

ARIENE ARCAS TOPAL PAES LEME

***DUREZA KNOOP E RESISTÊNCIA DA UNIÃO DE CIMENTOS
RESINOSOS APÓS A FIXAÇÃO DE PINOS DE FIBRA EM
DIFERENTES CONDIÇÕES TÉCNICAS E REGIÕES DA RAIZ***

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Mestre em Materiais Dentários.

Orientador: Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti

PIRACICABA

2011

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

Bibliotecária: Elis Regina Alves dos Santos – CRB-8^a / 8099

L542d

Leme, Ariene Arcas Topal Paes.

Dureza Knoop e resistência da união de cimentos resinosos após a fixação de pinos de fibra em diferentes condições técnicas e regiões da raiz / Ariene Arcas Topal Paes Leme. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2011.

Orientador: Mário Alexandre Coelho Sinhoreti.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Cimentos de resina. 2. Técnica para retentor intra-radicular. 3. Materiais dentários. I. Sinhoreti, Mário Alexandre Coelho. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(eras/fop)

Título em Inglês: Knoop hardness and bond strength of resin cements after fixing fiber posts in different technical conditions and regions of root

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Resin cements. 2. Post and core technique. 3. Dental materials

Área de Concentração: Materiais Dentários

Titulação: Mestre em Materiais Dentários

Banca Examinadora: Mário Alexandre Coelho Sinhoreti, Mario Fernando de Goes, Margareth da Silva Coutinho

Data da Defesa: 18-02-2011

Programa de Pós-Graduação em Materiais Dentários



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 18 de Fevereiro de 2011, considerou a candidata ARIENE ARCAS LEME aprovada.

Handwritten signature of Prof. Dr. Mario Alexandre Coelho Sinhoretí in blue ink.

Prof. Dr. MARIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI

Handwritten signature of Profa. Dra. Margareth da Silva Coutinho in blue ink.

Profa. Dra. MARGARETH DA SILVA COUTINHO

Handwritten signature of Prof. Dr. Mario Fernando de Goes in blue ink.

Prof. Dr. MARIO FERNANDO DE GOES

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais **Luiz Antonio** e **Clery** e a minha irmã **Ariadne**, por todo amor e compreensão que me encorajam a buscar meus sonhos.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao **Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti**, que me recebeu como orientador e acreditou na minha capacidade. Com seu modo de direcionar-me, ajudou a fazer as escolhas corretas e incentivou para transformar idéias em realizações.

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, por tudo.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa de seu diretor **Prof. Dr. Jacks Jorge Júnior**.

À **Prof. Dra. Renata Cunha Matheus Rodrigues Garcia**, coordenadora geral dos cursos de Pós-Graduação da FOP-UNICAMP.

Ao **Prof. Dr. Marcelo Giannini**, coordenador do curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários da FOP-UNICAMP, por sua disponibilidade em repassar seu conhecimento.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários, **Prof. Dr. Simonides Consani, Prof. Dr. Mario Fernando de Goes, Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho, Prof. Dra. Regina Puppini Rontani, Prof. Dra. Marcela Rocha de Oliveira Carrilho, Prof. Dra. Roberta Caroline Bruschi Alonso, Prof. Dr. Luis Roberto Marcondes Martins, Prof. Dr. Rafael Leonardo Xediek Consani e Prof. Dr. Américo Correr**, muito obrigada pelos ensinamentos transmitidos.

Aos amigos **Marcos Blanco Cangiani, Selma Aparecida Barbosa Segalla e Adriano Luis Martins**, pela amizade, paciência e disponibilidade para ajudar e ensinar.

Aos colegas da Pós-Graduação **Victor, Guilherme, Marcos, Rafael Vitti, Ana Rosa, Nádia, Cristiana, Lucas, Aloizio, Ravana, Isadora, Roberta, Renata, Tatiany, César, Carlos, Rinaldo**, muito obrigada pela amizade. **Polliana, Cristina, Gislaine, Sandrine, Ailla, Karlinha, Ana Paula** muito obrigada pela amizade e parceria em todos os momentos. À **Giovana e Andréia**, colegas de casa, muito obrigada pelo apoio, amizade, compreensão e parceria; é uma honra dividir o lar com vocês. Ao **Luciano**, muito obrigada pelo apoio e incentivo, desde

os meus primeiros momentos em Piracicaba. À **Adriana** muito obrigada pela amizade, excelentes momentos de corrida e ajuda com as fotografias.

À minha **família**, pelo suporte e presença garantida nos momentos mais importantes e decisivos da minha vida.

Às professoras e amigas **Margô e Soninha** por estarem sempre dispostas a ajudar e incentivar.

RESUMO

O objetivo neste trabalho foi avaliar a resistência da união por meio do teste *push-out* e a microdureza Knoop de cimentos resinosos após a fixação de pinos de fibra, nas condições convencional, com raiz fragilizada e pino reembasado com resina composta, considerando a região radicular. Das 60 raízes de incisivos bovinos, quarenta foram fragilizadas com ponta diamantada #4137, e todas foram tratadas endodonticamente. Uma semana após o tratamento endodôntico, o conduto foi preparado para a cimentação dos pinos D.T. Light Post tamanho 3, de acordo com os grupos: G1- cimentação convencional com Scotchbond Multi-Use Plus (SBMP)/RelyX ARC (ARC); G3- pino cimentado na raiz fragilizada com SBMP/ARC; G5- pino reembasado cimentado na raiz fragilizada com SBMP/ARC. Nos grupos 2, 4 e 6 os pinos foram cimentados da mesma maneira, porém com o sistema adesivo All Bond 3 e o cimento resinoso C&B Cement. Após 24h, as raízes foram seccionadas transversalmente e foram obtidas 2 fatias para cada região do conduto (cervical, média e apical). Uma foi usada para avaliação da microdureza e outra para o teste *push-out*, a 0,5mm/min., realizada em máquina de ensaios Instron. Os dados foram analisados com o teste ANOVA (3-way) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%). Para o teste de dureza, não foi encontrada diferença significativa entre as regiões, para os dois cimentos nas três condições avaliadas. A dureza dos grupos cimentados com C&B Cement foi superior a dos grupos cimentados com RelyX ARC nas três condições avaliadas. Para os grupos cimentados com o cimento RelyX ARC, a resistência da união na região cervical foi superior as regiões média e apical. Para os grupos cimentados com C&B Cement a resistência da união foi superior na região cervical em relação à região apical. Os grupos cimentados com C&B Cement tiveram maior resistência da união que os cimentados com RelyX ARC. No cimento RelyX ARC, o grupo de pino reembasado obteve maior resistência da união que os grupos convencional e de raiz fragilizada. O grupo reembasado cimentado com C&B Cement obteve maior resistência da união que o grupo convencional. O modo de falha foi

predominantemente adesiva na interface cimento resinoso/dentina. Concluiu-se que o reembasamento do pino de fibra com resina composta melhorou a união do pino ao conduto radicular e não prejudicou a microdureza do cimento resinoso. O cimento de presa exclusivamente química obteve resultados mais homogêneos de dureza e resistência adesiva que o cimento de presa *dual*. A resistência adesiva na região cervical foi superior à região apical.

Palavras-chave: pinos de fibra, cimentos de resina, *push-out*, microdureza

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the bond strength through the push-out test and Knoop microhardness of resin cements after fixation of fiber posts, in the manners conventional, with a flared root and with composite resin relined post, according to root area. From the 60 bovine incisor roots, forty were weakened with diamond bur #4137, and all were endodontically treated. One week following the endodontic treatment, the post space was prepared for size 3 D.T. Light Post luting, according to groups: G1- conventional cementation with Scotchbond Multi-Purpose Plus (SBMP)/RelyX ARC (ARC), G3- fiber post luted at the flared root with SBMP/ARC; G5- relined post luted at the flared root with SBMP/ARC. In groups 2, 4 and 6 posts were luted in the same manner with the adhesive system All Bond 3 and C&B Cement resin cement. After 24 hours, the roots were transversely sectioned and 2 slices per region of post space (cervical, middle and apical) were obtained. One was used to evaluate the microhardness and the other for the push-out test, at 0.5mm/min. performed at Instron testing machine. Data were analyzed with ANOVA (3-way) and means compared by Tukey test (5%). For the microhardness test, no significant differences were found among regions for the two groups in the three studied conditions. The hardness of the groups luted with C&B Cement was higher than the groups with RelyX ARC in the three conditions studied. For the groups luted with RelyX ARC, the bond strength in the cervical region was upper than middle and apical regions. For groups luted with C&B Cement the bond strength was higher in the cervical region compared to the apical. The groups luted with C&B Cement had greater bond strength than those cemented with RelyX ARC. In the RelyX ARC luted groups, the relined post group had higher bond strength than conventional and flared root groups. The relined group in C&B Cement gained greater bond strength than the conventional group. Failure mode was predominantly adhesive at resin cement and dentin interface. It was concluded that the relining fiber post with composite resin improved the union of fiber post to root canal and did not impair the microhardness of resin cement.

The chemically cured resin cement obtained more homogeneous hardness values and bond strength than the dual-cured cement. The bond strength in the cervical region was higher than the apical region.

Keywords: fiber posts, resin cements, push-out, microhardness

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
3 PROPOSIÇÃO	38
4 MATERIAL E MÉTODOS	39
5 RESULTADOS	53
6 DISCUSSÃO	60
7 CONCLUSÃO	67
REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

Desde o início da década de 1990, vem aumentando a utilização de pinos de fibra para auxiliar a retenção das restaurações de dentes tratados endodonticamente com grande perda de estrutura coronária. A aceitação deste material se deve, além do bom resultado clínico (Ferrari *et al.*, 2000b; Dallari *et al.*, 2006), às suas propriedades mecânicas favoráveis (Asmussen *et al.*, 1999; Asmussen *et al.*, 2005; Plotino *et al.*, 2007).

Após o tratamento endodôntico, grande quantidade de estrutura dental é perdida, inclusive estruturas de reforço, como o teto da câmara pulpar. Aliado a isso, é observada menor percepção das forças incididas no dente pelos tecidos de suporte (Randow e Glantz, 1986), aumentando assim, as chances de ocorrer fratura catastrófica do dente. É comum a ocorrência de fraturas irreparáveis em dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos metálicos, os quais possuem elevado módulo de elasticidade (Salameh *et al.*, 2006; Bonfante *et al.*, 2007). Este fato foi determinante para o aumento do uso dos pinos de fibra, pois estes possuem módulo de elasticidade mais próximo ao da dentina (Plotino *et al.*, 2007), quando comparados aos pinos metálicos. Aliado a isso, a cimentação adesiva auxilia na dissipação de forma mais homogênea das forças resultantes dos movimentos de oclusão (Asmussen *et al.*, 2005, Santos *et al.*, 2010).

Foi observada a união entre os pinos de fibra e a dentina do conduto radicular (Ferrari *et al.*, 2002; Vichi *et al.*, 2002), o que além de auxiliar na distribuição de tensões, resulta em melhor selamento do conduto (Bachicha *et al.*, 1998; Mannocci *et al.*, 2001), tornando possível a manutenção da assepsia. Outro ponto positivo desta técnica é a possibilidade de se realizar a cimentação passiva do pino ao conduto. A utilização de pinos pré-fabricados cimentados com material resinoso possibilita ao profissional a realização da cimentação e restauração em um único tempo clínico, sem a dependência de serviços protéticos.

Um estudo clínico prospectivo apontou a falha na adesão como a maior causa de falha deste sistema (Ferrari *et al.*, 2000c). Isso se deve a morfologia da dentina radicular, com densidade de túbulos variável, sendo a região mais apical a pior, pois possui menor densidade de túbulos e dentina intertubular para a formação da camada híbrida (Ferrari *et al.*, 2000a). Nesta região o controle da técnica adesiva é mais difícil e a intensidade de luz para a fotoativação é menor (Faria e Silva *et al.*, 2007a; Roberts *et al.*, 2004; Takubo *et al.*, 2010).

Para assegurar melhor retenção do pino é desejável que este esteja corretamente adaptado, para assim se obter uma linha de cimentação mais delgada possível (Ceballos *et al.*, 2007), pois a luz deverá ser irradiada através do pino e difundir-se na camada de cimento (Roberts *et al.*, 2004). Para isso, existem os pinos translúcidos, capazes de conduzir a luz ao longo de sua estrutura como maior eficiência quando comparado aos pinos não transmissores de luz (Radovic *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 2009). Uma alternativa é a utilização de cimentos resinosos de presa exclusivamente química, o qual a polimerização ocorre independente da presença de luz. Entretanto, a perfeita adaptação do pino ao conduto é difícil de ser conseguida, o que resulta em uma camada de cimento mais espessa e menos homogênea, como foi observada por Grandini *et al.*, em 2005.

Outro fator que prejudica a união dos pinos fixados com cimentos resinosos é a tensão de contração de polimerização inerente a este material, pois o cimento fica restrito entre o conduto radicular e o pino, tendo somente a linha de cimentação na região cervical para aliviar as tensões resultantes da contração de polimerização (Bouillaguet *et al.*, 2003). Assim, pode ocorrer a ruptura da união cimento-dentina e formação de fendas nessa região (Pirani *et al.*, 2005). Este problema pode se agravar no caso de cimentação do pino com uma camada mais espessa de cimento, pois a maior quantidade de cimento resinoso implica em uma maior contração volumétrica.

Para tornar a espessura da linha de cimentação menor e mais uniforme, foi introduzida a técnica de reembasamento do pino com compósito, chamada de técnica do pino anatômico (Grandini *et al.*, 2003). Isto é possível devido à interação entre a resina composta e o pino, por meio da silanização (Jongsma *et al.*, 2010), que proporciona a união entre a sílica das fibras de quartzo e vidro e os monômeros metacrilatos presentes no compósito. Com essa técnica, foi possível encontrar melhores resultados de resistência da união (Faria e Silva *et al.*, 2009; Schmage *et al.*, 2009; Macedo *et al.*, 2010). Entretanto, há dúvidas com relação às propriedades mecânicas do cimento resinoso, pois neste caso, a luz para fotoativação terá que atravessar outro anteparo, que é o compósito restaurador usado no reembasamento, para então atingir a camada de cimento.

Assim, foi verificado o efeito da técnica de fixação de pinos intra-radulares reembasados ou não na resistência adesiva nos diferentes níveis do conduto radicular, bem como a microdureza de um cimento resinoso de presa dupla e de presa exclusivamente química.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pinos de fibra na restauração de dentes tratados endodonticamente

2.1.1 Propriedades mecânicas dos pinos de fibra

Randow e Glantz, em 1986, investigaram as reações de dentes vitais e não vitais a estímulos em pântico. Foram selecionados três pacientes com dentes saudáveis com necessidade protética em dentes vitais e não vitais. Os não vitais foram submetidos a tratamento endodôntico e instalação de núcleo metálico fundido. Barras de metal foram confeccionadas e demarcadas a cada 1mm, antes de serem soldadas na superfície oclusal das coroas no sentido horizontal. Pesos de 1N foram aplicados em várias posições das barras até que a sensação de dor fosse descrita. Na segunda parte do teste, os dentes estavam anestesiados. Os dentes não vitais registraram maiores valores de resistência aos estímulos até a sensação de dor que os dentes vitais. Foi observado que sob o efeito do anestésico, não foram encontradas diferenças entre dentes vitais e não vitais. Os autores concluíram que dentes que sofreram tratamento endodôntico possuem uma menor percepção aos estímulos periodontais. Assim, uma força excessiva poderá ser aplicada em um dente tratado endodonticamente sem que a pessoa perceba este excesso de força, o que poderá gerar fraturas radiculares.

Asmussen *et al.*, em 1999, mediram a dureza, limite elástico e resistência de pinos endodônticos recentemente introduzidos no mercado. Quatro tipos de pinos, 2 feitos de zircônia (Biopost e Cerapost), um de titânio (PCR) e um pino de fibra de carbono (Composipost) foram cimentados nas raízes com o cimento resinoso Panavia 21 e após 24h foi exercida uma carga compressiva para produzir uma curva força-deflexão. Não foi encontrada diferença entre as propriedades mecânicas dos pinos de zircônia e o pino de fibra de carbono obteve os menores valores de propriedades mecânicas. O pino de fibra de carbono teve valores de

limite elástico menor que os valores de resistência, indicando um certo comportamento plástico.

Em 2005, Asmussen *et al.*, analisaram a influência dos parâmetros (material, forma, adesão, módulo de elasticidade, comprimento e diâmetro) nas tensões em dentes tratados endodonticamente restaurados com pino por meio de análise de Elementos Finitos (FE) 3D. Foi feito um modelo de dente e estruturas de suporte, para simular a situação clínica o mais próximo possível. Após 5 séries de análise sendo 1: material do pino, adesão e tipo de cimento; série 2: forma do pino; série 3: módulo de elasticidade; série 4: diâmetro e série 5: comprimento. Foram feitas tensões de cisalhamento localizadas na interface cimento/dentina e tensões de tração e *Von Mises* nas porções periféricas do dente. As tensões de tração e *Von Mises* sofreram redução a partir de fibra de vidro, titânio e zircônia. A adesão reduziu as tensões no dente, entretanto quando cimentados com cimento de fosfato de zinco não houve diferença em relação a sem cimento. Sem pino resultou em maior tensão comparado a com pino. Pinos cônicos apresentaram maior tensão *Von Mises* e de tração que pinos cilíndricos. Tensões de tração e *Von Mises* diminuíram com o aumento do módulo e diâmetro. Tensões de cisalhamento aumentaram com a diminuição do comprimento do pino. A união do pino a dentina foi o principal fator envolvido na redução de tensões na dentina. Pinos de fibra apresentam maior concentração de tensões na região cervical.

Salameh *et al.*, em 2006, compararam a resistência a fratura e modo de falha de molares tratados endodonticamente restaurados com resina composta com ou sem um pino de fibra, variando o número de paredes residuais. Foi realizado o tratamento endodôntico de noventa primeiro e segundo molares humanos e os dentes foram divididos de acordo com a quantidade de estrutura coronária removida, variando desde uma Classe I oclusal até a remoção de todas as paredes da coroa. Uma parte foi restaurada diretamente com uma resina fluída seguido de reconstrução com resina composta e nos demais foi cimentado um pino DT Light Post com o cimento resinoso Calibra e em seguida prosseguiu-se a

restauração com resina composta. As raízes foram incluídas em resina acrílica e foi aplicada uma carga simulando as forças oclusais até a fratura. Os grupos com o maior número de paredes da coroa intacto tiveram maior resistência à fratura. O uso de pinos reforçados por resina tem um efeito positivo no modo de fratura, resultando na maioria das vezes em fratura restaurável.

