ensaio de *push-out*. As setas mostram a falha entre o cimento resinoso e a dentina.

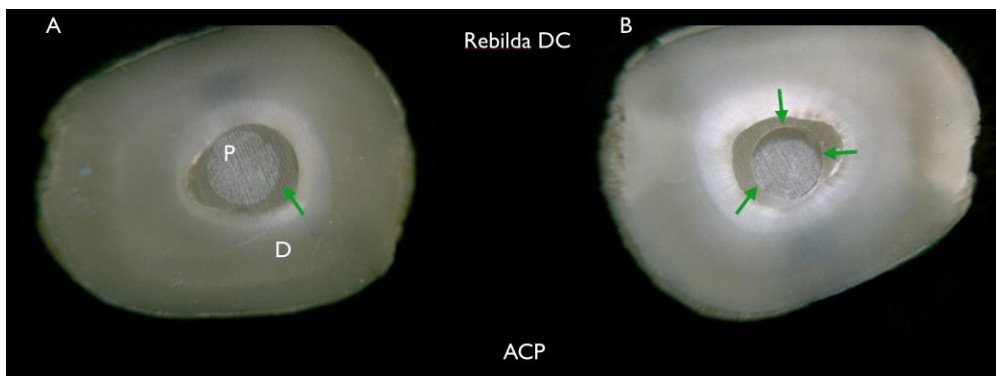
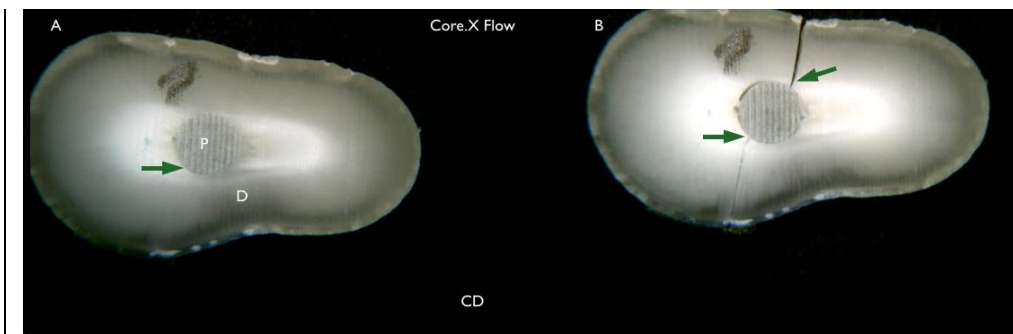


Figura 7. Figura representativa de uma falha adesiva entre o pino de fibra e o cimento resinoso (ACP). Antes (A) e depois (B) do ensaio de *push-out*. As setas apontam a falha ao redor do pino de fibra.



Formatado: Fonte: (Padrão)
Times

Figura 8. Figura representativa de uma falha coesiva na dentina (CD). Antes (A) e depois (B) do ensaio de *push-out*. As setas apontam quebra do corpo de prova durante a aplicação da força.

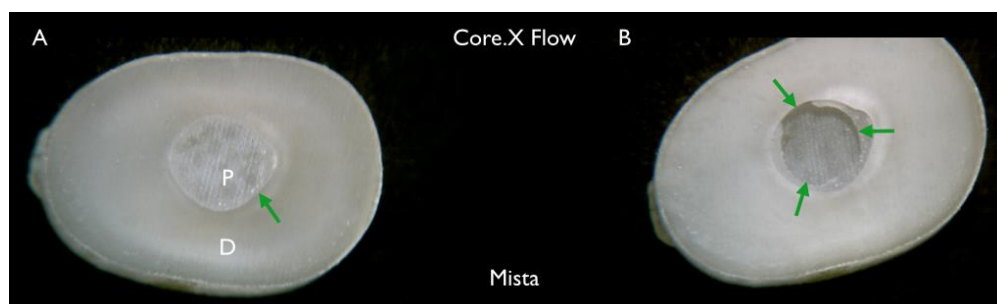


Figura 9. Figura representativa de uma falha mista (M). Antes (A) e depois (B) do ensaio de *push-out*. As setas apontam a presença do compósito de cimentação aderido à dentina radicular e também ao pino de fibra.

6. Discussão

Os pinos intra-radulares são amplamente utilizados na Odontologia Restauradora (Guzy & Nicholls, 1979; Goldman *et al.*, 1984; Schwartz *et al.*, 2006; Bitter *et al.*, 2013), com o intuito de melhorar a retenção e resistência de dentes tratados endodonticamente, e debilitados por extensas perdas de estrutura dental causadas por lesões de cárie e restaurações pré-existentes (Cagidiaco *et al.*, 2008; D'Arcangelo *et al.*, 2010; Santana *et al.*, 2011). Diversas técnicas são utilizadas para a cimentação de pinos intra-radulares, resultando em

diferentes taxas de sucesso clínico e laboratorial (Schwartz & Robbins, 2004, Bitter *et al.*, 2013). A resistência de união à dentina radicular é de fundamental importância para a longevidade da estrutura dental restaurada (Castellan *et al.*, 2010).

No presente estudo comparou-se a resistência de união à dentina radicular produzida por materiais que utilizam diferentes estratégias de união à dentina. Foram utilizados dois cimentos auto-adesivos (U200 e Bifix), dois cimentos que empregam adesivos auto-condicionantes (RXSBU-SE e Rebilda DC) e dois cimentos que utilizam o condicionamento ácido prévio com ácido fosfórico (RXSBU-ER e CoreX Flow). Os valores de resistência de união produzidos pelos diferentes grupos foi significativamente diferente. No entanto não foram observadas diferenças significativas entre as três regiões do conduto radicular analisadas. Apesar de alguns estudos apontarem para uma diminuição na RU em direção à região apical (Dietschi *et al.*, 2008; Biacchi 2013), outros estudos mostram que, independente da localização dentro do conduto, fatores como adaptação do pino na parede intra-radicular e a capacidade de polimerização do adesivo/cimento resinoso (Aksornmuang *et al.*, 2005; Goracci *et al.*, 2005; Goracci *et al.*, 2011, Rosa *et al.* 2011; Higashi 2012) interferem mais na resistência de união do que a morfologia dentinária radicular (Ferrari *et al.*, 2000). Apesar da variabilidade na morfologia radicular, acredita-se que o grau de conversão dos cimentos resinosos tenha sido similar mesmo nas regiões mais profundas, e que não se beneficiam da ação da fonte de luz polimerizadora, produzindo propriedades mecânicas semelhantes (Arrais *et al.*, 2010). Todos os cimentos resinosos e sistemas adesivos utilizados apresentam modo de ativação dual.

Um estudo recente que avaliou a resistência de união ao *push-out*, o grau de conversão e nanodureza dos cimentos resinosos nas diferentes regiões radiculares, mostrou que o terço apical apresentou os menores valores de nanodureza e módulo de elasticidade, e os maiores valores de resistência de união (Higashi, 2012). Especula-se que pode haver a formação de um composto resinoso menos rígido e mais flexível, com maior habilidade de suportar deformações elásticas durante a contração de polimerização gerando menores tensões na interface (Ceballos *et al.*, 2007; Higashi, 2012). Desta forma, o conceito de que a resistência de união na região apical é menor, não deve ser aplicado de forma generalizada. Resistência de união similar ou maior na região apical tem sido demonstrada na literatura (Bitter *et al.*, 2006; Bitter *et al.*, 2014). Devido à menor quantidade de túbulos na região apical da raiz em comparação com a região cervical, e conseqüentemente maior área de dentina intertubular, a área da camada híbrida formada pode ser maior e conseqüentemente contribuir para maiores valores de resistência de união (Giannini *et al.*, 2001; Bitter *et al.*, 2006; Bitter *et al.*, 2014).

Os resultados deste estudo *in vitro*, mostraram que a resistência de união de pinos de fibra cimentados à dentina intra-radicular é dependente do material e técnica de cimentação. Dentre os grupos testados, os menores valores de RU foram obtidos para o cimento resinoso auto-adesivo Bifix, o qual não apresentou diferença significativa para os grupos U200 e RXSBU-SE. A interação dos cimentos auto-adesivos com a dentina é diferente da produzida por cimentos resinosos convencionais, que são utilizados em associação com sistemas adesivos (Viotti *et al.*, 2009; Kasaz *et al.*, 2012; De Alexandre *et al.*, 2014). A união à dentina produzida por estes materiais auto-adesivos depende da união micromecânica e química ao substrato (Van Meerbeek *et al.*, 2011; De Munck *et al.*, 2004). Alguns estudos demonstram que devido à baixa capacidade de desmineralização, a camada híbrida é muito delgada e/ou praticamente inexistente tendo aproximadamente 0,1 a 0,2 μm . Os smear plugs são mantidos e não se observa a formação de *tags* de resina, o que poderia contribuir para o aumento da retenção. A *smear layer* espessa, produzida durante o preparo do conduto radicular pode agir como uma barreira, e dificultar a união ao substrato. Este mesmo fator pode explicar os menores valores observados para o grupo RXSBU-SE em comparação ao RXSBU-ER, o qual utilizou um adesivo auto-condicionante que apresenta pH 3,0, conseqüentemente com baixo poder de dissolução da *smear layer* e penetração na sub-superfície dentinária.