Bonfante *et al.*, em 2007 avaliaram a resistência e modo de falha de raízes estruturalmente fragilizadas restaurados com pinos de fibra pré-fabricados ou pino anatômico. Cinquenta raízes de caninos humanos foram incluídas em resina acrílica e foram fragilizadas com pontas diamantadas. No primeiro grupo foi confeccionado um núcleo metálico fundido, no segundo foi usado o pino de fibra de vidro Fibre Kor com diâmetro menor que o do canal. No grupo 3 foi usado o pino de fibra de vidro com fibras de vidro pré-impregnadas com resina composta, no grupo 4 foi usado o pino de fibra de vidro com pinos acessórios e no grupo 5 foi confeccionado um pino anatômico. Todos os pinos foram cimentados com Scotchbond Multi-Use Plus e RelyX ARC e após 24h foram submetidos ao teste de resistência a fratura compressiva. No grupo com núcleo metálico fundido foi observada uma predominância de fraturas na região média da raiz, nos grupos de pino de fibra as fraturas foram predominantemente no pino ou porção cervical do pino, mostrando-se mais favoráveis a restauração.

Plotino *et al.*, em 2007, avaliaram o módulo flexural e resistência flexural de diferentes tipos de pinos endodônticos e compararam estes valores aos obtidos para a dentina radicular. Foram testados 6 tipos de pinos, sendo um de fibra de carbono (Tech 2000), pino de fibra de zircônia-silica (Tech 21 Xop), pinos de fibra de vidro de zircônia (FotoTech), pinos de ouro (replica do pino de fibra de carbono), pino de aço inoxidável (Optident) e pinos de titânio (Optident) e barras de dentina radicular obtidas de pré-molares recém extraídos. Foi realizado o teste de flexão de três pontos, onde foi obtido o módulo flexural e resistência flexural. O menor módulo flexural e mais próximo ao da dentina foi registrado para o pino de fibra de zircônia-silica, seguido pelo pino de fibra de vidro de zircônia, pino de fibra

de carbono, pino de ouro, pino de titânio e de aço inoxidável. O maior módulo flexural foi obtido pelo pino metálico de ouro seguido pelo pino de aço inoxidável, pino de titânio, pino de fibra de carbono, pino de fibra de vidro de zircônia, pino de fibra de sílica-zirconia e por ultimo a dentina. Os autores concluíram que os pinos de fibra obtiveram propriedades flexurais mais próximas a da dentina que os pinos metálicos.

Santos *et al.*, em 2010, avaliaram o risco de perda da união na interface pino cimento e o risco de fratura na raiz, pino e núcleo em um pré-molar restaurado com um pino metálico ou de fibra por meio do teste de elemento finito. Um modelo digital em 3D para elemento finito de um pré-molar foi construído e foi simulado o tratamento endodôntico. A espessura de cimento foi mantida constante 0,1mm. O dente intacto foi considerado controle e foi avaliado também um pino de fibra, um pino anatômico, um núcleo metálico fundido e um pino metálico. Os pinos metálicos induziram maior tensão que pinos de fibra de vidro independente da forma. As curvas de tensões de pinos de fibra convencionais e anatômicos foram muito próximas. A distribuição das tensões em pinos cimentados com adesivo foi muito similar a de dentes intactos, onde o risco de fratura foi relativamente baixo. O risco de fratura para pinos não adesivos foi maior. Os autores concluíram que o baixo módulo elástico do pino de fibra de vidro reduziu o risco de falha adesiva devido a menores tensões na interface cimento/pino. Quando a união falhou, as tensões nas raízes com pinos de fibra foram maiores que as com pinos metálicos. O dente restaurado com pino de fibra de vidro é menos susceptível a fratura, porque o risco de fratura do núcleo de compósito e o pino foram maiores que os da raiz.

2.1.2 Selamento do tratamento endodôntico

Bachicha *et al.*, em 1998, verificaram a microinfiltração de um pino metálico e um de fibra de carbono cimentados com um cimento de fosfato de zinco, um

cimento de ionômero de vidro e dois cimentos resinosos. Cento e vinte raízes de dentes humanos tiveram o conduto preparado para a cimentação dos pinos. No grupo controle positivo, a raiz foi exposta a microinfiltração sem nenhum pino ou com os pinos inseridos sem a presença de cimento, enquanto no controle negativo o conduto foi selado com cola a base de cianoacrilato. Nos grupos experimentais, os pinos foram cimentados com cimento a base de fosfato de zinco, cimento de ionômero de vidro Fuji-I e os cimentos resinosos C&B Metabond e Panavia 21. Após 24h as amostras foram adaptadas no sistema de infiltração de fluido com pressão 15psi e os dados de microinfiltração foram analisados. A maior infiltração foi observada nos grupos controle positivo, enquanto nenhuma foi observada no controle negativo. A menor quantidade de infiltração foi observada para o cimento C&B Cement quando usado para cimentar ambos os pinos. A maior infiltração foi observada no pino metálico cimentado com cimento de fosfato de zinco. Os dois cimentos resinosos tiveram menor infiltração que os cimentos a base de ionômero de vidro e de fosfato de zinco, tendo este os piores resultados.

Mannocci *et al.*, em 2001, avaliaram a infiltração no conduto radicular ao se empregar 3 diferentes sistemas adesivos para restaurações com pinos de fibra e núcleo de resina composta tratados ou não com sealer e cimento temporário a base de óxido de zinco e eugenol. Foi realizado o tratamento endodôntico em 72 pré-molares, sendo em metade a obturação realizada com o sealer AH 26 (sem eugenol) e metade com Pulp Canal Sealer (com eugenol). Foram cimentados os pinos Aestheti-Post e Tech 2000 com All Bond 2 e C&B Cement; ED *Primer* e Panavia 21; ED *Primer* e Panavia Fluoro (dupla presa) e com cimento de fosfato de zinco. E os núcleos foram reconstruídos com resina composta. Os espécimes foram submetidos a 300.000 ciclos de fadiga mecânica, em seguida coberto com uma camada dupla de esmalte de unha e mergulhados em solução de Rodamina B. Após 48h, os espécimes foram observados em microscópio Confocal Laser. Todos os grupos exibiram algum grau de infiltração. Os grupos em que foi utilizado o sistema adesivo de técnica úmida tiveram menores níveis de infiltração. Todos

os grupos de cimento resinoso exibiram menor infiltração que o grupo de fosfato de zinco. O grupo Panavia *dual* obteve menor infiltração que o grupo Panavia 21 (químico).

2.2 Estudos clínicos de restaurações com pinos de fibra

Ferrari *et al.* (2000b) realizaram um estudo clínico para avaliar a performance de pinos de fibra de carbono, de carbono coberto com quartzo e de quartzo sem carbono, após 1 a 6 anos em serviço clínico. Foram cimentados 1314 pinos de fibra C-Posts, Aestheti Posts e Aestheti Plus Posts, com All Bond2 e One Step juntamente com C&B Resin Cement, Scotchbond Multi-Usado Plus com Opal e Scotchbond 1 com RelyX cimento resinoso. O núcleo foi confeccionado com resina composta e foram cimentadas restaurações metalo-cerâmicas e coroas de cerâmica. A durabilidade dos pinos variou, sendo Composipost de 18-68 meses, Aestheti Post 12-18 meses e Aestheti Plus Post 12-16 meses. Falhas devido a perda da união do pino foram encontradas em 25 dentes, entretanto estes dentes possuíam menos que 2mm de dentina coronária remanescente. Outras 16 falhas ocorreram por lesão periapical. Não houve diferença estatística entre os grupos e as falhas foram atribuídas ao sistema adesivo/cimento.

Foi realizado por Ferrari *et al.* (2000c), um estudo retrospectivo de 200 dentes tratados endodonticamente com retentor intra-radicular. Para o grupo 1 foi usado o pino de fibra de carbono Composipost com cimento resinoso C&B Cement e adesivo All Bond 2, para o grupo 2 foi usado um núcleo metálico fundido cimentado com cimento de fosfato de zinco. Foram realizadas 5 avaliações, sendo imediatamente após a cimentação, após 6 meses, 1, 2 e 4 anos. Não foi observado deslocamento ou fratura em 97 dentes do grupo 1, sendo que os outros 3 não compareceram para a avaliação de 4 anos. No grupo 2, três dentes precisaram ser retratados endodonticamente, nove tiveram fratura e 2 tiveram deslocamento da coroa. Os autores concluíram que o pino de fibra de carbono se

comportou de maneira superior ao tradicional pino e núcleo metálico. E finalizam dizendo que um pino ideal deve impor o mínimo de tensão no dente, prover adequada retenção da coroa e permitir fácil remoção se necessário o retratamento endodôntico.

Ao se deparar com canais com forma elíptica ou que exibem uma quantidade reduzida de estrutura radicular na região cervical após o tratamento endodôntico, Grandini *et al.*, em 2003, relataram em um caso clínico, a criação de um “pino anatômico”, onde se adapta o pino pré-fabricado ao conduto, ao invés do conduto ao pino. Um paciente de 9 anos compareceu a clínica com fratura extensa nos elementos 11 e 21. Entretanto no elemento 21 foi necessária a utilização de um pino para a reconstrução coronária. Como o pino não adaptou precisamente a anatomia do conduto, foi realizado o reembasamento do pino com resina composta. Após o preparo do pino anatômico, a cimentação ocorreu normalmente, com o cimento resinoso de presa *dual* Dual Link e a reconstrução coronária com resina composta. Assim os autores concluíram que o procedimento clínico de utilização de um pino anatômico pode ser utilizado para reconstruir dentes tratados endodonticamente quando a anatomia do conduto não é perfeitamente redonda e quando houver uma perda excessiva de estrutura na região cervical, sendo possível assim, obter uma perfeita adaptação do pino a raiz.

Dallari *et al.*, em 2006, relataram um caso clínico de cimentação do pino de fibra de quartzo (Light Post) *in vivo*. O tratamento foi realizado em um homem, com 49 anos de idade portador de doença periodontal. Foi realizado o tratamento endodôntico no elemento 11, cimentado o pino com o cimento C&B, o núcleo foi reconstruído com resina composta e a restauração feita com uma coroa cerâmica. Após 2 anos o dente foi extraído devido ao agravamento da doença periodontal e foi seccionado no sentido transversal ao longo eixo e observado em MEV (Microscópio Eletrônico de Varredura). Nas 4 secções da coroa, não foram observadas fendas entre a cerâmica, o cimento, o núcleo em resina composta e o pino. No nível cervical da raiz, não foram encontradas fendas nas interfaces e foi

observado a presença de camada híbrida com numerosos *tags*. No nível médio foram notadas fendas, entretanto também estava presente a camada híbrida com grande quantidade de *tags*. No nível apical, foram observadas fendas maiores que as visualizadas no nível médio, entretanto as fendas não impediram a formação de uma camada híbrida bem desenvolvida. O que comprovou que esta técnica restauradora teve um bom desempenho.

2.3 Adesão ao conduto radicular

2.3.1 Morfologia da dentina e hibridização

Ferrari *et al.* (2000a), avaliaram a morfologia dos túbulos no interior do conduto radicular, o aumento da superfície para adesão após condicionamento ácido, a influência da densidade tubular na formação da camada híbrida e identificaram áreas onde problemas na adesão podem ser esperados. Foram avaliadas as raízes de trinta dentes anteriores, após o tratamento endodôntico. As amostras foram divididas em grupos para as avaliações, no primeiro grupo o conduto foi apenas irrigado com NaOCl e levado ao MEV para observação da morfologia e densidade dos túbulos. No segundo grupo, foi realizado o condicionamento com ácido fosfórico durante 15 segundos e as amostras foram observadas em MEV para avaliar a morfologia dos túbulos, o aumento da superfície para adesão e identificar áreas onde podem ser esperados problemas para adesão. No terceiro grupo, foi cimentado o pino de fibra de carbono, com o cimento C&B Cement e All Bond 2 e as amostras foram preparadas para observação da camada híbrida e prolongamentos adesivos. As amostras foram avaliadas nas regiões cervical, médio e apical do conduto. Em todas as regiões foram observados túbulos seccionados transversalmente. A densidade e diâmetro dos túbulos variaram sendo maior na região cervical em comparação as demais. Na região apical onde havia menor densidade de túbulos, foi observada uma

camada híbrida menos espessa em relação a região cervical. Prolongamentos laterais de resina foram observados apenas nas regiões cervical e média.

Vichi *et al.*, em 2002, avaliaram a efetividade do sistema adesivo Scotchbond em combinação com RelyX ARC na formação de prolongamentos de resina e camada híbrida quando usado para cimentar pinos de fibra estéticos sob condições clínicas e laboratoriais. Foi realizado o tratamento endodôntico em vinte raízes de dentes humanos e depois de desobturados o sistema adesivo foi aplicado. No primeiro grupo, a aplicação foi realizada com um *microbrush* e no segundo grupo com um pincel fornecido pelo fabricante. As raízes foram fraturadas no sentido longitudinal e preparadas para observação da camada híbrida e prolongamentos de adesivo em MEV. Foram observadas bolhas e uma variação na espessura da camada de cimento em relação a forma do conduto. Nas amostras onde o adesivo foi aplicado com um *microbrush* foi observada formação de camada híbrida, inclusive na região apical, com prolongamentos laterais e densidade de prolongamentos semelhante em todas as regiões. No grupo onde o adesivo foi aplicado com o pincel fornecido pelo fabricante, foi observada uma camada híbrida menos uniforme, principalmente na região apical com menor densidade de prolongamentos de resina. Uma boa adaptação entre o cimento resinoso e a resina composta pra reconstrução coronária pode ser visualizada.

Ferrari *et al.*, em 2002, avaliaram clinicamente a eficácia do *microbrush* como carreador de solução *primer*/adesivo de um sistema adesivo de um frasco e seu efeito na formação de camada híbrida e prolongamentos de resina. Foram cimentados os pinos Aesthet Plus em dentes indicados para extração. Em um grupo o sistema adesivo One Step foi aplicado com um *microbrush* e no outro grupo foi usado o aplicador fornecido pelo fabricante e em seguida os pinos foram cimentados com o cimento Duo-Link. Após uma semana, os dentes foram extraídos e cortados no sentido longitudinal. As raízes foram preparadas para observação da interface adesiva, para verificação da camada híbrida e

prolongamentos de adesivo em MEV. Na camada de cimento foram observadas variação da espessura ao longo do conduto e bolhas em todas as amostras. No grupo em que o adesivo foi aplicado com *microbrush*, 89% de toda a interface adesiva apresentaram camada híbrida, entretanto no grupo em que o adesivo foi aplicado com o aplicador padrão esta estava presente em 75% da interface. A formação de prolongamentos de adesivo foi evidente em todas as regiões do grupo de *microbrush*, entretanto para o grupo com o aplicador padrão, houve uma menor presença de prolongamentos na região apical.

Por meio de microscopia confocal a laser, Bitter *et al.*, em 2004, avaliaram a interface resina dentina de diferentes sistemas adesivos e o correspondente cimento resinoso para unir pinos de fibra ao canal radicular. Foram utilizadas 50 raízes de incisivos e caninos humanos tratados endodonticamente. Após 24 horas o conduto foi desobturado e as raízes foram divididas em 5 grupos de acordo com o sistema adesivo/cimento resinoso empregado. Em todos os grupos o adesivo foi misturado com 0,1% Rodamina B isotiocianato sendo Grupo 1: Clearfill New Bond Catalyst and Universal/ Clearfill Core Catalyst and Universal Paste; Grupo 2: Multilink Primer A&B/ Multilink; Grupo 3: Panavia ED Primer Liquid A&B/Panavia 21; Grupo 4: Perma Flo DC/ Perma Flo DC Luting; Grupo 5: Excite DSC/ Variolink II Catalyst e Base. Após 24 horas foi observada em microscópio confocal a espessura da camada híbrida e o número de prolongamentos de resina nas profundidades 1, 4 e 7mm. Não foram encontradas diferenças entre Clearfill e Variolink II com relação a camada híbrida e número de prolongamentos de resina. Clearfill teve maior número de prolongamentos de resina e espessura de camada híbrida que Multilink, Panavia 21 e Perma Flo DC. Multilink teve maior número de prolongamentos de resina que Panavia 21, entretanto sem diferença na espessura da camada híbrida. O número de prolongamentos de resina do Variolink foi significativamente maior que os de Perma Flo DC. Foi observado um maior número de prolongamentos na região cervical comparado com as regiões média e apical. A espessura da camada híbrida não foi afetada pela região da raiz. Foi

observada uma melhor infiltração na dentina radicular após o condicionamento com ácido fosfórico.

Foi avaliada a micropermeabilidade de sistemas adesivos aplicados na dentina coronária humana. Sauro *et al.*, 2008, verificaram a permeabilidade a de nitrato de prata e rodamina B sob pressão pulpar simulada na dentina coronária profunda em molares humanos. Foram testados os adesivos Optibond FL (técnica úmida de 3 passos), Silorane (auto-condicionante de 2 passos), Single Bond Plus (técnica úmida de 2 passos), G-Bond e DC-Bond (auto-condicionante de passo único) aplicados conforme orientação do fabricante. Após aplicação do adesivo foi simulada pressão intrapulpar com nitrato de prata e rodamina B. Os espécimes foram seccionados polidos e observados em microscópio confocal laser nos modos refletância e fluorescência para observação da penetração dos corantes. A difusão foi maior nos adesivos simplificados e auto-condicionante e de técnica úmida em comparação aos adesivos com aplicação de uma camada hidrófoba. No adesivo Single Bond foi observada extensa deposição de prata e rodamina. Os autores concluem que é apropriada a seleção de adesivos que apresentam uma camada hidrófoba separada. A presença de permeabilidade pode representar locais para a degradação da interface adesiva. A presença de substâncias hidrófilas pode permitir a passagem de fluidos e separação de fase nos sistemas adesivos.

Malyk *et al.*, em 2010, analisaram a formação de prolongamentos de resina formada por diferentes tipos de sistemas adesivos em relação a densidade de túbulos dentinários nas regiões cervical, médio e apical do canal radicular usando microscopia confocal laser. Foram usados 30 dentes humanos, os quais foram instrumentados endodonticamente e preparados para a cimentação do pino. Foram usados os sistemas adesivos XP Bond e XP Bond/XP Bond Dual Cure Activator; AdheSe e AdheSe/AdheSe DC Activator e Hybrid Bond e Hybrid Bond/Hybrid Brushes, todos misturados com Rodamina B isotiocianato 0,1% juntamente com o cimento resinoso de presa *dual* Calibra Esthetic Resin Cement.

Após 24h em 100% de umidade as raízes foram seccionadas e preparadas para observação em Microscopia Confocal Laser. A densidade de túbulos variou dependendo da região analisada, sendo na cervical maior que médio e apical. Os prolongamentos de resina encontrados com Hybrid Bond/Hybrid Brushes foram maiores que os encontrados nos demais grupos, sendo no grupo XP Bond sem ativação *dual* os mais curtos. Nenhum dos adesivos testados foi capaz de fluir no interior de todos os túbulos dentinários ao longo do conduto, e foi observado um aumento de túbulos não infiltrados em direção a região apical para todos os grupos. Para todos os adesivos, o uso da ativação *dual* influenciou significativamente a plenitude e continuidade dos prolongamentos de resina.

2.3.2 Influência dos materiais empregados no tratamento endodôntico

Serafino *et al.*, em 2004, realizaram uma avaliação em MEV das superfícies da dentina radicular após tratamento endodôntico com instrumentos rotatórios com dois tipos de solução irrigante e 2 técnicas de obturação. Foram removidas a coroas de 40 dentes humanos e realizada a instrumentação. As raízes do grupo A foram irrigadas com NaOCl e obturadas pela técnica de condensação lateral; do grupo B foram irrigadas com NaOCl e EDTA e obturadas pela técnica de condensação lateral; do grupo C foram irrigadas com NaOCl e obturadas pela técnica de condensação da guta-percha verticalmente aquecida e grupo D irrigadas com NaOCl e EDTA e obturadas pela técnica de condensação da guta-percha verticalmente aquecida. Para todos foi usado o sealer a base de óxido de zinco e eugenol. As raízes foram desobturadas e foi realizado o preparo do conduto para o pino e em seguida o condicionamento com ác. fosfórico a 35% durante 15 segundos, seguido de lavagem com água. As duas metades da raiz foram observadas em MEV respeitando as regiões do conduto cervical, médio e apical e a classificação foi com base em escores. A quantidade de debris não foi diferente para as diferentes abordagens endodônticas. Nos níveis médio e cervical

foram observadas áreas de descontínua desmineralização da dentina alternando com áreas com *smear layer*. Grandes quantidades de debris, túbulos cobertos com *smear layer* e guta-percha remanescente foram vistos no nível apical. Os autores sugerem que outro método seja desenvolvido para melhor preparo do canal para cimentação adesiva.

Pirani *et al.*, em 2005, avaliaram o quanto o comprometimento da adesão, indicado pela ocorrência de fendas, é causado pela falta de efetividade de adesivos dentinários de hibridizar adequadamente a dentina radicular. Foi realizado o tratamento endodôntico de 40 incisivos humanos e foram preparados para a cimentação dos pinos de fibra. Os pinos Tech 2000 foram cimentados com Single Bond e RelyX ARC com ou sem a fotoativação do sistema adesivo antes da cimentação e os pinos Endopost foram cimentados com All Bond 2 e Duo-Link sendo em um grupo o adesivo foto-ativado antes e nos outros dois grupos o adesivo foi usado no modo *dual*, sendo foto-ativado em um grupo e no outro a fotoativação foi realizada somente no final da cimentação. Após uma semana os espécimes foram preparados para observação da camada híbrida e fendas em MEV. A espessura da camada híbrida não foi dependente da fotoativação do sistema adesivo antes da cimentação e da localização da dentina intra-radicular. Não foi observada qualidade inferior da camada híbrida após irrigação com NaOCl. Foram observadas fendas na interface cimento e dentina e em alguns locais, pôde ser vista delaminação do pino.

2.3.3 Polimerização do cimento resinoso e sistema adesivo

Chung e Greener *et al.*, 1990 avaliaram o grau de conversão, conteúdo de carga, resistência e dureza, de sete resinas comerciais. Foram testadas as resinas Marathon, Estilux Posterior, Sinterfil, Occlusin. A reação de polimerização foi observada em um espectrômetro Infra-vermelho Transformado de Fourier (FTIR). O conteúdo inorgânico foi determinado pela técnica de gravimetria por

incineração. Foram preparados espécimes cilíndricos para o teste de resistência a tração diametral e para o teste de microdureza Knoop. O grau de conversão variou entre 43,5 e 73,8%. A quantidade de partículas de carga variou entre 66,4 e 85,2%. Os valores de resistência a compressão e tração diametral variaram 242,3 a 324,7 e 39,8 a 60,6 MPa respectivamente. Os valores de dureza Knoop variaram entre 41,8 a 81,9. Ele relata uma correlação positiva entre conteúdo de carga, resistência a tração diametral e microdureza

Roberts *et al.*, em 2004, avaliaram o efeito de um pino transmissor de luz na profundidade de fotoativação de uma resina composta usando a dureza Knoop. Foram feitos moldes de resina os quais foram preenchidos com resina acrílica auto-polimerizável deixando uma profundidade de 12 milímetros, para ser cimentado o pino de fibra de vidro Luscent Anchors, com resina composta A3 Z100 e foram foto-ativadas por 2 minutos. Em seguida foram armazenados secos por 24 horas em um recipiente protegido de luz a 37°C e seccionados para realização dos testes de dureza Knoop. O grupo controle consistiu do mesmo procedimento de inserção e fotoativação da resina, mas sem o pino de fibra de vidro. Os espécimes com pino tiveram maiores valores, nas regiões mais profundas, mas apenas nas proximidades do pino. Profundidades acima de 3mm não obtiveram 80% dos valores, sugerindo uma polimerização inadequada. Os autores verificaram que o pino transmissor de luz aumentou significativamente os valores de dureza Knoop em pontos mais profundos e próximos do pino. Entretanto, a presença do pino não resultou em uma melhor profundidade de presa da resina composta quando julgada pelo critério da dureza Knoop.

Fonseca *et al.*, em 2005, avaliaram a influência do modo de ativação na resistência a tração diametral de cimentos resinosos *dual* e químico e um cimento de fosfato de zinco. Foram testados os cimentos resinosos *dual* Variolink II, Scotchbond Resin Cement, RelyX, Enforce, Panavia F, um cimento químico Cement-It e um cimento de fosfato de zinco. Os cimentos *dual* foram expostos a luz durante 60s, para o grupo foto-ativado, enquanto para o grupo químico foram

deixados em ambiente sem influencia de luz por 40 minutos. Tanto o cimento de presa exclusivamente química e o cimento de fosfato de zinco tiveram os espécimes preparados da mesma forma que os do grupo químico dos cimentos de presa *dual*. Após 24h foi realizado o teste de resistência a tração diametral. No grupo *dual* com fotoativação os resultados foram superiores aos cimentos deixados tomar a presa sem a influência da luz. Para os cimentos Enforce e Panavia F, não foi encontrada diferença entre o modo de polimerização. O cimento de presa exclusivamente química obteve valores similares aos dos cimentos de presa *dual* polimerizados na ausência de luz. Todos os cimentos resinosos tiveram resultados melhores que o do cimento de fosfato de zinco.

Yoldas e Alacam, em 2005, avaliaram a microdureza de resinas compostas polimerizadas em canal radicular simulado, através de pinos plásticos transmissores de luz, pinos de fibra de vidro transmissores de luz ou convencional. Trinta cilindros plásticos na cor preta foram usados para simular o conduto radicular, onde foi aplicada a resina composta Tetric Ceram. Para um grupo, foi inserido o pino plástico (Luminex) na resina composta, no outro grupo, foi inserido o pino de fibra de vidro (Postec) e para o grupo convencional, a fotoativação foi feita através da resina. Em todos os grupos a resina foi foto-ativada durante 90s. Após 24 horas, foi avaliada a dureza Knoop nas profundidades 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14mm. Foram observados valores maiores de dureza da resina composta quando foto-ativada através do pino de fibra de vidro ou do pino plástico em comparação ao grupo convencional. No grupo convencional, foi possível a avaliação da dureza somente até a profundidade 4mm e para o pino de fibra de vidro até 10mm. Os autores concluíram que a dureza da resina composta aumentou com o auxílio de pinos plásticos e de fibra de vidro transmissores de luz.

Aksornmuang *et al.* (2006b), avaliaram o efeito do tempo de fotoativação do adesivo na resistência adesiva regional de uma resina composta de presa *dual* a dentina radicular usando sistemas adesivos com *primer* auto-condicionante. Dezoito raízes de pré-molares humanos tiveram o conduto preparado com brocas

Gates-Glidden e foram divididas de acordo com o sistema adesivo e o tempo de fotoativação empregado. Foram testados os adesivos Clearfill SE Bond, Nano-Bond *Primer* foto-ativado e Nano-Bond *primer dual*, sendo foto-ativados por 10 ou 20s. O conduto foi preenchido com resina para núcleo de presa *dual* Build It F.R. Após 24h de armazenagem em água a 37⁰C foram obtidas 8 fatias, correspondentes as regiões cervical e apical e foram preparados os palitos para o teste de microtração. Quando foto-ativado por 10s, não foi encontrada diferença entre os grupos para a região cervical, entretanto na região apical o adesivo *dual* obteve maior resistência adesiva. Foi encontrada diferença entre as regiões somente para o grupo foto-ativado exposto a 10s de luz. Clearfill SE Bond proveu maior resistência adesiva que os demais em ambas as regiões quando o tempo de fotoativação foi de 20s. A maioria das falhas foi adesiva. Assim a extensão do tempo de fotoativação do adesivo teve efeito na adesão à dentina radicular, dependendo do tipo de adesivo.

Ceballos *et al.*, em 2007, avaliaram o comportamento mecânico de cimentos resinosos para cimentação de pinos de fibra de vidro pela profundidade da indentação. Foram testados os cimentos Multilink, Variolink II Base e Variolink II Base e Catalisador. Para análise individual dos cimentos foram preparados espécimes em forma de disco e para análise simulando uma situação clínica os pinos FRC Postec foram cimentados. Os testes foram realizados 24h após o preparo dos espécimes, para avaliação da dureza do cimento no conduto radicular as raízes foram cortadas no sentido transversal ao longo eixo. Uma raiz de cada grupo foi preparada para observação da camada híbrida e prolongamentos de adesivo em MEV. O cimento de presa química Multilink apresentou os menores valores de rigidez e dureza, entretanto sua habilidade de se deformar sem dano foi maior que os demais cimentos. O cimento foto-ativado foi o mais rígido e duro, entretanto tem maior risco de fraturar. O cimento *dual* possui a melhor combinação de propriedades, quase tão duro quanto o foto-ativado, entretanto com capacidade de sofrer deformação reversível. No conduto, pode ser observado que para o

cimento químico não houve muita alteração, entretanto para o foto-ativado, na região apical foi difícil obter resultados consistentes. Para o cimento *dual* foi observado dureza e rigidez semelhante ao foto-ativado com capacidade de deformação semelhante ao químico, sem muita diferença entre a região cervical e apical. Nas regiões onde o pino está mais próximo da dentina, os valores de dureza foram maiores. No cimento Multilink usado com o adesivo auto-condicionante, os prolongamentos de resina foram curtos enquanto no Variolink II *dual*, onde foi empregado um adesivo de técnica úmida a densidade de túbulos foi maior. Já no cimento Variolink II foto-ativado, áreas onde o pino e o cimento não estavam unidos foram observadas. A espessura da camada de cimento foi variável nas diferentes regiões do conduto.

Mallmann *et al.*, em 2007, avaliaram a resistência adesiva ao teste de microtração de sistemas adesivos fotoativados e auto-polimerizados a dentina radicular quando usado para a cimentação de pinos de fibra de quartzo translúcidos e opacos. Quarenta dentes unirradiculares humanos tiveram a coroa removida e foram selados na região apical com sistema adesivo e resina composta. Em seguida o canal foi alargado para receber os pinos Light Post (translúcido) e Aestheti Post (opaco) e irrigados com hipoclorito de sódio 0,5% e água destilada. Os pinos foram cimentados com o cimento resinoso de presa *dual* RelyX ARC e os adesivos Scotchbond Multi-Use Plus (auto-polimerizado) e Single Bond (foto-ativado). Após 48h foram obtidas 12 fatias por raiz divididas de acordo com a região da raiz e foi realizado o teste de microtração. Não foi encontrada diferença significativa entre os pinos e entre os modos de ativação dos adesivos. Apenas quando o adesivo Scotchbond foi usado com o pino Light Post foi encontrada diferença entre as regiões do conduto, sendo a resistência adesiva maior na região cervical, comparada as regiões médio e apical. Os autores concluíram que o sistema adesivo foto-ativado e o auto-polimerizado apresentaram valores de resistência adesiva semelhantes. O mecanismo de união

não foi influenciado pelo tipo de pino e a resistência adesiva foi maior na região cervical.

Aksornmuang *et al.*, em 2007, avaliaram a resistência máxima a tração e dureza Knoop de vários materiais para núcleo de presa *dual* e sua resistência adesiva regional na dentina radicular usando um sistema adesivo auto-condicionante. Foram preparados 12 blocos de resina escuros onde foram simulados os canais. As resinas Unifil-Core, Clearfil DC Core, Built-It FR e Clearfil DC Core Automix foram inseridas nos canais simulados e foto-ativadas por 60s. Foram preparadas ampulhetas para o teste de resistência máxima a tração e espécimes para verificação da dureza dos cimentos a cada nível de profundidade. Foi removido o tecido pulpar de 12 raízes de pré-molares humanos e foi preparado o conduto para inserção da resina. Para todos os grupos foi usado o sistema adesivo SE Bond Primer e Adesivo. Após 24h foram obtidos palitos e foi realizado o teste de microtração. O tipo de resina e região tiveram efeito na resistência máxima a tração. Houve diferença na dureza entre os materiais. Na região cervical a resistência máxima à tração foi maior que na apical todos os materiais apresentaram resistência adesiva semelhante em ambas as regiões. Assim os autores concluíram que as propriedades mecânicas das resinas não afetaram a resistência adesiva ao teste de microtração.

Faria e Silva *et al.* (2007a), avaliaram o grau de conversão de um cimento resinoso de presa *dual* em diferentes profundidades quando usado para cimentar pinos de fibra com diferentes translucidez. Foi testado o pino translúcido de fibra de quartzo Light-Post e o pino de fibra de quartzo Aestheti-Post. Foram feitos moldes com material de impressão para simular o conduto radicular. Os pinos foram cortados no meio no sentido longitudinal ao longo eixo e foram cimentados nos moldes de silicona com o cimento resinoso *dual* RelyX ARC, sendo a fotoativação realizada na ponta do pino com aparelho com intensidade de luz de 650mw/cm^2 , durante 40s. Após 24 horas, foi avaliado o grau de conversão do cimento nas profundidades de 2 (cervical), 6 (médio) e 10mm (apical). Não foi

encontrada diferença no grau de conversão nas profundidades cervical e apical entre os pinos Light-Post e Aestheti-Post. No terço médio Light-Post obteve melhores resultados. Para Aestheti-Post, foi encontrado maior grau de conversão na região cervical em comparação as regiões médio e apical. Com Light-Post, houve diferença somente na região apical, com menor grau de conversão. Na profundidade 10mm o grau de conversão do cimento resinoso é comprometido.

Dos Santos et al., em 2008, avaliaram a transmissão de luz de uma resina composta híbrida e de nanopartículas. Foram testadas as resinas Filtek Z250 e Filtek Supreme XT, ambas cor A2. Foram preparados espécimes com espessura 0,15; 0,25; 0,3; 0,36; 0,47 e 0,75mm e foi medida a transmissão de luz através de cada espécime de resina composta, com um Spectrometro. Foi verificado o comprimento de onda e a penetração de luz de acordo com a profundidade. Para a resina Z250 não foi observada diferença na transmissão de luz através do espécime polimerizado e não polimerizado. Para a resina Filtek Supreme foi observada maior profundidade quando a resina estava polimerizada em relação a não polimerizada. E maior facilidade para a luz atravessar a resina em comparação a resina híbrida.

Considerando que a quantidade de luz transmitida através do pino afeta a união do cimento resinoso *dual* a dentina assim como as propriedades mecânicas do cimento, Radovic *et al.*, em 2009, buscaram determinar se a transmissão de luz é afetada em diferentes níveis através do pino, investigar quanto o tipo de pino influencia na continuidade da interface CP (cimento-pino) e CD (cimento-dentina) e investigar a influência do tipo de pino no módulo de elasticidade e dureza do cimento. Os dois pinos testados foram o Tech 21 X-OP e o DT Light Post. O teste de transmissão de luz foi realizado com auxílio de um espectrofotômetro, nas distâncias 2, 5 e 8mm do ápice do pino. Os pinos foram cimentados com XP Bond Dual Cure e Calibra em 20 raízes humanas. Após 7 dias um lado das raízes foram preparadas para observação da interface adesiva em MEV e o outro foi usado

para avaliação da Microdureza Vickers e módulo elástico. Não foi observada transmissão de luz para o pino Tech 21 X-OP e para o pino DT Light Post houve uma redução na transmissão de luz na região mais apical. Uma menor continuidade ao longo da interface adesiva foi observada para o pino Tech 21 X-OP e na região apical. Para o pino DT Light Post não houve diferença entre as regiões cervical, médio e apical. Foram observados aglomerados de cimento e adesivo pobremente polimerizados, particularmente na região apical. A dureza e módulo elástico foram menores para o pino Tech 21 X-OP e diminuiu da região cervical para médio e apical para ambos os pinos, sendo para o pino Tech 21 X-OP redução observada a partir da cervical e para o pino DT Light Post a partir do médio. Assim pode-se concluir que houve uma redução da continuidade da interface adesiva, dureza e módulo elástico quando utilizado um pino não transmissor de luz em comparação a um pino transmissor de luz. Também pode ser observada redução nos parâmetros avaliados quando comparados os níveis cervical, médio e apical.

Arrais *et al.*, em 2009, avaliaram o grau de conversão e a cinética de polimerização de 5 marcas comerciais disponíveis de cimentos resinosos de presa dupla nos períodos 5 e 10 minutos após o início da mistura. Foram avaliados os cimentos Duolink, Nexus 2, Lute-it, Calibra e RelyX ARC, os quais foram manipulados conforme orientações dos fabricantes e posicionados no diamante horizontal do dispositivo de refletância total atenuada (ATR) do aparelho de espectrometria transformada infra-vermelha de Fourier. Os cimentos foram fotoativados ou deixados polimerizar somente sob ativação pela porção química e foram avaliados o grau e a cinética de conversão nos períodos inicial, após 5 minutos e 10 minutos após a mistura com ou sem fotoativação. Foram encontradas diferenças significantes para os fatores modo de polimerização e tempo e interação entre eles o grupo auto-polimerizado exibiu menores valores de grau de conversão que quando eles foram fotoativados independente do produto e tempo. Todos os grupos exibiram maior grau de conversão quando polimerizado

quimicamente após 10 minutos em comparação a 5 minutos. Nos grupos fotoativados foi observado um rápido aumento no grau de conversão. A polimerização química foi dependente do produto e o RelyX ARC obteve os menores resultados. Assim, os autores concluíram que o modo de polimerização com fotoativação gerou maiores valores de grau de conversão para todos os materiais. Apenas quando a polimerização foi exclusivamente química foi encontrada diferença entre os períodos após o início da mistura e a polimerização química foi dependente do material.