Um estudo recente que avaliou a resistência de união de três sistemas adesivos universais com e sem aplicação prévia de ácido fosfórico sugere que a não remoção da *smear-layer* pode resultar em contaminação por subprodutos da desmineralização e e/ou remanescentes da própria *smear layer*, dificultando a aproximação das cadeias poliméricas durante a reação de polimerização, diminuindo o grau de conversão em comparação ao mesmo adesivo utilizado com aplicação prévia de ácido fosfórico (Muñoz *et al.*, 2014). Outro fator que tem um papel importante no desempenho do sistema adesivo é a sua composição. O sistema adesivo dos grupos RXSBU contém na sua formulação o monômero 10-metracriloyloxydecyl di-hidrogênio fosfato (10-MDP), capaz de interagir quimicamente com a hidroxiapatita (Yoshida *et al.*, 2004). Num primeiro momento, a queda do pH resulta numa ligação iônica com a hidroxiapatita presente no cálcio, o que ocorre simultaneamente com a liberação de íons fosfatos e hidroxilas da hidroxiapatita para dentro do adesivo enquanto a superfície permanece neutra. Para que a ligação formada permaneça estável após este primeiro momento vai depender da estabilidade formada pelos sais de cálcio (Van Meerbeek *et al.*, 2011). Em outras palavras, no momento da aplicação do adesivo a hidrólise do éster fosfonado, presente no monômero ácido 10-MDP, resulta numa queda do pH promovendo uma maior desmineralização ao longo do tempo, o que explicaria uma melhor interação com o

substrato (Wang *et al.*, 2005; Reis *et al.*, 2007; Muñoz *et al.*, 2014).

Os maiores valores de resistência de união foram encontrados no grupo em que o cimento Rebuilda DC foi utilizado em associação ao adesivo Futurabond DC SE, seguido pelo cimento RelyX ARC associado ao adesivo Scotchbond Universal ER. Ambos não diferiram significativamente entre si, e também não diferiram do grupo do cimento Core.X Flow usado juntamente com adesivo XP Bond. De acordo com estes resultados pode-se afirmar que o uso prévio de um agente de condicionamento ácido ou um adesivo auto-condicionante de pH de média agressividade desempenha um papel importante no tratamento da parede dentinária radicular (Muñoz *et al.*, 2014). Os resultados encontrados nos grupos RXSBU exemplificam esta teoria. O grupo que utilizou o adesivo Scotchbond Universal com condicionamento ácido prévio obteve maiores valores de RU do que o grupo em que o adesivo foi utilizado no modo auto-condicionante, apesar de não ter sido detectada diferença estatística significativa entre estes grupos. Vários estudos já evidenciaram que as características morfológicas da interface adesiva formada entre substrato e a resina diferem significativamente entre os sistemas adesivos e dependem do tipo de tratamento da dentina previamente à aplicação do adesivo (Bitter *et al.*, 2009; Ferrari *et al.*, 2009). Quando o condicionamento ácido prévio é utilizado, a camada híbrida formada é normalmente mais espessa quando comparada aos adesivos auto-condicionantes (Kenshima *et al.*, 2006; Bitter *et al.*, 2009; Kasaz *et al.*, 2012). É importante ressaltar que uma maior espessura da camada híbrida não é sinônimo de maior efetividade para os sistemas que empregam o ácido fosfórico (Van Meerbeek *et al.*, 2011).