Kim *et al.*, em 2009, avaliaram o grau de conversão de um cimento resinoso de presa *dual* foto-ativado através de diferentes pinos de fibra em dentes humanos extraídos usando espectroscopia FTIR (Espectroscopia Infravermelha Transformada de Fourier). Foram empregados dois pinos translúcidos DT Light Post e FRC Postec Plus e um pino opaco Snowpost. Inicialmente foi verificada a capacidade de transmitir luz dos pinos com um espectrofotômetro UV-Vis. Os pinos foram cimentados em 15 raízes humanas tratadas endodonticamente sendo o conduto alargado de modo a ter-se uma espessura de 1mm de cimento. O cimento Variolink II foi manipulado e os pinos foram cimentados, sendo realizada a fotoativação pela cervical durante 40s. Após 24h foram obtidas fatias e foi avaliado o grau de conversão do cimento a cada 1mm de profundidade com um espectrofotômetro FTIR. Os pinos Light Post e Postec Plus tiveram uma capacidade de transmissão da luz de 10,2% e 7,7% respectivamente, enquanto Snow Post transmitiu menos de 1% da luz. Uma redução no grau de conversão foi encontrada com o aumento da profundidade para todos os grupos. Exceto na profundidade de 1mm, onde não houve diferença para nenhum grupo, o Snow Post obteve os piores valores de grau de conversão. Não houve diferença entre Light Post e Para Post. Uma forte correlação foi encontrada entre transmissão de luz através do pino e grau de conversão do cimento resinoso.

Pedreira *et al.*, em 2009, analisaram a microdureza de cimentos de presa dupla usados na cimentação de pinos de fibra reforçados por resina. Os pinos

foram cimentados em 40 raízes de dentes bovinos com os cimentos Panavia F, Variolink, RelyX Unicem e Duolink. As avaliações de microdureza foram realizadas ao longo da camada de cimento, correspondendo as regiões cervical, média e apical, após 7 dias e três meses de armazenagem em água. Espécimes em forma de disco também foram preparados testados. Após as identações iniciais as raízes foram armazenadas durante 24hs em solução de água e etanol e em seguida foi realizada outra série de identações. O cimento Panavia apresentou os maiores valores de dureza Knoop após 7 dias. A imersão dos espécimes em solução de etanol causou redução na dureza de todos os cimentos. Após 3 meses de armazenagem em água somente o Unicem teve variação nos valores de dureza, sendo esta maior que a inicial. A dureza inicial nos espécimes em forma de disco foi maior na superfície irradiada em comparação a base e sofreu redução após imersão em água durante 3 meses. Os autores concluíram que o Panavia F obteve maiores valores de dureza; os valores iniciais de dureza entre os cimentos foram diferentes; a imersão em etanol reduziu a microdureza; a imersão em água não influenciou a microdureza para os grupos em que o pino foi cimentado na raiz, o que indica a diferença do modo de armazenagem e material nos resultados.

Como a velocidade do som é sensível as propriedades viscoelásticas dos materiais, aparelhos ultrassom podem ser usados para medir a polimerização de cimentos resinosos. Assim Takubo *et al.*, em 2010, monitoraram o processo de polimerização de cimentos resinosos usando um aparelho ultrassom e investigaram a influência da densidade de energia da unidade fotoativadora na polimerização de cimentos resinosos *dual*. Foram testados os cimentos Clearfil Esthetic Cement e Panavia F2.0. Nos grupos em que foi utilizado o *primer* auto-condicionante, este foi aplicado e em seguida o cimento foi inserido no molde, enquanto nos grupos sem o *primer* o cimento somente foi manipulado e inserido diretamente no molde. Foi realizada a fotoativação após 60s do início da manipulação do cimento com densidade de 0 (sem irradiação), 200 e 600mw/cm². Foi verificada a velocidade do som transmitida no espécime. Quando os cimentos

foram foto-ativados com a densidade de 200mw/cm^2 a taxa de aumento da velocidade foi lenta em comparação as com a densidade de energia de 600mw/cm^2 . Quando o *primer* foi aplicado os valores no fim do período de medição foram maiores que os do grupo que não foi aplicado o *primer*. Quando os cimentos não foram fotoativados e não foi aplicado o *primer* a velocidade da reação foi mais lenta.

2.3.4 Pinos cimentados em raízes fragilizadas

Grandini *et al.*, em 2005, avaliaram a espessura de cimento resinoso após a cimentação de pinos anatômicos e pinos convencionais em preparos do conduto radicular. Foram selecionados 20 dentes anteriores, os quais foram tratados endodonticamente e divididos em 2 grupos. No grupo controle, o conduto foi desobturado e foi realizada a cimentação do pino convencional translúcido com o adesivo One Step e cimento Duo-Link. No grupo dois os pinos foram reembasados (pino anatômico) e cimentados com o mesmo material. Após uma semana foi realizado um corte no sentido longitudinal da raiz e as amostras foram observadas em MEV. As diferenças na espessura e freqüência de defeitos nas camadas de cimento resinoso foram analisadas. Nas amostras de pino anatômico, houve uma redução na espessura de cimento de cervical para apical e o oposto ocorreu no grupo convencional. No mesmo grupo, a espessura da camada de cimento foi diferente entre os três níveis do conduto. Com o pino anatômico foi semelhante nos níveis cervical e médio. Foi observada uma boa adaptação do pino, material de reembasamento, cimento e dentina. Vácuos e bolhas foram freqüentes na camada de cimento e entre o pino e o material resinoso. Ocasionalmente fendas foram observadas entre a resina composta e o pino de fibra.

Teixeira *et al.*, em 2008, avaliaram por meio de microscopia eletrônica de varredura a interface adesiva produzida em dentina radicular de raízes fragilizadas após aplicação do sistema adesivo, reforço radicular com resina composta e

cimentação do pino intra-conduto. Foram usadas 12 raízes de incisivos centrais humanos tratados endodonticamente. Após 24h as raízes foram desobturadas e divididas em quatro grupos, sendo que em 3 grupos as raízes foram fragilizadas a ponta diamantada #4137. As raízes fragilizadas foram reforçadas com resina composta translúcida Light Core e sistema adesivo All Bond 2. Em seguida todas as raízes, tanto as reforçadas com resina composta como as convencionais foram alargadas com a broca alargadora fornecida pelo sistema de pinos DT Light Post. Os pinos foram cimentados com o cimento Duo Link e para os grupos onde a raiz foi reforçada com resina variou-se o tempo de polimerização, sendo 40, 80 e 120s. Após 24h foram obtidas três fatias correspondentes as profundidades 2, 6 e 10mm as quais foram preparadas para observação da camada híbrida em MEV. Foram observados 4 pontos e as descontinuidades e formação de *tags* da camada híbrida foram mensuradas em escores. Foram encontradas bolhas e vácuos no reforço de resina e pode ser observada camada híbrida em todos os grupos. A camada de adesivo foi mais espessa na região mais apical, comparada as regiões cervical e média. A espessura e morfologia da camada híbrida não foram afetadas pela região do conduto independente do grupo analisado. Nos grupos fragilizados as fendas foram mais freqüentes no topo da camada híbrida. No grupo controle foram predominantemente entre o cimento e o pino. O tempo de exposição à luz não afetou a morfologia e densidade de *tags* de resina. Os autores concluíram que houve formação de camada híbrida, prolongamentos adesivos e *tags* de resina em todas as regiões analisadas. Diferentes tempos de polimerização não afetaram formação e qualidade da camada híbrida.

Faria e Silva *et al.*, em 2009, avaliaram o efeito do reembasamento do pino com resina composta na resistência adesiva ao teste *push-out* de pinos de fibra cimentados em condutos fragilizados. Foi realizado o tratamento endodôntico de 20 incisivos bovinos e após 72h os condutos foram desobturados e foi simulada a raiz fragilizada com a ponta diamantada #4137. Os pinos de fibra de vidro Fibrekor #2 foram cimentados com o cimento RelyX ARC e Single Bond 2 após o

reembasamento do pino com resina composta ou somente o pino com uma camada maior de cimento. Após uma semana foi realizado o teste *push-out* com fatias de 1,5mm. Foi observada maior resistência adesiva para os pinos que foram reembasados com resina composta antes da cimentação em relação aos que tiveram uma espessura maior de cimento. Não foi encontrada diferença entre as diferentes regiões do conduto para nenhum grupo. O tipo de falha predominante foi adesiva entre o cimento e a dentina. Os autores concluíram que o reembasamento do pino melhorou sua retenção ao conduto radicular.

Teixeira *et al.*, em 2009, avaliaram a resistência da união de um pino de fibra de quartzo (DT Light Post) a dentina radicular previamente fragilizada e restaurada com resina composta (Light-Core) usando o teste *push-out*. Foram utilizadas 60 raízes de incisivo central humano tratadas endodonticamente. Após 24h o conduto foi desobturado e foram divididos em 4 grupos. Sendo que em 3 grupos a espessura da dentina radicular foi reduzida com auxílio de uma ponta diamantada #4137 e no grupo controle as raízes não foram fragilizadas. Nos grupos de raízes fragilizadas o conduto foi condicionado com ácido fosfórico 37% e foi aplicado o sistema adesivo All Bond 2 e em seguida foi feito o reforço radicular com resina composta translúcida. Em seguida o conduto para todos os grupos foi alargado com a broca fornecida pelo fabricante do sistema de pinos e foi aplicado o sistema adesivo. O cimento Duolink foi manipulado e o pino foi cimentado, variando o tempo de fotoativação em 40, 80 e 120s. Após 24h em umidade relativa a 37°C os espécimes foram submetidos ao teste *push-out*. Os grupos com reforço radicular tiveram resistência adesiva semelhante ou superior ao grupo controle. Comparando o tempo de fotoativação, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa. Houve uma predominância de falhas adesivas. Os autores concluíram que o uso de diferentes tempos de fotoativação não afetou a resistência adesiva, independente da região analisada.

Schmage *et al.*, em 2009, compararam a resistência adesiva de pinos FRC (fibra reforçada por compósito) cimentados em um conduto de tamanho

desproporcional comparado com um conduto de adaptação exata usando 3 compósitos para núcleo e 2 cimentos resinosos. Os pinos Dentin Post foram cimentados em 100 dentes humanos, divididos em 10 grupos experimentais variando a largura do conduto e os materiais para cimentação Calibra, Multicore Flow, RelyX Unicem, Build-It e Rebuilda DC. Após 24 horas em água a 37°C e 5000 ciclos de termociclagem foram testados. A resistência adesiva dos pinos cimentados em conduto desproporcional ao pino diminuiu significativamente para todos os cimentos exceto para Rebuilda DC, quando comparados com o respectivo grupo com o conduto corretamente adaptado. RelyX Unicem demonstrou valores superiores de resistência adesiva. A maior parte de falhas foi na interface entre o pino e o cimento para os pinos cimentados em conduto desproporcional. Os autores concluíram que houve uma redução na resistência adesiva quando o pino de fibra foi cimentado em um conduto com tamanho desproporcional.

Macedo *et al.*, em 2010, avaliaram o efeito do reembasamento do pino de fibra com resina composta, tipo de cimento utilizado para a cimentação do pino e comprimento do pino na resistência adesiva ao teste *pull-out*. Foram utilizados 180 incisivos bovinos, os quais foram tratados endodonticamente e após 72 horas tiveram o conduto preparado com a ponta diamantada #4138. Assim foi possível padronizar o conduto com profundidade de 5, 7,5 e 10mm, de forma a simular uma raiz fragilizada. Os pinos Reforpost foram divididos em dois grupos sendo um reembasado com resina composta e o outro deixado o pino padrão. Os pinos foram cimentados com os cimentos RelyX ARC, RelyX Unicem e RelyX Luting. Após 24h foi realizado o teste *pull-out*. foi observado que os pinos reembasados tiveram melhor desempenho que os pinos não reembasados. Considerando a profundidade que o pino foi cimentado foi observado que com 10mm a resistência adesiva foi maior seguido pela profundidade de 7,5mm. Os cimentos RelyX ARC e RelyX Unicem apresentaram resistência adesiva semelhante e maior que o cimento RelyX Luting.

2.3.5 Resistência adesiva regional

Gaston *et al.*, em 2001, avaliaram a resistência a microtração regional (cervical, médio e apical) de cimentos adesivos a superfície interna da dentina radicular humana. Foram usadas 20 raízes de dentes humanos cortadas no sentido do longo eixo, de modo a expor o conduto e os cimentos C&B Metabond e Panavia 21 foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante. Após 48h em umidade, foram realizadas 6 a 10 secções no sentido perpendicular ao longo eixo da raiz e foram obtidos palitos, para o teste de microtração. Alguns palitos foram perdidos, sendo estes na maioria das vezes correspondentes a região cervical para ambos materiais. Não houve diferença entre a resistência adesiva entre os materiais, entretanto esta tendeu a aumentar em direção a região apical, sendo nesta região encontrados os maiores resultados de resistência adesiva.

Boschian Pest *et al.*, em 2002, compararam a performance de cimentos resinosos tradicionais com resinas compostas (de presa química e foto-ativada) através do teste de resistência adesiva e observação em MEV. Foi testada a resistência adesiva do cimento com a dentina através do teste *push-out* com os cimentos Ti-Core Titanium (químico), Clearfil Photocore (foto-ativado), Clearfil Core (químico), C&B Cement (químico) e Panavia F (*dual*). Para a avaliação da união do cimento ao pino foram testados o pino Endo Composipost com C&B e TiCore; pino Tech2000 com Panavia F e Clearfil Core; pino Tech 21 Xop com Clearfil Core e Luscent Ancor com Clearfil Photocore e estes também foram avaliados em MEV para observação da camada híbrida. Os melhores resultados de resistência adesiva foram obtidos com a combinação de Tech2000 ou Tech21 com Panavia F ou Liner Bond 2V. Foi observada uma camada híbrida descontínua para o adesivo auto-condicionante, enquanto para o adesivo de técnica úmida a camada híbrida foi homogênea em todas as regiões do conduto. Os melhores resultados foram obtidos com o pino translúcido e resina foto-ativada.

Devido a diferença de substrato intrínseco ou problemas técnicos na região apical, Bouillaguet *et al.*, em 2003, avaliaram se existe diferença regional na resistência a microtração em canais radiculares. Quarenta e oito dentes humanos foram tratados endodonticamente e após 24h foram divididos em dois grupos, um com raízes intactas e outro com a raiz cortada ao meio, no sentido longitudinal. Pinos fabricados de resina composta foram cimentados aos canais com Single Bond/RelyX ARC, ED Primer/Panavia F, C&B Metabond e Fuji Plus e uma hora após a cimentação foram feitas secções perpendiculares ao longo eixo da raiz para o preparo de amostras para o teste de microtração. Foram encontrados menores resultados de resistência adesiva para os grupos cimentados em canal intacto versus os com raiz cortada. RelyX ARC e Panavia F foram semelhantes, porém a resistência adesiva deles foi menor que a de C&B Metabond e Fuji Plus. Para os grupos de RelyX ARC e Fuji Plus houve uma redução na resistência próxima ao ápice radicular, entretanto para C&B Metabond e Panavia F não houve esta redução.

Perdigão *et al.*, em 2004, avaliaram o efeito do sistema de cimentação e região da raiz na resistência adesiva com o teste *push-out* de um pino de fibra de vidro e um pino de zircônia. Trinta e dois dentes anteriores foram tratados endodonticamente e preparados para a cimentação do pino de fibra de vidro (FRC Postec) e de zircônia (Cosmopost), com os cimentos Variolink II, um cimento experimental de presa química e Post Cement Hi-X. Após 7 dias de armazenagem em água a 37°C as raízes foram seccionadas e as fatias posicionadas para o teste *push-out*. Foi encontrada diferença entre os pinos e sistema de cimentação. A resistência no nível cervical foi maior que no nível apical. O sistema adesivo não influenciou a resistência adesiva.

Goracci *et al.* (2005a), examinaram com o teste *push-out*, a resistência a fixação de pinos de fibra cimentados somente com cimento resinoso ou juntamente com o sistema adesivo auto-condicionante ou de técnica úmida. Trinta e seis raízes de dentes humanos foram tratadas endodonticamente e os pinos de

fibra de vidro FRC Postec foram cimentados com o cimento de presa química Panavia 21 com ou sem o sistema adesivo auto-condicionante e com o cimento de presa *dual* Variolink II com ou sem o sistema adesivo de técnica úmida. Foram preparados espécimes para análise em microscopia eletrônica de transmissão, usando a técnica de penetração da solução traçadora. Apenas o tipo de cimento influenciou significativamente os resultados, sendo os grupos do cimento *dual* Variolink II com maior resistência adesiva que os do grupo Panavia 21. A presença ou não de sistema adesivo não foi estatisticamente diferente. Para o grupo do Panavia 21 foi observado que o *primer* auto-condicionante não conseguiu dissolver completamente a espessa *smear layer*. Devido à capacidade tampão de *smear layers* espessas o ácido fosfórico não foi capaz de criar uma camada híbrida uniforme, a qual foi observada em áreas que foram melhor condicionadas. Sem o uso de sistemas adesivos, para ambos os materiais foram vistos extensivos depósitos de prata.

Goracci *et al.* (2005b), examinaram a resistência interfacial com o teste *push-out* e ultra-estrutura com MET (Microscópio Eletrônico de Transmissão) de um sistema adesivo convencional, auto-condicionante e um cimento resinoso auto-adesivo empregados na cimentação de pinos de fibra de vidro. Vinte e sete raízes de dentes humanos foram tratadas endodonticamente e em seguida o conduto radicular foi desobturado em uma profundidade de 9mm. Os pinos translúcidos FRC Postec foram cimentados com ExciteDSC/Variolink, ED Primer/Panavia 21 e RelyX Unicem, de acordo com as instruções dos fabricantes. Após 24 horas de armazenagem em água em temperatura ambiente, 7 raízes de cada grupo foram seccionadas e as fatias submetidas ao teste *push-out* e as duas raízes remanescentes foram observadas em MET. A resistência adesiva encontrada com Excite DSC/Variolink foi superior à obtida por ED Primer/Panavia 21 e RelyX Unicem, sendo os dois últimos iguais. Para o grupo Excite DSC/Variolink, foi observada camada híbrida sem separação entre o adesivo e o cimento resinoso. Para o grupo ED Primer/Panavia 21 também foi observada

camada híbrida, entretanto com algum remanescente de *smear layer* e fendas na interface. Para o cimento RelyX Unicem a espessa *smear layer* não foi dissolvida, não foi observada camada híbrida e as fendas foram vistas entre a *smear layer* e a dentina subjacente. Foi demonstrado um bom potencial de adesão para o sistema adesivo de condicionamento ácido total. O condicionamento ácido proporcionado pelos monômeros acídicos do Panavia 21 e RelyX Unicem não foram capazes de condicionar através da espessa *smear layer*, o que pode ter contado para a baixa resistência de adesiva encontrada para esses materiais.

Akgungor e Akkayan, em 2006, avaliaram o efeito de diferentes agentes de união e seu modo de polimerização na resistência adesiva de pinos de fibra translúcidos a dentina radicular em diferentes regiões do conduto, usando o teste *push-out*. Foram usadas 40 raízes de dentes caninos humanos tratados endodonticamente. Após 24 horas as raízes foram desobturadas e divididas em 4 grupos de acordo com o sistema adesivo empregado, sendo Grupo 1: Excite foto-ativado; Grupo 2: Excite *Dual*; Grupo 3: Clearfil Liner Bond foto-ativado; Grupo 4: Clearfil Liner Bond *Dual*. Os pinos DT Light Post foram cimentados com o cimento Panavia F. Após 24 horas os espécimes foram submetidos ao teste *push-out* e três raízes de cada grupo foram avaliadas em MEV para observação da camada híbrida. O grupo Clearfil foto-ativado obteve os melhores resultados de resistência adesiva, e o grupo Clearfil *dual* obteve resultados semelhantes aos dos grupos Excite foto-ativado e *dual*. Não foi encontrada diferença significativa entre os grupos Excite *dual* e foto-ativado. Apenas os grupos de adesivo simplificado foram afetados pela região do conduto radicular, sendo a região apical pior que média e cervical. Foi observada uma camada híbrida relativamente espessa para os grupos de adesivo simplificado, com maior quantidade e comprimento de prolongamentos adesivos na região cervical comparada à apical. Para os grupos auto-condicionantes foi observada uma camada híbrida mais fina, com uma densidade e comprimento de prolongamentos de resina maior que os adesivos simplificados. Assim foi observado que o *primer* auto-condicionante foto-ativado

proveu resultados melhores de resistência adesiva, mesmo com uma camada híbrida relativamente fina. A polimerização *dual* não melhorou a resistência adesiva. A resistência adesiva com agentes de união simplificados diminuiu na região apical do conduto, enquanto os *primers* auto-condicionantes demonstraram resistência adesiva semelhante em todas as regiões do conduto.

Kalkan *et al.*, em 2006, compararam a resistência da união de 3 sistemas de pinos de fibra cimentados adesivamente após 24h e uma semana. Foram testados os pinos Snowpost (pino de fibra de vidro opaco), FiberMaster (pino de fibra de vidro translúcido) e EverStick (pino de fibra de vidro elétrico, composto por SiO₂, CaO, B₂O₃, Al₂O₃ e outros óxidos), cimentados com Clearfill Liner Bond e Panavia F, em 60 raízes humanas tratadas endodonticamente. Após o período de 24h ou de uma semana, as raízes foram seccionadas e os espécimes submetidos ao teste *push-out* e uma raiz de cada grupo foi preparada para observação da camada híbrida em MEV. Os grupos dos pinos opaco e elétrico tiveram maior resistência adesiva que os grupos do pino translúcido. A resistência foi maior nas regiões cervical e média para os pinos elétrico e translúcido. Em todos os pinos foi observada camada híbrida com longos e numerosos prolongamentos de resina. Assim foi observado que os valores de resistência adesiva diferiram de acordo com o pino utilizado, não houve diferença entre os tempos de armazenagem e a resistência adesiva na região cervical foi maior que as demais para os pinos elétrico e translúcido.

Faria e Silva *et al.* (2007b), avaliaram o efeito do co-iniciador químico ou uma camada extra de adesivo hidrófobo com um sistema adesivo de técnica úmida simplificado e um auto-condicionante simplificado na resistência adesiva de pinos de fibra cimentados com um cimento de presa *dual*. Após o tratamento endodôntico, foram cimentados os pinos de fibra de quartzo Light Post e de fibra de quartzo coberta por carbono Aestheti-Post. Para a cimentação foi usado o cimento RelyX ARC, com os adesivos Single Bond 2 ou Brush e Bond com ou sem o ativador de presa química ou com uma camada de adesivo hidrófoba. Após

1 semana de armazenagem, foi realizado o teste *push-out*. Foi encontrada diferença para a técnica de aplicação do adesivo, sendo que a aplicação do adesivo hidrófobo aumentou a resistência adesiva para os dois sistemas adesivos e a região da raiz, sendo a apical a pior para todos os grupos.

Zhang *et al.*, em 2008, avaliaram o efeito de dois sistemas de cimentação usados com diferentes modos de polimerização na retenção de pinos de fibra em diferentes regiões do conduto radicular. Foram usadas 42 raízes de pré-molares tratadas endodonticamente e após 24 horas preparadas para serem cimentados os pinos Easy Post translúcido com os cimentos XP-Bond/Calibra e XP-Bond/Fluoro Core2. Os grupos foram divididos pelos materiais e pelo modo de ativação do adesivo e cimento resinoso, sendo químico ou *dual*. Após armazenagem em água por 24 horas, foi realizado o teste *push-out* e os espécimes fraturados foram observados em MEV. A resistência adesiva de XP Bond-Dual Cure/Calibra foi menor quando o cimento foi ativado quimicamente que com ativação *dual*, entretanto o modo de ativação do Fluoro Core2 com o adesivo *dual* não teve influência na resistência adesiva. A resistência foi maior na região cervical em comparação com médio e apical. Quando o cimento e o adesivo foram polimerizados somente por ativação química a prevalência de falha foi adesiva entre cimento e dentina enquanto um maior índice de falha entre cimento e pino foi observado quando o cimento foi polimerizado com ativação *dual*. Não é necessário foto-ativar separadamente o adesivo *dual* para a cimentação de pinos de fibra de vidro translúcidos. A fotoativação do cimento *dual* melhorou a resistência adesiva que foi dependente do tipo de cimento. A resistência adesiva foi maior na região cervical que na apical independente do tipo de cimento e do tipo de polimerização.

Carvalho *et al.*, em 2009, avaliaram a contribuição do adesivo ou o cimento na adesão do pino a dentina intra-radicular. Foi realizado o tratamento endodôntico de 30 raízes de dentes humanos e foi cimentado pino RelyX Fiber Post. Para cimentação foram usados 2 sistemas adesivos One Step e All Bond2 e

dois cimentos resinosos, o Duo Link e um cimento experimental sem carga. Após 24h, foi realizado o teste *push-out* e análise em MEV das fatias remanescentes. A resistência adesiva foi influenciada pelo tipo de agente de cimentação e uso ou não do sistema adesivo, sendo o melhor resultado obtido para o adesivo One Step e o cimento sem carga. Foi encontrada melhor adaptação ao conduto radicular quando aplicado o sistema adesivo. A ausência do adesivo resultou em completa desadaptação do cimento com a dentina.

Giachetti *et al.*, em 2009, compararam por meio do teste *push-out* a resistência da interface adesiva de dois cimentos resinosos *dual* e um cimento foto-ativado quando usado para a cimentação de pinos de fibra. Foram usados 39 dentes unirradiculares humanos tratados endodonticamente, onde foi cimentado o pino RelyX Fiber Post com três cimentos resinosos. No primeiro grupo foi feita a cimentação com sistema adesivo Excite DSC e RelyX ARC, no grupo dois com o cimento auto-adesivo RelyX Unicem e no grupo três com o adesivo Excite DSC e Tetric Flow. A fotoativação do adesivo+cimento foi realizada no final da cimentação em três ciclos de 20 segundos. Após uma semana as raízes foram cortadas e os espécimes foram submetidos ao teste *push-out*. Foi observado que o cimento teve um efeito significativo na resistência da união independente da região da raiz. A região do conduto não foi um fator significativo na resistência adesiva. O cimento resinoso auto-adesivo obteve piores resultados em todas as regiões do conduto. A resistência da união do cimento foto-ativado e *dual* foi semelhante. Entretanto quando utilizado o cimento foto-ativado foram observadas diferenças entre as regiões do conduto.

Jongsma *et al.*, em 2010, avaliaram a diferença entre diferentes métodos de pré-tratamento na superfície do pino e cimentos na resistência a delaminação do cimento da superfície do pino. Foram preparados condutos padronizados simulados em blocos de poli-oxy-metacrilato, onde foram cimentados 40 pinos com os cimentos RelyX Unicem, Panavia F2.0 e Clearfil DC Core Automix. Para os grupos controle, os pinos foram somente limpos com etanol, para grupo 1, os

pinos foram jateados e limpos com etanol, grupo 3 os pinos foram limpos e foi aplicado o silano Foto Bond A e B e Porcelain Bond activator e para o grupo 4 foram jateados, limpos e foi aplicado silano. Após 24h a 37°C os conjuntos pino+cimento foram removidos dos moldes e foram submetidos ao teste de flexão de três pontos. Todos os espécimes demonstraram delaminação do cimento como falha inicial, observada na base dos espécimes. RelyX Unicem obteve valores superiores de resistência a delaminação que DC Core Automix. A silanização dos pinos resultou em maior resistência que o jateamento. Para o Panavia F2.0 a os resultados obtidos pela silanização foram maiores que os do jateamento. Para o DC Core Automix após silanização os resultados foram superiores ao grupo não tratamento e jateamento com silanização. Especialmente quando cimentos não auto-adesivos são empregados, a silanização tem um efeito benéfico na resistência a delaminação do cimento e modo de falha.

3 PROPOSIÇÃO

No presente estudo foi avaliada “*in vitro*” a resistência da união, por meio do teste *push-out*, e a microdureza Knoop de um cimento resinoso de presa exclusivamente química e um de presa *dual*, quando usados para a cimentação de pinos de fibra translúcidos considerando as regiões do conduto (cervical, média e apical), nas condições técnicas: convencional, com uma camada espessa de cimento (raiz fragilizada) ou com o pino reembasado com resina composta.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais empregados no estudo, bem como a respectiva composição, fabricante e número de lote podem ser visualizados nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1- Materiais utilizados, composição, fabricante e número de lote.

<i>Material</i>	<i>Composição</i>	<i>Fabricante/lote</i>
<i>RelyX ARC</i>	Pasta A: Bis-GMA, TEGDMA, zircônia/sílica 67,5% (peso), amina e sistema fotoiniciador Pasta B: Bis-GMA, TEGDMA, zircônia/sílica 67% (peso), peróxido de benzoíla.	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA/GP8HX
<i>Adper Scotchbond Multi-Use Plus</i>	Ativador: ácido sulfínico Primer: HEMA, copolímero do ácido polialcenóico Catalisador: Bis-GMA, HEMA, peróxido de benzoíla	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA/ 7KY; N124653; 7BB
<i>Scotchbond Etchant</i>	Ácido fosfórico 35%, pH 0,6	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA/7KK
<i>C&B Cement</i>	Base: Bis-GMA, Bis-GMA etoxilado, TEGDMA, sílica (<41%), vidro (<31%). Catalisador: Bis-GMA, TEGDMA, sílica (<65%).	Bisco Inc., Schaumburg, IL, EUA/ 0900013065

Bis-GMA (Bisfenol A Diglicidil Metacrilato), TEGDMA (Trietilenoglicol dimetacrilato), HEMA (2-Hidroxietyl Metacrilato).

Quadro 2- Materiais utilizados, composição, fabricante e número de lote.

<i>Material</i>	<i>Composição</i>	<i>Fabricante/lote</i>
<i>All Bond3</i>	Primer A: Etanol Primer B: Bis-GMA, Bisfenil Dimetacrilato, HEMA.	Bisco Inc., Schaumburg, IL, EUA/ 1000002697
<i>Uni-Etch 32%</i>	Ácido fosfórico e Cloreto de Benzalcônio (BAC), pH<1.	Bisco Inc., Schaumburg, IL, EUA/1000003008
<i>RelyX Ceramic Primer</i>	<i>Primer</i> de silano Pré-hidrolisado	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA/6XK
<i>Filtek Supreme XT cor CT</i>	Agregado de sílica com 0,6 a 1,4µm (partícula 75nm), 57,7%vol (72% peso), Bis-EMA, diuretano dimetacrilato, Bis-GMA, TEGDMA, pigmentos	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA/9BW
<i>Filtek Z350 cor A1</i>	Bis-GMA, Bis-EMA (6), UDMA, TEGDMA, nanopartículas de sílica não-aglomerada / não agregada de 20 nm e nanoaglomerados de zircônia/sílica de partículas primárias entre 5-20 nm, com aglomerado entre 0,6 e 1,4 µm, 78,5% em peso.	3M ESPE, St. Paul, MN, EUA/ N124596
<i>Pino de fibra D.T. Light-Post</i>	Fibras de quartzo embebidas em matriz de resina epoxy.	Bisco Inc., Schaumburg, IL, EUA/0900007355

Bis-GMA (Bisfenol A Diglicidil Metacrilato), TEGDMA (Trietilenoglicol dimetacrilato), HEMA (2-Hidroxiethyl Metacrilato), BISEMA (Bisfenol A – polietileno glicol diéter dimetacrilato)

4.1 Preparo dos dentes

Foram utilizados 60 incisivos bovinos hígidos e recém-extraídos, os quais tiveram a coroa removida com um disco diamantado dupla face nº7020 (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil), deixando um comprimento de raiz padronizado de 16mm. As raízes foram aleatoriamente separadas em 6 grupos. Para 4 grupos as quarenta raízes foram fragilizadas e para 2 grupos as vinte raízes foram mantidas com a espessura de dentina original.

A porção apical das raízes foi incluída em resina de poliestireno, de modo a se obter uma base para fixação à máquina padronizadora de preparo cavitário (ELQUIP- Equipamentos para Pesquisa Odontológica, São Carlos, SP, Brasil) e assim evitar que ocorresse a inclinação indevida da ponta diamantada, resultando na perda da padronização da forma do conduto (Figura 1). A padronização do conduto, simulando uma raiz fragilizada, foi realizada com a ponta diamantada #4137 (KG Sorensen, Alphaville, SP, Brasil) com diâmetro de 2,44mm, em alta rotação e sob irrigação com água. Após o preparo para simular a raiz fragilizada as raízes foram desincluídas.

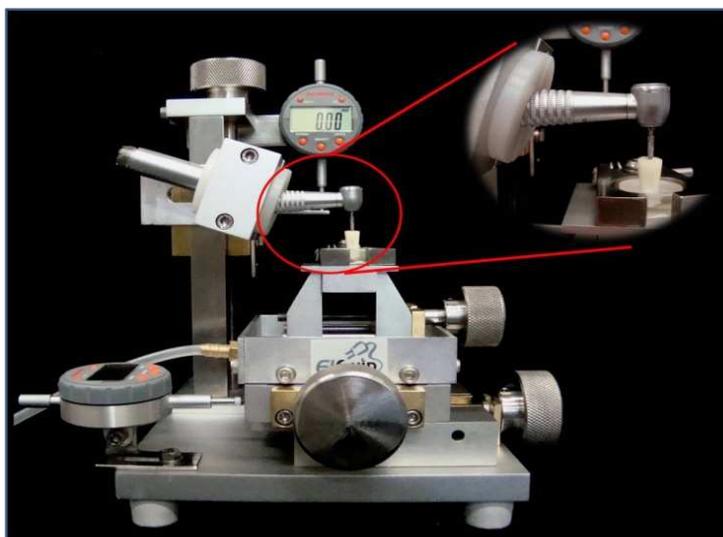


Figura 1 – Posicionamento da raiz na máquina padronizadora de preparos cavitários.

Em seguida, foi realizado o tratamento endodôntico em todas as raízes, por meio de instrumentação mecânica, usando a técnica escalonada. Para o estabelecimento do comprimento de trabalho, os canais foram explorados com uma lima tipo Kerr #10 (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) e por visão direta do ápice, foi recuado 1mm. O instrumento de memória foi a lima tipo Kerr #60 e, em seguida, foi realizado o escalonamento recuando 1mm, para os instrumentos #70 e #80.

Como substância irrigadora auxiliar, foi utilizado o hipoclorito de sódio 1%. Após a instrumentação, os canais foram irrigados com água destilada, secos com pontas de papel absorvente (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) e obturados pela técnica de condensação lateral, usando guta-percha (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) e o cimento endodôntico Sealer 26 (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil). Após o tratamento endodôntico as raízes foram armazenadas em 100% de umidade relativa a 37°C em estufa durante 7 dias.

Nas raízes dos grupos 1 e 2, após desobturação com as brocas gates-glidden o conduto foi alargado com a broca fornecida pelo fabricante compatível com o diâmetro do pino. Nos condutos de raízes fragilizadas a desobturação foi realizada somente com brocas de gates-glidden. Em todas as raízes a profundidade de desobturação foi de 11mm, deixando o selamento apical de guta-percha de aproximadamente 4mm.

4.2 Tratamento da superfície do pino

Os pinos D.T. Light Post, tamanho 3 (Bisco Inc., Schaumburg, IL, EUA) foram provados no interior do conduto radicular e cortados, deixando somente 2mm de pino exposto na região cervical. Em seguida, foram inicialmente limpos em ultrassom, imersos em álcool 96%, durante 10min, secos com jato de ar e foi aplicada uma camada do silano RelyX Ceramic Primer (3M ESPE, St. Paul, MN,

EUA), como pode ser visualizado na Figura 2. O excesso de solvente do silano foi removido com jato de ar durante 30s.

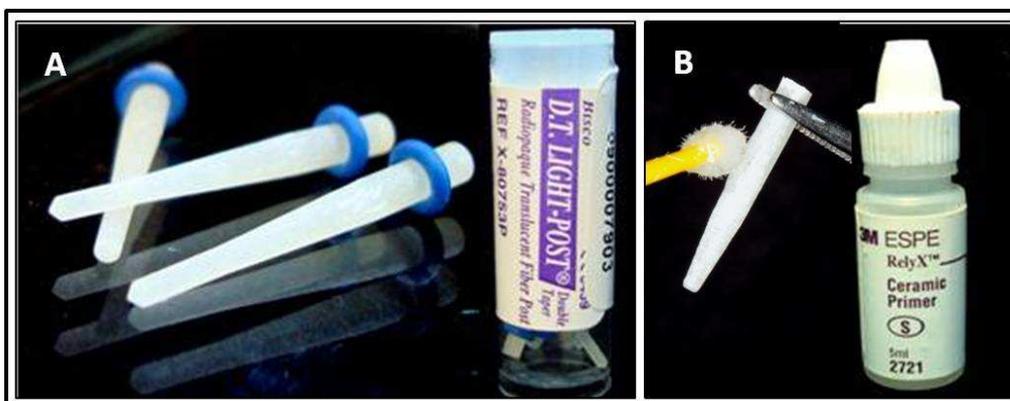


Figura 2 – Na imagem A pode ser observado o pino D.T. Light Post tamanho 3; em B o pino já cortado e limpo, sendo aplicada uma camada de silano RelyX Ceramic Primer.