O Rebuilda DC utiliza previamente o adesivo Futurabond DC que é auto-condicionante e tem um pH igual a 1,4, considerado de média agressividade, que faz com que haja maior dissolução da *smear layer* e maior embricamento micro-mecânico com a dentina, fator que pode explicar seus maiores valores de RU em comparação com os grupos RXSBU que utilizaram o sistema adesivo Scotchbond Universal que possui um pH de 3,0 (Belli *et al.*, 2011; Bitter *et al.*, 2014; Muñoz *et al.*, 2014). É possível que a acidez do SBU-SE não seja capaz de dissolver a *smear layer* e infiltrar o substrato com a mesma eficiência que o Futurabond DC, explicando os maiores valores de RU quando o SBU foi utilizado com condicionamento ácido prévio (Muñoz *et al.*, 2014; Kenshima *et al.*, 2006; Belli *et al.*, 2011). Resultados semelhantes foram encontrados por Bitter *et al.* (2014), em que quatro sistemas de cimentação e preenchimento simultâneo para pinos intra-canal foram utilizados para analisar a morfologia da interface adesiva e a resistência de união ao teste de *push-out*. Alguns estudos semelhantes mostraram não haver diferença na resistência de união entre adesivos auto-condicionantes e com o uso prévio de ácido fosfórico dentro do canal (Mazzoni *et al.*, 2009),

ao passo que outros estudos reportaram menores valores de resistência de união para os adesivos com condicionamento ácido prévio ao adesivo quando comparados com adesivos auto-condicionantes (Bitter *et al.*, 2009; Zicari *et al.*, 2008; Zicari *et al.*, 2012). Em contraste, outro estudo mostrou menor resistência de união para adesivos auto-condicionantes comparados com a técnica do uso prévio do ácido fosfórico ou cimentos auto-adesivos (Radovic *et al.*, 2008b). Estes resultados conflitantes demonstram que a qualidade da união adesiva e a resistência de união dentro do canal está mais relacionada com o material utilizado do que na abordagem de tratamento de superfície propriamente dita.

A análise do padrão de fratura revelou maior incidência de falhas adesivas entre o cimento e a dentina radicular para todos os cimentos. Para o grupo RE (Rebilda DC) houve um grande número de falhas adesivas entre o pino e o cimento e também de falhas mistas. Estes achados corroboram com resultados encontrados em um outro estudo recente em que houve maior número de falhas adesivas para todos os materiais testados com exceção do Rebilda DC onde houve um maior número de falhas mistas (Bitter *et al.*, 2014). Poderia se especular que os materiais para cimentação de pinos e reconstrução de núcleos de preenchimento em um único estágio poderiam trazer efeitos negativos à resistência de união dentro do canal devido à maior quantidade de carga e conseqüente maior módulo de elasticidade, que poderia gerar maiores tensões de contração de polimerização (Braga & Ferracane 2004). No entanto devido à presa dual, e à dificuldade de passagem de luz para dentro do conduto radicular, a velocidade da reação de polimerização é menor, o que pode permitir uma melhor acomodação do material e menor transmissão de tensões à interface (Lim *et al.*, 2002).

7. CONCLUSÃO

Os maiores valores de resistência de união ao *push-out* foram obtidos com os materiais que utilizam tratamento prévio com sistema adesivo. Não foram observadas diferenças em relação à profundidade radicular

_____ Dentro das limitações deste estudo, pode-se concluir que a resistência de união de pinos de fibra ao canal radicular é dependente do tipo de material de cimentação.

principalmente da composição do sistema adesivo e cimento resinoso aplicados em conjunto e especialmente sua interação química. A abordagem e estratégia de aplicação dos sistemas de cimentação também desempenham um papel importante na interação entre o substrato radicular e pino de fibra de vidro..