4.3 Reembasamento do pino com resina composta

Para as raízes dos Grupos 5 e 6, após a desobturação do canal radicular, com brocas gates-glidden, o conduto radicular foi isolado com o gel hidrossolúvel KY (Johnson & Johnson Ind. e Com., São Paulo, Brasil), aplicado com o auxílio de um *microbrush*.

Foi aplicada uma camada de resina composta Filtek Supreme XT (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), translúcida, sobre a superfície do pino (Figura 3). Em seguida, este foi inserido no conduto radicular e a resina composta condensada de forma a moldar o conduto e ficar unida ao pino. O sistema pino-resina composta foi removido e recolocado em posição, para assegurar que nenhuma retenção ou excesso de compósito pudesse impedir a remoção do conjunto após a fotoativação inicial, de 3 segundos. Em seguida, o conjunto pino/resina composta foi removido do conduto radicular e foto-ativado por mais 40 segundos para

assegurar a polimerização da resina composta com o aparelho fotoativador Bluephase (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein), com irradiância de $1250\text{mw}/\text{cm}^2$. Uma marcação com grafite, mostrando o lado vestibular do pino e de sua respectiva raiz, foi realizada para servirem de guia durante o procedimento de cimentação.

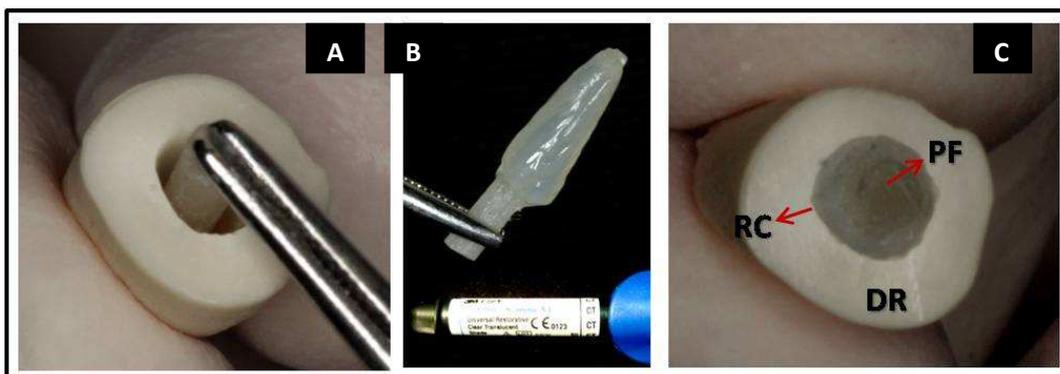


Figura 3- Reembasamento do pino. Na imagem (A) pode-se observar a diferença de diâmetro entre o pino de fibra e o conduto. Na imagem (B), a aplicação da resina composta Filtek Supreme translúcida na superfície do pino. Na imagem (C) pode ser observada a adaptação do pino reembasado, PF=pino de fibra; RC=resina composta; DR=dentina radicular.

Em seguida, foi realizado o condicionamento com ácido fosfórico a 37% Scotchbond Etchant (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), durante 30s, para limpeza da superfície do pino anatômico e lavado. O conduto foi lavado com água destilada, com auxílio de uma seringa e agulha de irrigação endodôntica, para a remoção do gel hidrossolúvel.

4.4 Procedimento de cimentação

4.4.1 Procedimento de cimentação com RelyX ARC

Na superfície dos pinos cimentados com RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), foi aplicada uma camada de catalisador do sistema adesivo Scotchbond Multi-Usó Plus (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), a qual foi seca com jato de ar durante 10 segundos.

Nos grupos 1 e 3 , foi cimentado o pino convencional, enquanto no grupo 5 foi cimentado o pino reembasado, com o cimento resinoso de presa *dual* RelyX ARC e o sistema adesivo Scotchbond Multi-Usó Plus (Figura 4). O conduto radicular foi condicionado com ácido fosfórico 37% Scotchbond Etchant por 15 segundos, seguido de lavagem, e o excesso de umidade foi removido com o auxílio de cones de papel absorvente. Em seguida, com o auxílio de um *microbrush*, foi aplicado o Ativador, o *Primer* e o Catalisador, sendo o excesso removido com cone de papel absorvente e seco por 10 segundos, a cada substância aplicada. Em seguida, as pastas do cimento foram dispensadas e foi realizada a manipulação. Uma porção de cimento foi inserida no interior do canal com auxílio de uma ponta de seringa Centrix tipo agulha (Accudose Needle Tubes, Centrix Inc., Shelton, CT, EUA). O pino foi imediatamente levado em posição no interior do conduto, o excesso de cimento removido e foi realizada a fotoativação pela região cervical por 40 segundos.

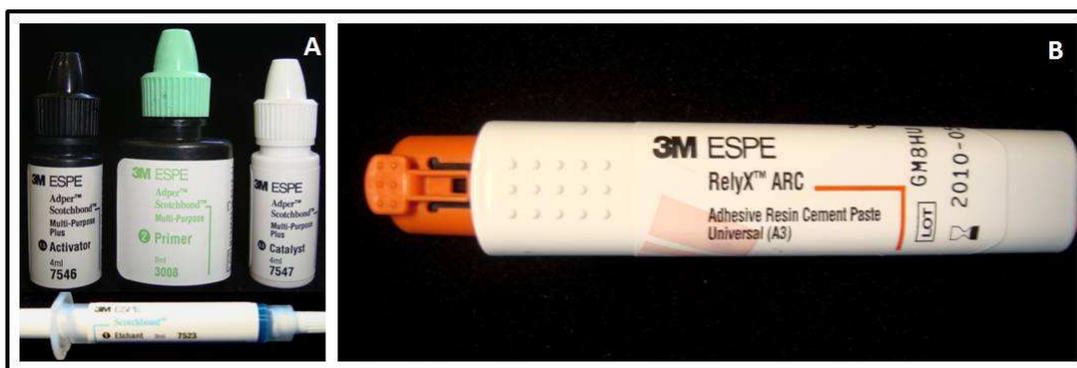


Figura 4 - Materiais empregados nos grupos 1, 3 e 5. Imagem A, sistema adesivo Scotchbond Multi-Usó Plus com ácido fosfórico Scotchbond Etchant. Imagem B, cimento resinoso de presa *dual* RelyX ARC.

4.4.2 Procedimento de cimentação com C&B Cement

Na superfície dos pinos cimentados com C&B Cement (Bisco Inc., Schaumburg, IL, EUA), foi aplicada uma camada dos *Primers* A e B (Bisco Inc., Schaumburg, IL, EUA), previamente misturados, a qual foi seca com jato de ar durante 10s.

Nos grupos 2 e 4 foi cimentado o pino convencional, enquanto no grupo 6 foi cimentado o pino reembasado com o cimento resinoso de presa química C&B Cement e o sistema adesivo All Bond 3 (Figura 5). Foi realizado o condicionamento com ácido fosfórico Uni-Etch 37% (Bisco Inc., Schaumburg, IL, EUA), por 15s, seguido de lavagem abundante, sendo o excesso de umidade removido com cone de papel absorvente. Uma gota dos *Primers* A e B foram misturadas durante 10 segundos e aplicadas na superfície da dentina. Quantidades iguais das pastas base e catalisador do cimento foram misturadas e esta foi inserida interior do conduto com auxílio de uma ponta de seringa Centrix tipo agulha. Após, o pino foi inserido no conduto, mantido sob pressão durante 10s e, em seguida, os excessos foram removidos e foi aguardado o tempo para a presa do cimento (7 minutos).



Figura 5 - Materiais empregados nos grupos 2, 4 e 6. Imagem A, sistema adesivo All Bond 3 (*Primer A e B*) com o ácido fosfórico Uni-Etch. Imagem B, cimento resinoso de presa química C&B Cement.

Após o procedimento de cimentação, foi realizado o selamento do conduto na região cervical com resina composta Z350 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), na cor A1, em todas as raízes. As raízes foram armazenadas em 37°C e 100% de umidade relativa em um recipiente que impediu a passagem de luz, por 24 horas.

4.6 Ensaio de Dureza Knoop

Após o período de armazenagem de 24 horas, foram realizados 7 cortes no sentido transversal ao longo eixo da raiz em uma cortadeira Isomet 1000 (Buehler, Lake Bluff, Illinois, EUA), onde foram obtidas 6 fatias, duas para cada região do conduto. Uma fatia de cada região cervical, média e apical nas profundidades 1mm, 4,3mm e 7,6mm respectivamente, foi utilizada para avaliação da microdureza Knoop do cimento, como pode ser visualizado no esquema da Figura 6.

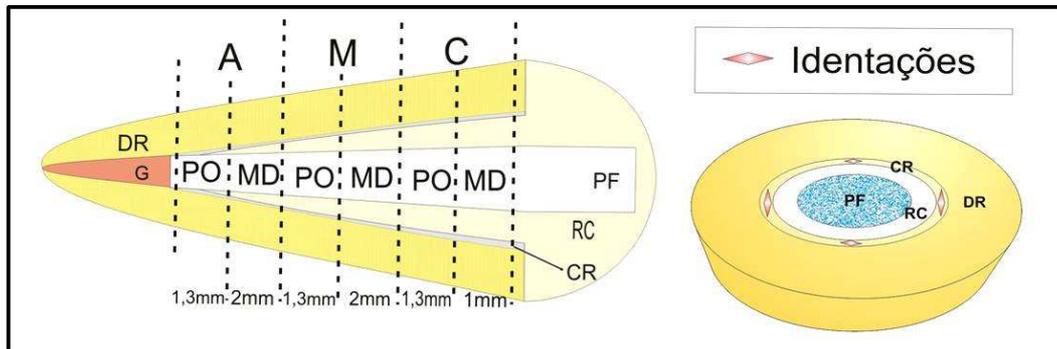


Figura 6 - Esquema representativo dos cortes cervical (C), médio (M) e apical (A). As fatias radiculares nomeadas MD foram usadas para o teste de microdureza e as nomeadas PO foram usadas para o teste *push-out*. Ao lado pode ser observado o esquema das identações realizadas na face apical das fatias. Foram 4 identações por região. (RC) resina composta, (PF) pino de fibra, (CR) cimento resinoso, (DR) dentina radicular, (G) gutapercha.

Os espécimes foram fixados a uma lamínula de vidro, com auxílio de cera utilidade e posicionados no suporte para amostras do aparelho Shimadzu modelo HMV-2 (Shimadzu do Brasil, São Paulo, SP, Brasil), calibrado com carga de 50g, por 10 segundos de penetração para o ensaio de dureza Knoop (Figura 7). Foram realizadas 4 penetrações, na camada de cimento resinoso, em cada fatia e calculada a média. Os valores de dureza (KHN, kg_f/mm^2) foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%).

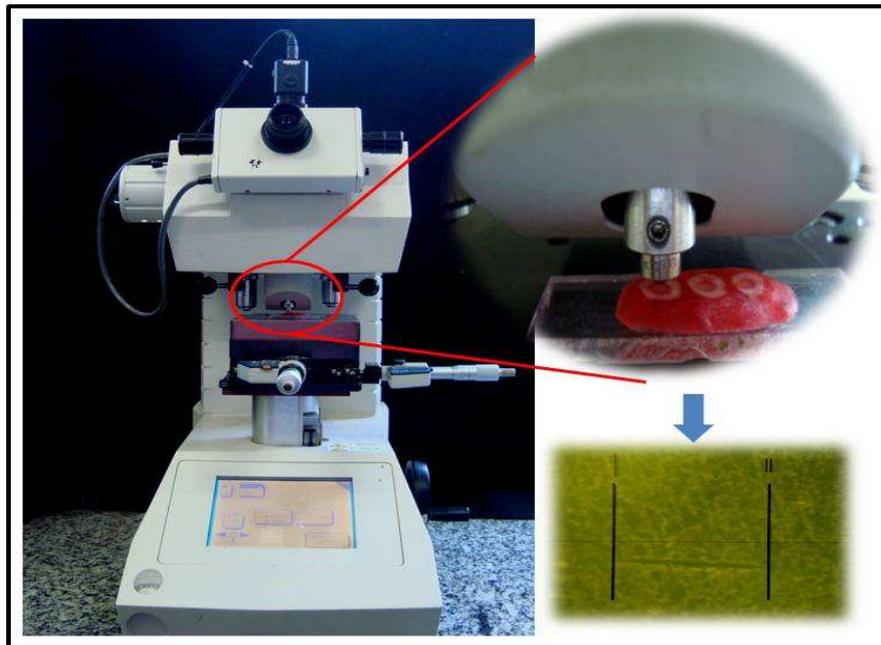


Figura 7 - Esquema do posicionamento das amostras no microdurômetro para realização do teste de microdureza Knoop. Pode-se ver uma imagem da indentação.

Em seguida, as três fatias de duas raízes de cada grupo experimental foram preparadas para a observação da interface de união entre pino e dentina bovina. As fatias foram incluídas em resina de poliestireno e foi realizado o polimento com lixas de carbeto de silício em politriz AROPOL-2V (Arotec, São Paulo, SP, Brasil) nas granulações 600 durante 5min, 1200 durante 10min e 2000 durante 20min. Em seguida, foi feito o polimento em disco de feltro e água durante 20min. A cada troca de lixa as amostras foram limpas em ultrassom, durante 10min. Após 24h de armazenagem em um contêiner com sílica, as amostras foram observadas em Microscópio Eletrônico de varredura (MEV), em baixo vácuo, no modo de elétrons retroespalhado.

4.5 Ensaio de resistência ao cisalhamento (*push-out*)

As outras 3 fatias com 1mm de espessura, correspondentes as regiões cervical, média e apical do conduto foram utilizadas para o teste de resistência ao cisalhamento. As fatias tiveram sua espessura (h), raio maior (R) e raio menor (r) do sistema pino/cimento e pino anatômico/cimento mensuradas, por meio de um paquímetro digital (Mitutoyo America Corporation, Illinois, EUA), com precisão de 10 µm.

Cada fatia foi posicionada, com o lado apical voltado para cima, no dispositivo acoplado a máquina de ensaios universal (Instron 4411, Corona, CA, EUA), como pode ser observado na Figura 8. Foram utilizados dois dispositivos de apoio da fatia, com diâmetros diferentes e compatíveis com o diâmetro do conduto, para evitar a interferência durante o teste, nos casos em que a raiz foi fragilizada. Foi aplicada a força de compressão no centro do pino de fibra com velocidade de 0,5mm/min., usando a célula de carga de 500N (Instron Static Load Cell). A força em kgf, fornecida pela máquina de ensaio, foi transformada em Newton (força em N= kgf x 9,82) e aplicada na fórmula (mostrada abaixo) para a obtenção da força, em MPa, necessária para a falha do corpo-de-prova. Onde: N = força requerida para a desunião (em Newtons), R = raio do diâmetro maior, r = raio do diâmetro menor, h = espessura do corpo-de-prova.

$$\text{MPa} = \frac{N}{\pi(R+r) [(R-r)^2+h^2]^{0,5}}$$

Os dados de resistência da união (MPa) foram submetidos a análise de variância pelo teste ANOVA (3-way) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, com nível de significância em 5%.

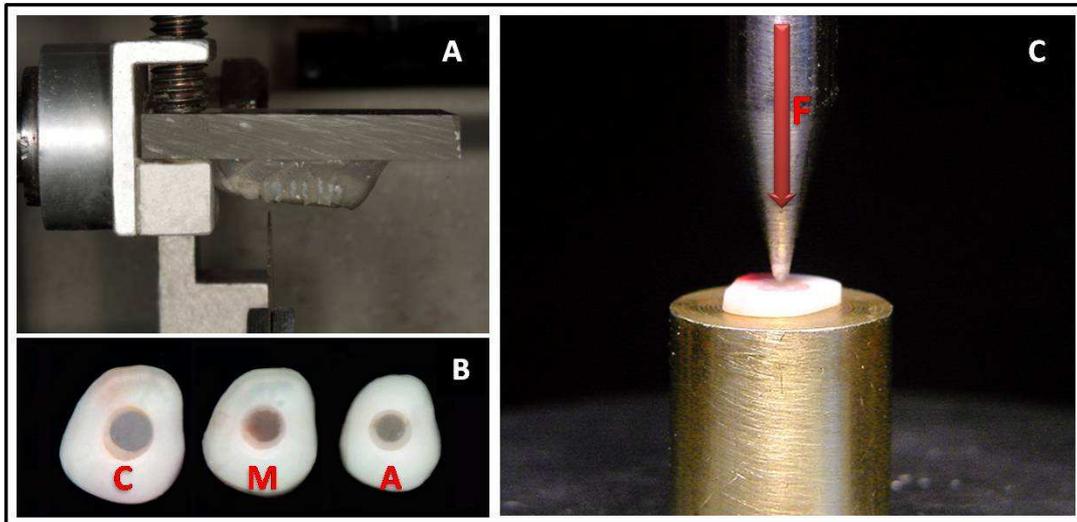


Figura 8: Em (A), raiz posicionada para a realização dos cortes transversais na cortadeira metalográfica. Em (B), podem ser visualizadas as fatias correspondentes as regiões cervical, média e apical do conduto. Em (C), o espécime está posicionado no dispositivo para o teste de resistência da união *push-out* onde foi aplicada a força de compressão F.

A avaliação do padrão de fratura para cada espécime foi realizada em Lupa estereoscópica (Carl Zeiss, AG, Alemanha) com aumento de 40 vezes e as fraturas foram classificadas em:

- 1- coesiva no pino (CP)
- 2- adesiva entre o pino e a resina composta (APR)
- 3- coesiva em resina composta e cimento (CRC)
- 4- adesiva entre o cimento e a dentina (ACD)
- 5- mista (adesiva entre cimento e dentina e coesiva no cimento ou resina composta) (M)

Espécimes representativos dos tipos de fratura encontrados foram cobertos com uma camada de ouro-paládio no metalizador (Bal-Tec SCD050 Sputter Coater, São Paulo, Brasil) e observados em Microscópio Eletrônico de Varredura (Jeol, JSM 5600LV – Scanning Electron Microscope, Japão) no modo elétrons secundários, com aceleração 15kV.

5 RESULTADOS

5.1. Teste de Microdureza Knoop

Os dados originais de dureza Knoop (KHN) foram submetidos à análise de variância (ANOVA 3-way), onde foram considerados os fatores Material (tipo de cimento), Condição (convencional, raiz fragilizada e pino reembasado) e Região (cervical, média e apical). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). Pode-se verificar que, independente da condição de cimentação (convencional, raiz fragilizada e pino reembasado), não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre as três regiões do conduto para os dois materiais (Tabela 1).

Tabela 1 – Médias de dureza Knoop (KHN) para os dois cimentos resinosos, nas três regiões da raiz, independente da condição de cimentação.