REFERÊNCIAS

- Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Regional bond strength of four self-etching *primer*/adhesive systems to root canal dentin. *Dent Mater J*. 2005 Jun;24(2):261-7.
- Aksornmuang J, Nakajima M, Senawongse P, Tagami J. Effects of C-factor and resin volume on the bonding to root canal with and without fibre post insertion. *J Dent*. 2011;39(6):422-9.
- Arrais CA, Kasaz Ade C, Albino LG, Rodrigues JA, Reis AF. Effect of curing mode on the hardness of dual-cured composite resin core build-up materials. *Braz Oral Res*. 2010;24(2):245-9.
- Baldissara P, Zicari F, Valandro LF, Scotti R. Effect of root canal treatments on quartz fiber posts bonding to root dentin. *J Endod*. 2006 Oct;32(10):985-8.
- Barjau-Escribano A, Sancho-Bru JL, Forner-Navarro L, Rodríguez-Cervantes PJ, Pérez-González A, Sánchez-Marín FT. Influence of prefabricated post material on restored teeth: fracture strength and stress distribution. *Oper Dent* 2006;31:47-54.
- Belli R, Sartori N, Peruchi LD, Guimarães JC, Vieira LC, Baratieri LN, Monteiro S Jr. Effect of multiple coats of ultra-mild all-in-one adhesives on bond strength to dentin covered with two different smear layer thicknesses. *J Adhes Dent*. 2011 Dec;13(6):507-16.
- Biacchi GR, Mello B, Basting RT. The endocrown: an alternative approach for restoring extensively damaged molars. *J Esthet Restor Dent*. 2013 Dec;25(6):383-90.
- Braga RR, Ferracane JL. Alternatives in polymerization contraction stress management. *Crit Rev Oral Biol Med* 2004; 15:176-84
- Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater*. 2008 Jan;24(1):90-101.
- Bitter *et al* 2014 - Analysis of Resin-Dentin Interface Morphology and Bond Strength Evaluation of Core Materials for One Stage Post-Endodontic Restorations
- Bitter K, Meyer-Lückel H, Priehn K, Martus P, Kielbassa AM. Bond strengths of resin cements to fiber-reinforced composite posts. *Am J Dent*. 2006 Jun;19(3):138-42.
- Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. *Eur J Oral Sci*. 2009 Jun;117(3):326-33.

- Bitter K, Aschendorff L, Neumann K, Blunck U, Sterzenbach G. Do chlorhexidine and ethanol improve bond strength and durability of adhesion of fiber posts inside the root canal? *Clin Oral Investig*. 2014 Apr;18(3):927-34.
- Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont*. 2008 Jul-Aug;21(4):328-36.
- Cantoro A, Goracci C, Vichi A, Mazzoni A, Fadda GM, Ferrari M. Retentive strength and sealing ability of new self-adhesive resin cements in fiber post luting. *Dent Mater*. 2011;27(10):e197-204.
- Caputo AA, Standlee JP. Pins and posts--why, when and how. *Dent Clin North Am*. 1976 Apr;20(2):299-311.
- 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. *J Adhes Dent*. 2010 Dec;12(6):477-85.
- Ceballos L, Garrido MA, Fuentes V, Rodríguez J. Mechanical characterization of resin cements used for luting fiber posts by nanoindentation. *Dent Mater*. 2007 Jan;23(1):100-5. Epub 2006 Jan 23.
- Clavijo VG, Reis JM, Kabbach W, Silva AL, Oliveira Junior OB, Andrade MF. Fracture strength of flared bovine roots restored with different intraradicular posts. *J Appl Oral Sci*. 2009 Nov-Dec;17(6):574-8.
- Coelho CS, Biffi JC, Silva GR, Abrahão A, Campos RE, Soares CJ. Finite element analysis of weakened roots restored with composite resin and posts. *Dent Mater J*. 2009;28(6):671-8.
- D'Arcangelo C, De Angelis F, Vadini M, D'Amaro M, Caputi S. Fracture resistance and deflection of pulpless anterior teeth restored with composite or porcelain veneers. *J Endod*. 2010;36(1):153-6.
- De Alexandre R, Santana V, Kasaz A, Arrais C, Rodrigues J, Reis A. Effect of Long-term Simulated Pulpal Pressure on the Bond Strength and Nanoleakage of Resin-Luting Agents With Different Bonding Strategies. *Oper Dent*. 2014 Feb 6.
- De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater*. 2004 Dec;20(10):963-71.
- Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent*. 1999;81(2):135-41.

- Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and *in vivo* studies). *Quintessence Int.* 2008 Feb;39(2):117-29.
- Duret B, Reynaud M, Duret F. New concept of coronoradicular reconstruction: the Compositopost. *Chir Dent Fr.* 1990;60(540):131-41.
- 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 Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;110(4):534-44.
- Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjör IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent.* 2000 Oct;13(5):255-60.
- Ferrari M, Carvalho CA, Goracci C, Antonioli F, Mazzoni A, Mazzotti G, Cadenaro M, Breschi L. Influence of luting material filler content on post cementation. *J Dent Res.* 2009;88(10):951-6.
- Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Bonding of photo and dual-cure adhesives to root canal dentin. *Oper Dent.* 2003;28:543-51.
- Giannini M, Carvalho RM, Martins LR, Dias CT, Pashley DH. The influence of tubule density and area of solid dentin on bond strength of two adhesive systems to dentin. *J Adhes Dent.* 2001;3(4):315-24.
- Goldman M, DeVitre R, Tenca J. Cement distribution and bond strength in cemented posts. *J Dent Res.* 1984 Dec;63(12):1392-5.
- Goracci C, Grandini S, Bossù M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *J Dent.* 2007 Nov;35(11):827-35.
- Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J.* 2011;56 Suppl 1:77-83.
- Goracci C, Fabianelli A, Sadek FT, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. *J Endod.* 2005 Aug;31(8):608-12.
- Grandini S, Sapio S, Simonetti M. Use of anatomic post and core for reconstructing an endodontically treated tooth: a case report. *J Adhes Dent.* 2003;5(3):243-7.
- Goracci C, Corciolani G, Vichi A, Ferrari M. Light-transmitting ability of marketed fiber posts. *J Dent Res.* 2008 Dec;87(12):1122-6.
- Ferrari M, Carvalho CA, Goracci C, Antonioli F, Mazzoni A, Mazzotti G, Cadenaro M, Breschi L. Influence of luting material filler content on post cementation. *J Dent Res.* 2009 Oct;88(10):951-6.

- Grandini S, Sapio S, Simonetti M. Use of anatomic post and core for reconstructing an endodontically treated tooth: a case report. *J Adhes Dent.* 2003;5(3):243-7.
- Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Borracchini A, Ferrari M. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *J Adhes Dent.* 2005 Autumn;7(3):235-40.
- Guzy GE, Nicholls JJ. *In vitro* comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. *J Prosthet Dent.* 1979 Jul;42(1):39-44.
- Hecht R, Ludsteck M, Raia G. Tensile bond strength of first self-adhesive resin based dental material. *J Dent Res.* 81(Spec Iss A): 2002. Abstract # 398.
- Higashi C. Efeito do sistema de cimentação adesiva e tempo de armazenamento nos valores de resistência de união, nanodureza e módulo de elasticidade no ambiente intra-radicular. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 2012.
- Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Ferrule effect: a literature review. *J Endod.* 2012;38(1):11-9.
- Kasaz AC, Pena CE, de Alexandre RS, Viotti RG, Santana VB, Arrais CA, Giannini M, Reis AF. Effects of a peripheral enamel margin on the long-term bond strength and nanoleakage of composite/dentin interfaces produced by self-adhesive and conventional resin cements. *J Adhes Dent.* 2012 Jun;14(3):251-63.
- Kenshima S, Francci C, Reis A, Loguercio AD, Filho LE. Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives applied to thick and thin smear layer. *J Dent.* 2006 Nov;34(10):775-83.
- Lim BS, Ferracane JL, Sakaguchi RL, Condon JR. Reduction of polymerization contraction stress for dental composites by two-step light-activation. *Dent Mater* 2002;18:436-44.
- 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. *Dent Mater.* 2002;18(8):609-21.
- Marchi GM, Paulillo LA, Pimenta LA, De Lima FA. Effect of different filling materials in combination with intraradicular posts on the resistance to fracture of weakened roots. *J Oral Rehabil.* 2003 Jun;30(6):623-9.
- Mazzitelli C, Monticelli F, Toledano M, Ferrari M, Osorio R. Effect of thermal cycling on the bond strength of self-adhesive cements to fiber posts. *Clin Oral Investig.* 2012 Jun;16(3):909-15.
- Mazzoni A, Marchesi G, Cadenaro M, Mazzotti G, Di Lenarda R, Ferrari M, Breschi L. *Push-out* stress for fibre posts luted using different adhesive strategies. *Eur J Oral Sci.* 2009 Aug;117(4):447-53.