Região	RelyX ARC	C&B Cement
Cervical	19,53 ^a (5,62)	23,43 ^a (3,19)
Média	19,05 ^a (4,59)	22,80 ^a (3,18)
Apical	18,18 ^a (4,79)	22,52 ^a (3,95)

Letras minúsculas comparam em coluna. Letras diferentes indicam a ocorrência de diferença estatisticamente significativa pelo teste de Tukey (5%). Desvio-padrão entre parênteses.

A Tabela 2 mostra a comparação dos dois cimentos resinosos em função da condição de cimentação dos pinos (convencional, raiz fragilizada e pino reembasado). Pode-se observar que a dureza do cimento C&B Cement foi estatisticamente superior a do cimento RelyX ARC nas três condições avaliadas ($p < 0,05$). Por outro lado, não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre as condições avaliadas, para nenhum dos cimentos.

Tabela 2 – Médias de dureza Knoop (KHN) dos cimentos segundo a condição de cimentação, independente da região da raiz.

Condição	RelyX ARC	C&B Cement
Convencional	18,43 ^{ab} (4,86)	22,07 ^{aA} (3,34)
Raiz Fragilizada	20,06 ^{ab} (3,62)	24,13 ^{aA} (2,71)
Pino Reembasado	18,27 ^{ab} (6,15)	22,53 ^{aA} (3,93)

Letras minúsculas comparam em coluna e maiúsculas em linha. Letras diferentes indicam a ocorrência de diferença estatisticamente significativa pelo teste de Tukey (5%). Desvio-padrão entre parênteses.

5.2. Ensaio de resistência da união (*push-out*)

Os dados originais de resistência da união (MPa), por meio do teste *push-out*, foram submetidos à análise de variância (ANOVA 3-way), onde foram considerados os fatores Material (tipo de cimento), Condição (convencional, raiz fragilizada e pino reembasado) e Região (cervical, média e apical). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

Independentemente da condição de cimentação do pino, pode-se observar (Tabela 3) para o cimento RelyX ARC, que os resultados de resistência da união obtidos na região cervical foram superiores estatisticamente ($p < 0,05$) aos obtidos nas regiões média e apical, as quais não diferiram entre si ($p > 0,05$). Para o cimento C&B Cement, a região cervical mostrou a maior média de resistência da união e diferiu apenas da região apical ($p < 0,05$). A região média obteve média intermediária e não diferiu das demais ($p > 0,05$).

Tabela 3 – Resistência da união (*push-out*) para os cimentos nas três regiões do conduto radicular, independente da condição de cimentação do pino (MPa).

Região	RelyX ARC	C&B Cement
Cervical	9,45 ^a (2,18)	11,76 ^a (1,49)
Média	4,21 ^b (1,09)	9,47 ^{ab} (1,38)
Apical	2,67 ^b (0,45)	7,85 ^b (1,21)

Letras minúsculas comparam em coluna. Letras diferentes indicam a ocorrência de diferença estatisticamente significativa pelo teste de Tukey (5%). Desvio-padrão entre parênteses.

Em relação às condições de cimentação, pode ser observado na Tabela 4 para o cimento RelyX ARC, que o grupo do pino reembasado mostrou média de resistência da união estatisticamente superior e diferiu ($p < 0,05$) dos grupos convencional e raiz fragilizada. Para o cimento C&B Cement o grupo do pino reembasado e da raiz fragilizada foram melhores ($p < 0,05$) que o grupo convencional e não diferiram entre si ($p > 0,05$).

A resistência da união alcançada com o cimento C&B Cement foi superior estatisticamente ($p < 0,05$) a do cimento RelyX ARC nas condições convencional e da raiz fragilizada. Na condição onde o pino foi reembasado, o cimento C&B Cement não diferiu do cimento RelyX ARC ($p > 0,05$).

Tabela 4 – Resistência da união (*push-out*) para os cimentos segundo a condição de cimentação (MPa), independente da região da raiz.

Condição	RelyX ARC	C&B Cement
Convencional	3,88 ^{bB} (0,94)	5,80 ^{bA} (0,83)
Raiz Fragilizada	2,56 ^{bB} (0,65)	11,02 ^{aA} (1,01)
Pino Reembasado	9,88 ^{aA} (2,15)	12,30 ^{aA} (1,71)

Letras minúsculas comparam em coluna e maiúsculas em linha. Letras diferentes indicam a ocorrência de diferença estatisticamente significativa pelo teste de Tukey (5%). Desvio-padrão entre parênteses.

5.3. Avaliação do padrão de fratura

Após observação em lupa estereoscópica do padrão de fratura dos corpos-de-prova, foi verificada predominância de falhas adesivas na interface entre o cimento resinoso e a dentina, seguido por falhas mistas (adesiva na interface cimento-dentina e coesiva no cimento) e um menor número de falhas adesivas entre o cimento e o pino. Os dados podem ser visualizados na Figura 9 e as imagens em MEV dos tipos de falhas ocorridos para cada material podem ser observadas nas Figuras 10 e 11.

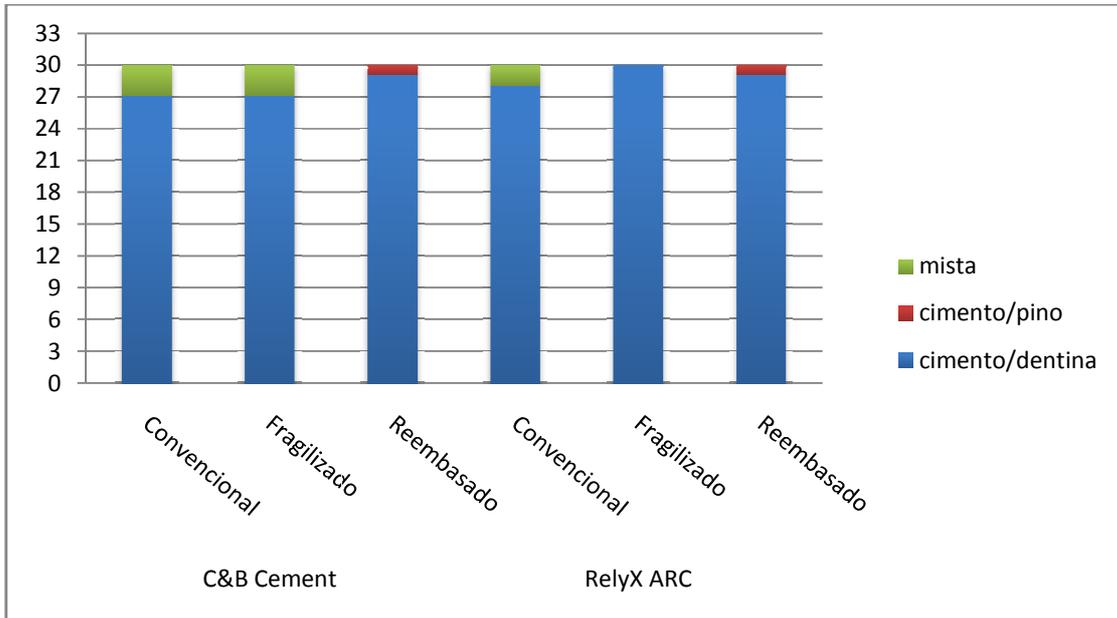


Figura 9- Distribuição gráfica do padrão de fratura para os grupos avaliados. Pode-se observar predominância de falhas adesiva na interface entre o cimento resinoso e a dentina, em todos os grupos.

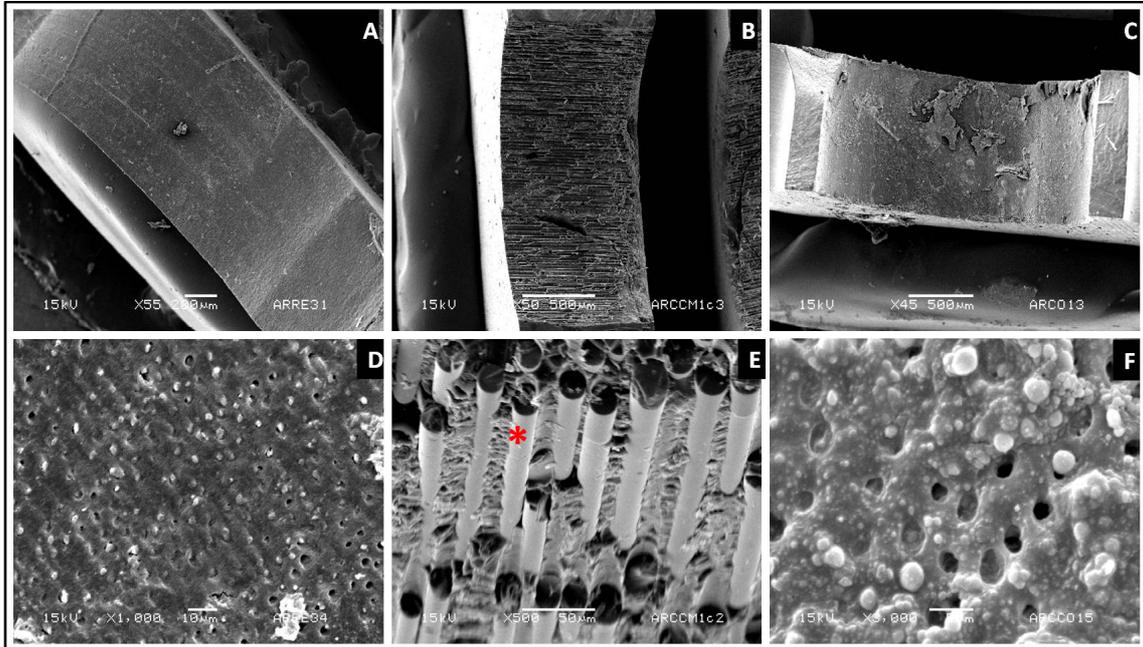


Figura 10 – Imagens em MEV do padrão de fratura nos grupos cimentados com Scotchbond Multi-Use Plus e RelyX ARC. Imagem (A e D) fratura na interface entre o cimento e a dentina, imagem (B e E) fratura entre o cimento e o pino, em E observar (*) a exposição das fibras de quartzo nas imagens (C e F) fratura mista adesiva entre cimento e dentina e coesiva no cimento.

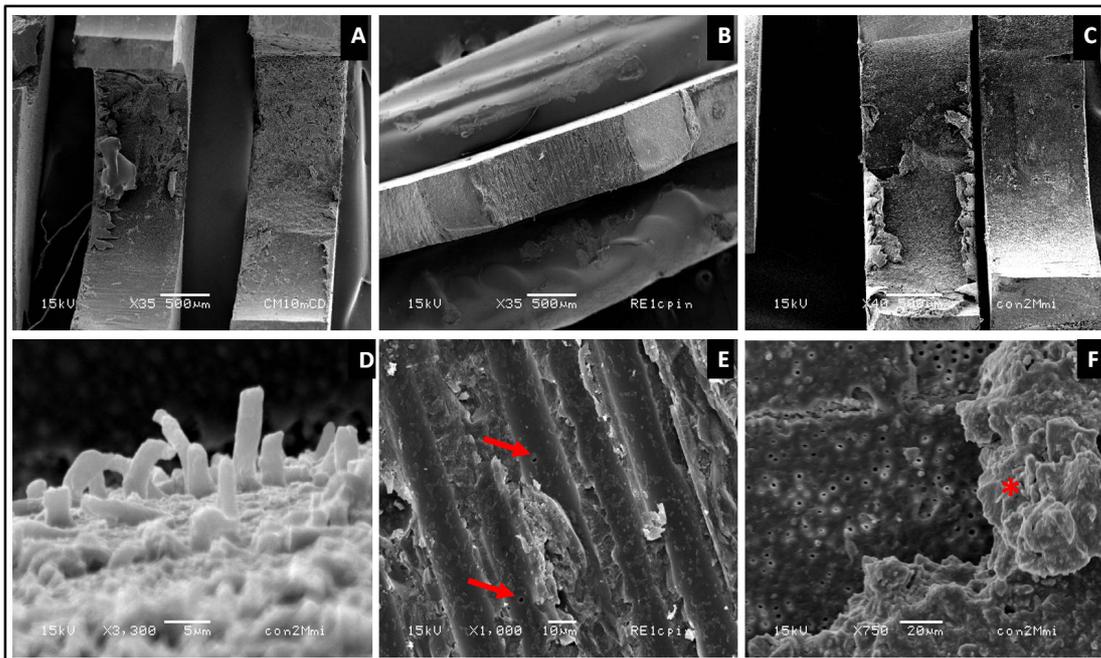


Figura 11 – Imagens em MEV do padrão de fratura nos grupos cimentados com All Bond 3 e C&B Cement. Imagem (A e D) fratura na interface entre o cimento e a dentina, imagem (B e E) fratura na interface entre o cimento e o pino, presença de bolhas (seta) e imagem (C e F) fratura mista na interface entre cimento e dentina e (*) coesiva no cimento.

A interface da união entre o pino intra-radicular/sistema adesivo/cimento resinoso pode ser visualizada na Figura 12. Pode-se observar essa interface adesiva em aumento de 1000 vezes, para os dois cimentos resinosos, com o respectivo sistema adesivo. É possível observar maior porosidade na camada de adesivo Scotchbond Multi-Use Plus em comparação à camada de adesivo All Bond 3.

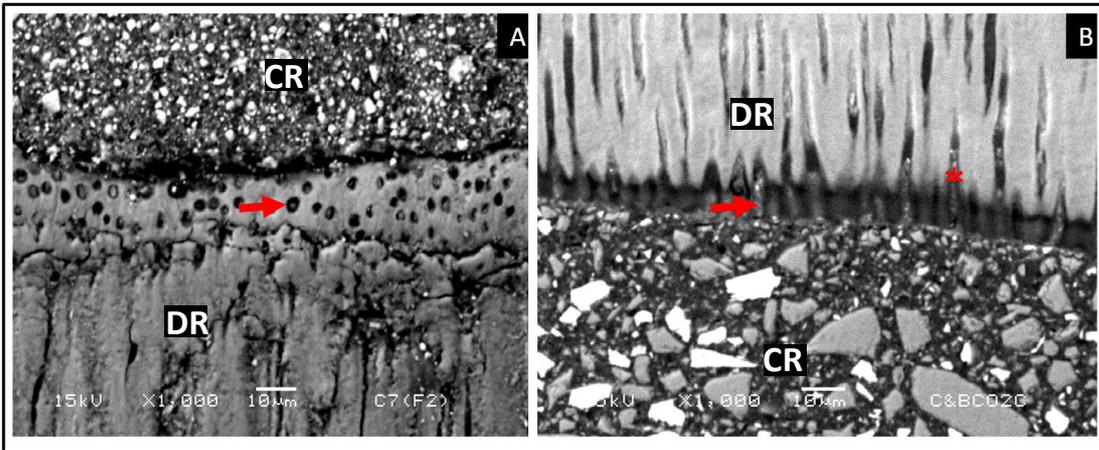


Figura 12- Fotomicrografia em MEV da interface de união cimento resinoso (CR) e dentina radicular (DR). Na imagem A, a interface de união quando o sistema adesivo Scotchbond Multi-Use Plus foi usado com o cimento resinoso RelyX ARC. Pode-se notar a presença de porosidades (seta) na camada de adesivo logo abaixo da camada de cimento resinoso. Na imagem B, o sistema adesivo All Bond 3 usado em conjunto com o cimento resinoso C&B Cement. Pode-se notar a presença de prolongamentos de resina adesiva no interior dos túbulos dentinários (*), bem como, a menor espessura da camada de adesivo em comparação ao sistema adesivo Scotchbond Multi-Use Plus (seta).

6 DISCUSSÃO

Como a principal causa de falha nos pinos de fibra fixados com cimentos resinosos é a falha na união com a dentina radicular (Ferrari *et al.*, 2000c), os objetivos neste trabalho foram avaliar a dureza do cimento resinoso e a resistência adesiva de pinos de fibra de vidro fixados em raízes de dentes bovinos, de acordo com a região da raiz, o tipo de cimento empregado e a técnica de cimentação usada em função da condição clínica do conduto radicular.

Os resultados apontaram maiores valores de microdureza Knoop para o cimento resinoso de presa química C&B Cement, em comparação ao cimento de presa *dual* RelyX ARC, para as três condições de cimentação (Tabela 2). Um dos fatores capazes de influenciar nas propriedades, como a dureza do compósito de resina, é a quantidade e tipo de partículas de carga presente no material (Chung e Greener, em 1990). Entretanto, cimentos de presa *dual*, quando ativados apenas quimicamente, não conseguem alcançar as mesmas propriedades mecânicas que quando ativado física e quimicamente (Fonseca *et al.*, 2005), sendo que uma polimerização eficiente depende da composição do material (Pedreira *et al.*, 2009). No caso do cimento de presa química, não ocorre esta variação, pois a polimerização se dá somente pela interação entre o peróxido de benzoíla e a amina terciária. Os menores valores de dureza para o cimento de presa *dual* podem estar relacionados à redução da intensidade de luz nas áreas mais profundas do conduto radicular para fotoativação (Yoldas e Alacam, 2005), mesmo utilizando-se um pino transmissor de luz, o que está de acordo com Kim *et al.*, 2009 e Radovic *et al.*, 2009. Embora nas regiões mais profundas do conduto tenha-se menor intensidade de luz, a grande quantidade de fotoiniciadores presentes no cimento de presa *dual* (Arrais *et al.*, 2009), pode ter permitido que este material tivesse desempenho similar nas três regiões avaliadas (Tabela 1).

Não foi encontrada diferença nos valores de dureza considerando as condições de cimentação convencional, raiz fragilizada e pino reembasado, para ambos os cimentos (Tabela 2). No caso da cimentação do pino de fibra no grupo da raiz fragilizada, houve a formação de maior espessura da camada de cimento resinoso, principalmente na região cervical do conduto. No caso do cimento de presa dual RelyX ARC, como a leitura da microdureza não foi realizada na superfície que ficou diretamente em contato com a luz (foi realizada na face voltada para a apical da raiz, estando com 1mm de profundidade), esta também precisou se difundir através do pino para alcançar a camada de cimento onde foi feita a leitura de dureza. Assim, os valores não diferiram do grupo convencional, onde a camada de cimento era menos espessa. De acordo com Roberts *et al.*, 2004 e Ceballos *et al.*, 2007, quando se utilizam pinos transmissores de luz, a fotoativação só ocorre efetivamente nas regiões em contato direto com o pino ou muito próximas a ele, o que não acontece com toda a camada de cimento, quando esta é espessa. Já no grupo reembasado, os valores de dureza não diferiram dos outros grupos. O diâmetro do conduto na região cervical foi o mesmo que para o grupo com raiz fragilizada; por isso, esperava-se maior dificuldade para a luz atingir a camada de cimento. No entanto, o reembasamento do pino de fibra foi realizado com uma resina composta nanoparticulada translúcida. O comprimento de onda para ativação do fotoiniciador é superior ao tamanho das partículas de carga desta resina, assim a luz consegue atravessar com menor interferência a resina composta de nanopartículas em comparação a uma resina com partículas de carga maiores (dos Santos *et al.*, 2008). Assim, por mais que ocorra uma redução da intensidade da luz, esta é menor quando comparada a redução que ocorre na difusão da luz em uma camada espessa de cimento. Para o cimento de presa química, não foi observada variação nos valores de dureza, seja levando em consideração a profundidade em que foi avaliada ou à técnica de cimentação (Ceballos *et al.*, 2007). Isso se deveu provavelmente pela maior homogeneidade da polimerização da massa de cimento, já que esse material independe da luz para ativar a reação de polimerização.