- Menezes MJ, Arrais CA, Giannini M. Influence of light-activated and auto- and dual-polymerizing adhesive systems on bond strength of indirect composite resin to dentin. *J Prosthet Dent.* 2006 Aug;96(2):115-21.
- Mohammadi N, Kahnamoii MA, Yeganeh PK, Navimipour EJ. Effect of fiber post and cusp coverage on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars directly restored with composite resin. *J Endod.* 2009 Oct;35(10):1428-32.
- Mumcu E, Erdemir U, Topcu FT. Comparison of micro *push-out* bond strengths of two fiber posts luted using simplified adhesive approaches. *Dent Mater J.* 2010 May;29(3):286-96. Epub 2010 May 20.
- Mumcu E, Erdemir U, Topcu FT. Comparison of micro *push-out* bond strengths of two fiber posts luted using simplified adhesive approaches. *Dent Mater J.* 2010 May;29(3):286-96.
- Muñoz MA, Sezinando A, Luque-Martinez I, Szesz AL, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NH, Perdigão J. Influence of a hydrophobic resin coating on the bonding efficacy of three universal adhesives. *J Dent.* 2014 May;42(5):595-602.
- Naumann M, Sterzenbach G, Rosentritt M, Beuer F, Meyer-Lückel H, Frankenberger R. Self-adhesive cements as core build-ups for one-stage post-endodontic restorations? *Int Endod J.* 2011;44(3):195-202.
- Naumann M, Sterzenbach G, Rosentritt M, Beuer F, Frankenberger R. Is adhesive cementation of endodontic posts necessary? *J Endod.* 2008 Aug;34(8):1006-10.
- Ohlmann B, Fickenscher F, Dreyhaupt J, Rammelsberg P, Gabbert O, Schmitter M. The effect of two luting agents, pretreatment of the post, and pretreatment of the canal dentin on the retention of fiber-reinforced composite posts. *J Dent.* 2008;36(1):87-92.
- Perdigão J, Gomes G, Lee IK. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dent Mater.* 2006 Aug;22(8):752-8.
- Plasmans PJ, Visseren LG, Vrijhoef MM, Kayser AF. *In vitro* comparison of dowel and core techniques for endodontically treated molars. *J Endod.* 1986 Sep;12(9):382-7.
- Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.* 2008a;10(4):251-8.
- Radovic I, Mazzitelli C, Chieffi N, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts cemented using different adhesive approaches. *Eur J Oral Sci.* 2008b;116(6):557-63.
- Ree M, Schwartz RS. The endo-restorative interface: current concepts. *Dent Clin North Am.* 2010 Apr;54(2):345-74.

- Reich SM, Wichmann M, Frankenberger R, Zajc D. Effect of surface treatment on the shear bond strength of three resin cements to a machinable feldspathic ceramic. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2005;74(2):740-6.
- Reis AF, Giannini M, Pereira PN. Long-term TEM analysis of the nanoleakage patterns in resin-dentin interfaces produced by different bonding strategies. *Dent Mater.* 2007 Sep;23(9):1164-72.
- Reis AF, Rodrigues JA, Cassoni A, Pena CE, Viotti RG, Leonetti E, França FA, Alexandre RS. Como selecionar os adesivos dentinários?. In: Mendes WB, Miyashita E, Oliveira GC. (Org.). *Reabilitação Oral - previsibilidade e longevidade.* 1 ed. Nova Odessa: Ed Napoleão Ltda. 2011:422-435.
- Rödig T, Nusime AK, Konietzschke F, Attin T. Effects of different luting agents on bond strengths of fiber-reinforced composite posts to root canal dentin. *J Adhes Dent.* 2010;12(3):197-205.
- Rosa RA, Bergoli CD, Kaizer OB, Valandro LF. Influence of cement thickness and mechanical cycling on the *push-out* bond strength between posts and root dentin. *Gen Dent.* 2011 Jul-Aug;59(4):e156-61.
- Sadek FT, Monticelli F, Goracci C, Tay FR, Cardoso PE, Ferrari M. Bond strength performance of different resin composites used as core materials around fiber posts. *Dent Mater.* 2007 Jan;23(1):95-9.
- Santana FR, Castro CG, Simamoto-Júnior PC, Soares PV, Quagliatto PS, Estrela C, Soares CJ. Influence of post system and remaining coronal tooth tissue on biomechanical behaviour of root filled molar teeth. *Int Endod J.* 2011;44(5):386-94.
- Santos JN, Carrilho MR, De Goes MF, Zaia AA, Gomes BP, Souza-Filho FJ, Ferraz CC. Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-etching adhesive to pulp chamber dentin. *J Endod.* 2006;32(11):1088-90.
- Schwartz RS, Fransman R. Adhesive dentistry and endodontics: materials, clinical strategies and procedures for restoration of access cavities: a review. *J Endod.* 2005 Mar;31(3):151-65.
- Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004 May;30(5):289-301.
- Schwartz RS. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system- the promise and the problems: a review. *J Endod.* 2006;32(12):1125-34.
- Sigemori RM, Reis AF, Giannini M, Paulillo LA. Curing depth of a resin-modified glass ionomer and two resin-based luting agents. *Oper Dent.* 2005;30(2):185-9.

- Silva NR, Raposo LH, Versluis A, Fernandes-Neto AJ, Soares CJ. The effect of post, core, crown type, and ferrule presence on the biomechanical behavior of endodontically treated bovine anterior teeth. *J Prosthet Dent.* 2010 Nov;104(5):306-17.
- Soares CJ, Santana FR, Castro CG, Santos-Filho PC, Soares PV, Qian F, Armstrong SR. Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and *push-out* tests. *Dent Mater.* 2008 Oct;24(10):1405-11.
- Soares CJ, Valdivia AD, da Silva GR, Santana FR, Menezes Mde S. Longitudinal clinical evaluation of post systems: a literature review. *Braz Dent J.* 2012;23(2):135-740.
- Soares CJ, Pereira JC, Valdivia AD, Novais VR, Meneses MS. Influence of resin cement and post configuration on bond strength to root dentine. *Int Endod J.* 2012 Feb;45(2):136-45.
- Sterzenbach G, Karajouli G, Naumann M, Peroz I, Bitter K. Fiber post placement with core build-up materials or resin cements-An evaluation of different adhesive approaches. *Acta Odontol Scand.* 2011 Aug 5.
- Tauböck TT, Oberlin H, Buchalla W, Roos M, Attin T. Comparing the effectiveness of self-curing and light curing in polymerization of dual-cured core build-up materials. *J Am Dent Assoc.* 2011;142(8):950-6.
- Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH. The overwet phenomenon: a transmission electron microscopic study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *Am J Dent.* 1996a;9(4):161-6.
- Tay FR, Gwinnett JA, Wei SH. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free acetone-based, single-bottle *primer/adhesives*. *Dent Mater.* 1996b;12(4):236-44.
- Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod.* 2005;31(8):584-9.
- Tay FR, Pashley DH, Loushine RJ, Doyle MD, Gillespie WT, Weller RN, King NM. Ultrastructure of smear layer-covered intraradicular dentin after irrigation with BioPure MTAD. *J Endod.* 2006 Mar;32(3):218-21.
- 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 Summer;5(2):91-105.

- Topcu FT, Erdemir U, Sahinkesen G, Mumcu E, Yildiz E, Uslan I. *Push-out* bond strengths of two fiber post types bonded with different dentin bonding agents. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2010 May;93(2):359-66.
- Trope M, Maltz DO, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol*. 1985 Jun;1(3):108-11.
- Valdivia AD, Raposo LH, Simamoto-Júnior PC, Novais VR, Soares CJ. The effect of fiber post presence and restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary incisors: an *in vitro* study. *J Prosthet Dent*. 2012 Sep;108(3):147-57.
- Viotti RG, Kasaz A, Pena CE, Alexandre RS, Arrais CA, Reis AF. Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. *J Prosthet Dent*. 2009;102(5):306-12.
- Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater*. 2011 Jan;27(1):17-28.
- Wang VJ, Chen YM, Yip KH, Smales RJ, Meng QF, Chen L. Effect of two fiber post types and two luting cement systems on regional post retention using the *push-out* test. *Dent Mater*. 2008 Mar;24(3):372-7.
- Xible AA, Tavaréz RR, Araujo Cdos R, Conti PC, Bonachella WC. Effect of cyclic loading on fracture strength of endodontically treated teeth restored with conventional and esthetic posts. *J Appl Oral Sci* 2006;14:297-303.
- Yamamoto M, Miura H, Okada D, Komada W, Masuoka D. Photoelastic stress analysis of different post and core restoration methods. *Dent Mater J*. 2009;28(2):204-11.
- Wang Y, Spencer P. Continuing etching of an all-in-one adhesive in wet dentin tubules. *J Dent Res*. 2005 Apr;84(4):350-4.
- Zaitter S, Sousa-Neto MD, Roperto RC, Silva-Sousa YT, El-Mowafy O. Microtensile bond strength of glass fiber posts cemented with self-adhesive and self-etching resin cements. *J Adhes Dent*. 2011;13(1):55-9.
- Zicari F, Couthino E, De Munck J, Poitevin A, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. *Dent Mater*. 2008 Jul;24(7):967-77.
- Zicari F, De Munck J, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B. Factors affecting the cement-post interface. *Dent Mater*. 2012 Mar;28(3):287-97.
- Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Van Meerbeek B. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res*. 2004 Jun;83(6):454-8.