No ensaio de resistência ao cisalhamento por extrusão (*push-out*), foi observada, estatisticamente, maior resistência da união para os grupos cimentados com o cimento resinoso C&B Cement, em relação ao cimento RelyX ARC, para as condições de raiz fragilizada e na técnica convencional (Tabela 4). O pior desempenho do cimento de presa *dual* pode estar relacionado à menor efetividade de polimerização deste material nas regiões mais profundas do conduto (Zhang *et al.*, 2008). Como no teste *push-out*, a retenção se dá em grande parte a retenção friccional (Goracci *et al.*, 2005a), pode-se inferir que, neste caso, as propriedades mecânicas do material usado para cimentação tem um papel importante na resistência adesiva. Como foi observada menor dureza do cimento de presa dual em relação ao de presa exclusivamente química, esse fato poderia ter contribuído para os menores valores de resistência de união para o cimento de presa dual. As diferentes técnicas entre os materiais de cimentação podem também ter exercido influência nos resultados. Ao analisar a interface da união entre o pino e a dentina radicular em MEV foi observada diferença na camada de adesivo entre os dois sistemas adesivos. Um aspecto poroso foi verificado para o sistema adesivo Scotchbond Multi-Use Plus, em comparação ao sistema adesivo All Bond 3. Na composição deste material, está presente copolímero do ácido polialcenoico, que possui cadeia linear com múltiplos ácidos carboxílicos pendentes, que tendem a aprisionar água no adesivo (Sauro *et al.*, 2008). A presença de água predispõe a formação de uma camada de adesivo rica em HEMA e pobre em Bis-GMA (Sauro *et al.*, 2008). A aplicação do sistema adesivo Scotchbond Multi-Use Plus é realizada em três passos: primeiramente, é aplicado o ativador, seguido do *primer* e por último o catalisador, sendo possível a incorporação de bolhas entre cada material aplicado, ou ainda, na dificuldade de volatilização do solvente do *primer* (Figura 12 A). No caso do sistema adesivo All Bond 3, os *primers* A e B são misturados, homogeneizados e aplicados em um único passo à dentina. Estes fatores decorrentes da técnica de aplicação dos sistemas adesivos (Ferrari *et al.*, 2002) podem ter colaborado também na

diferença entre a resistência da união para os dois materiais avaliados (Carvalho *et al.*, 2009).

Ainda considerando a técnica de cimentação dos pinos, foi observada maior resistência da união para o grupo onde os pinos foram reembasados, em relação aos grupos de raiz fragilizada e convencional, para o cimento RelyX ARC (Tabela 4). Ao cimentar o pino sem realizar o reembasamento, a espessura de cimento resinoso é maior nas regiões cervical e média em relação a região apical (Grandini *et al.*, 2005). Após o reembasamento do pino com resina composta, é possível obter melhor adaptação do pino ao conduto, com uma camada de cimento menor, uniforme em todo o comprimento do conduto e menos susceptível às imperfeições (Grandini *et al.*, 2005; Faria e Silva *et al.*, 2009; Schmage *et al.*, 2009; Teixeira *et al.*, 2009; Macedo *et al.*, 2010). Ao observar o padrão de fratura do grupo “RelyX ARC Fragilizado”, todas as falhas aconteceram na interface adesiva entre o cimento e a dentina. É possível que o maior volume de cimento submetido a uma velocidade de ativação da reação de polimerização maior, devido à fotoativação (Takubo *et al.*, 2010), comparado ao cimento de presa química, tenha gerado tensões superiores à resistência adesiva com a dentina radicular, o que pode ter resultado na formação de fendas na interface de união (Pirani *et al.*, 2005; Teixeira *et al.*, 2008). O grupo onde o pino foi reembasado também obteve maior resistência adesiva que o grupo convencional quando a cimentação foi realizada com o cimento C&B Cement; entretanto, no grupo onde a raiz estava fragilizada, o C&B Cement não apresentou diferença em relação grupo de pino reembasado. Este resultado pode estar mais relacionado às variabilidades as quais a técnica de cimentação adesiva está susceptível que propriamente à adaptação do pino ao conduto radicular. Existe maior dificuldade em se obter hibridização satisfatória da dentina radicular nas regiões mais próximas do ápice, mesmo após condicionamento com ácido fosfórico, apresentando também, menor superfície disponível para a união em comparação à porção cervical (Ferrari *et al.*, 2000a; Malyk *et al.*, 2010). Além da morfologia da dentina, outro fator que dificulta a

adesão, principalmente na região mais próxima do ápice radicular, é o controle da quantidade de umidade nesta região (Bouillaguet *et al.*, 2003; Akgungor e Akkayan, 2006), o efetivo condicionamento ácido e remoção de materiais remanescentes do tratamento endodôntico (Serafino *et al.*, 2004).

A literatura mostra que a resistência da união nas regiões média e apical do conduto tem resultados inferiores, (Bouillaguet *et al.*, 2003; Perdigão *et al.*, 2004; Kalkan *et al.*, 2006; Zhang *et al.*, 2008) haja vista que a intensidade de luz disponível para a fotoativação do sistema adesivo e do cimento resinoso foto ou dual nessas regiões é menor que na região cervical (Roberts *et al.*, 2004; Faria e Silva *et al.*, 2007a). Os resultados de resistência da união podem estar relacionados à efetividade da polimerização do sistema adesivo e do cimento resinoso (Aksornmuang *et al.*, 2006b; 2007; Zhang *et al.*, 2008; Radovic *et al.*, 2009), pois a polimerização não efetiva resulta em um material com propriedades mecânicas inferiores (Fonseca *et al.*, 2005; Aksornmuang *et al.*, 2007; Radovic *et al.*, 2009), comprometendo a restauração. No entanto, Aksornmuang *et al.* (2007) não encontraram relação entre a dureza do cimento resinoso usado na fixação dos pinos e a resistência adesiva, talvez porque eles utilizaram o teste de microtração, ao invés do *push-out*, o qual é mais dependente das propriedades mecânicas do material para se obter a retenção friccional do pino (Goracci *et al.*, 2005a).

Ao comparar as regiões cervical, média e apical do conduto, foi observada maior resistência da união na região cervical para os grupos cimentados com o material RelyX ARC, em relação às regiões média e apical. Nos grupos cimentados com o material de presa química C&B Cement, esta diferença estatística significativa esteve presente somente entre as regiões cervical e apical (Tabela 3). A superioridade da resistência da união na região cervical já vem sendo observada (Malmann *et al.*, 2007) pela maioria dos trabalhos que avaliaram a resistência adesiva regional de pinos de fibra cimentados com cimento resinoso adesivo, exceto o que foi encontrado por Gaston *et al.*, 2001. Na região cervical, é possível maior controle da técnica, que envolve condicionamento ácido, lavagem,

secagem do substrato, aplicação do sistema adesivo (Bouillaguet *et al.*, 2003; Serafino *et al.*, 2004; Malyk *et al.*, 2010) e, para os materiais de dupla ativação, maior facilidade para realizar a fotoativação. Uma alternativa para diminuir a sensibilidade da técnica adesiva nesta região seria o uso de sistemas adesivos auto-condicionantes (Aksornmuang *et al.*, 2006a), mas estes materiais normalmente não são eficazes para atravessar a espessa *smear layer* que se forma após o preparo do conduto para a cimentação do pino (Bitter *et al.*, 2004; Goracci *et al.*, 2005b), resultando assim na formação de uma camada híbrida descontínua (Boschian Pest *et al.*, 2002). Além de fatores relacionados à técnica de cimentação, foi observada que a morfologia da dentina na região cervical é mais favorável à união, quando comparada, principalmente, à região apical (Ferrari *et al.*, 2000a). Além da menor densidade de túbulos dentinários na região apical para a formação de prolongamentos de resina (Malyk *et al.*, 2010), a *smear layer* formada é mais compactada, sendo mais difícil sua remoção (Serafino *et al.*, 2004; Goracci *et al.*, 2005a). Mesmo empregando pinos de fibra translúcidos, em regiões mais profundas do conduto, a passagem da luz para a fotoativação do cimento ou do adesivo é mais difícil (Roberts *et al.*, 2004; Giachetti *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 2009); assim a polimerização se dá na maior parte pela ativação química. No caso de cimentos de presa *dual* a polimerização não ocorre de maneira eficaz (Faria e Silva *et al.*, 2007a), resultando em um material com propriedades inferiores (Fonseca *et al.*, 2005; Radovic *et al.*, 2009).

A evolução dos materiais resinosos possibilitou o desenvolvimento de uma técnica de cimentação de pinos de fibra, capaz de melhorar a adaptação do pino ao conduto radicular, em raízes fragilizadas ou com formato ovóide, sem a necessidade de desgaste da estrutura dentária remanescente. O pino reembasado com resina composta, também conhecido como pino anatômico, demonstrou bom desempenho, ao se considerar a resistência da união ao conduto radicular. O reembasamento do pino com uma camada de resina composta translúcida não prejudicou a microdureza do cimento resinoso *dual*, tendo, na realidade,

possibilitado valores melhores quando comparado à cimentação do pino com uma camada excessiva de cimento. Também pôde ser observado o bom desempenho do cimento de presa exclusivamente química, na resistência adesiva e na homogeneidade dos valores de microdureza, na cimentação de pinos de fibra ao conduto radicular. Com isso, pode-se inferir que a cimentação com um cimento de presa exclusivamente química seria mais segura do que a presa de um cimento de presa *dual*, principalmente nas regiões mais profundas do conduto radicular.

7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados, pode-se concluir que:

- O reembasamento dos pinos de fibra translúcidos com resina composta melhorou a resistência da união ao conduto radicular.
- A resistência da união na região cervical sempre foi superior em relação à região apical.
- Os grupos onde o pino foi cimentado com o cimento de presa exclusivamente química, apresentaram desempenho igual ou superior aos que utilizaram o cimento de presa dupla.
- Os grupos onde foi utilizado o cimento de presa exclusivamente química, apresentaram microdureza igual ou superior em relação ao cimento de presa dupla.
- A microdureza Knoop do cimento de presa *dual* não foi influenciada pela profundidade em relação à aplicação de luz pelo aparelho fotoativador.

REFERÊNCIAS

Akgungor G, Akkayan B. Influence of dentin bonding agents and polymerization modes on the bond strength between translucent fiber posts and three dentin regions within a post space. *J Prosthet Dent* 2006; 95(5): 368-78.

Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Regional bond strength of a dual-cure resin core material to translucent quartz fiber post. *Am J Dent* 2006a; 19(1): 51-5.

Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Effect of prolonged photo-irradiation time of three self-etch systems on the bonding to root canal dentine. *J Dent* 2006b; 34(6): 389-97.

Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Mechanical properties and bond strength of dual-cure resin composites to root canal dentin. *Dent Mater* 2007; 23(2): 226-34.

Arrais C, Giannini M, Rueggeberg FA. Kinetic analysis of monomer conversion in auto- and dual-polymerizing modes of commercial resin luting cements. *J Prosthet Dent* 2009; 101: 128-36.

Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent* 1999; 27(4): 275-8.

Asmussen E, Peutzfeldt A, Sahafi A. Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *J Prosthet Dent* 2005; 94(4): 321-9.

Bachicha WS, DiFiore PM, Miller DA, Lautenschlager EP, Pashley DH. Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. *J Endod* 1998; 24(11): 703-8.

Bitter K, Paris S, Martus P, Schartner R, Kielbassa AM. A Confocal Laser Scanning Microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. *Int Endod J* 2004; 37(12): 840-8.

Bonfante G, Kaizer OB, Pegoraro LF, do Valle AL. Fracture strength of teeth with flared root canals restored with glass fibre posts. *Int Dent J* 2007; 57(3): 153-60.

Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater* 2002; 18(8): 596-602.

Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater* 2003; 19(3): 199-205.

Carvalho CA, Monticelli F, Cantoro A, Breschi L, Ferrari M. Push-out bond strength of fiber posts luted with unfilled resin cement. *J Adhes Dent* 2009; 11(1): 65-70.

Ceballos L, Garrido MA, Fuentes V, Rodriguez J. Mechanical characterization of resin cements used for luting fiber posts by nanoindentation. *Dent Mater* 2007; 23(1): 100-5.

Chung KH e Greener EH. Correlation between degree of conversion, filler concentration and mechanical properties of posterior composite resins. *J Oral Rehab* 1990; 17: 487-494.

Dallari A, Rovatti L, Dallari B, Mason PN, Suh BI. Translucent quartz-fiber post luted *in vivo* with self-curing composite cement: case report and microscopic examination at a two-year clinical follow-up. *J Adhes Dent* 2006; 8(3): 189-95.

dos Santos GB, Monte Alto RV, Sampaio Filho HR, da Silva EM, Fellows CE. Light transmission on dental resin composites. *Dent Mater* 2008; 24: 571–576.

Faria e Silva AL, Arias VG, Soares LE, Martin AA, Martins LR. Influence of fiber-post translucency on the degree of conversion of a dual-cured resin cement. *J Endod* 2007a; 33(3): 303-5.

Faria e Silva AL, Casselli DS, Ambrosano GM, Martins LR. Effect of the adhesive application mode and fiber post translucency on the push-out bond strength to dentin. *J Endod* 2007b; 33(9): 1078-81.

Faria e Silva AL, Pedrosa-Filho Cde F, Menezes Mde S, Silveira DM, Martins LR. Effect of relining on fiber post retention to root canal. *J Appl Oral Sci* 2009; 17(6): 600-4.

Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjor IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent* 2000a; 13(5): 255-60.

Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent* 2000b; 13(Spec No): 15B-18B.

Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent* 2000c; 13(Spec No): 9B-13B.

Ferrari M, Grandini S, Simonetti M, Monticelli F, Goracci C. Influence of a microbrush on bonding fiber post into root canals under clinical conditions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 94(5): 627-31.

Fonseca RG, Santos JG, Adabo GL. Influence of activation modes on diametral tensile strength of dual-curing resin cements. *Braz Oral Res* 2005; 19(4): 267-71.

Gaston BA, West LA, Liewehr FR, Fernandes C, Pashley DH. Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod* 2001; 27(5): 321-4.

Giachetti L, Grandini S, Calamai P, Fantini G, Scaminaci Russo D. Translucent fiber post cementation using light- and dual-curing adhesive techniques and a self-adhesive material: push-out test. *J Dent* 2009; 37(8): 638-42.

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* 2005a; 31(8): 608-12.

Goracci C, Sadek FT, Fabianelli A, Tay FR, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intra-radicular dentin. *Oper Dent* 2005b; 30(5): 627-35.

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; 7(3): 235-40.

Jongsma LA, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ Influence of surface pretreatment of fiber posts on cement delamination. Dent Mater 2010; 26(9): 901-7.

Kalkan M, Usumez A, Ozturk AN, Belli S, Eskitascioglu G. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post systems. J Prosthet Dent 2006; 96(1): 41-6.

Kim YK, Kim SK, Kim KH, Kwon TY. Degree of conversion of dual-cured resin cement light-cured through three fibre posts within human root canals: an ex vivo study. Int Endod J 2009; 42(8): 667-74.

Macedo VC, Faria e Silva AL, Martins LR. Effect of cement type, relining procedure, and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts. J Endod 2010; 36(9): 1543-6.

Mallmann A, Jacques LB, Valandro LF, Muench A. Microtensile bond strength of photoactivated and autopolymerized adhesive systems to root dentin using translucent and opaque fiber-reinforced composite posts. J Prosthet Dent 2007; 97(3): 165-72.

Malyk Y, Kaaden C, Hickel R, Ilie N Analysis of resin *tags* formation in root canal dentine: a cross sectional study. Int Endod J 2010; 43(1): 47-56.

Mannocci F, Ferrari M, Watson TF. Microleakage of endodontically treated teeth restored with fiber posts and composite cores after cyclic loading: a confocal microscopic study. J Prosthet Dent 2001; 85(3): 284-91.

Pedreira ANRV, Pegoraro LF, de Góes MF, Pegoraro TA, Carvalho RM. Microhardness of resin cements in the intraradicular environment: effects of water storage and softening treatment. Dent Mater 2009; 25: 868-876.

Perdigao J, Geraldeli S, Lee IK. Push-out bond strength of tooth-colored posts bonded with different adhesive systems. *Am J Dent* 2004; 17(6): 422-6.

Pirani C, Chersoni S, Foschi F, Piana G, Loushine RJ, Tay FR, *et al.* Does hybridization of intra-radicular dentin really improve fiber post retention in endodontically treated teeth? *J Endod* 2005; 31(12): 891-4.

Plotino G, Grande NM, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Flexural properties of endodontic posts and human root dentin. *Dent Mater* 2007; 23(9): 1129-35.

Radovic I, Corciolani G, Magni E, Krstanovic G, Pavlovic V, Vulicevic ZR, *et al.* Light transmission through fiber post: the effect on adhesion, elastic modulus and hardness of dual-cure resin cement. *Dent Mater* 2009; 25(7): 837-44.

Randow K, Glantz PO. On cantilever loading of vital and non-vital teeth. An experimental clinical study. *Acta Odontol Scand* 1986; 44(5): 271-7.

Roberts HW, Leonard DL, Vandewalle KS, Cohen ME, Charlton DG. The effect of a translucent post on resin composite depth of cure. *Dent Mater* 2004; 20(7): 617-22.

Salameh Z, Sorrentino R, Papacchini F, Ounsi HF, Tashkandi E, Goracci C, *et al.* Fracture resistance and failure patterns of endodontically treated mandibular molars restored using resin composite with or without translucent glass fiber posts. *J Endod* 2006; 32(8): 752-5.

Santos AF, Meira JB, Tanaka CB, Xavier TA, Ballester RY, Lima RG, *et al.* Can fiber posts increase root stresses and reduce fracture? *J Dent Res* 2010; 89(6): 587-91.

Sauro S, Pashley DH, Mannocci F, Tay FR, Pilecki P, Sheriff M *et al.* Micropermeability of current self-etching and etch-and-rinse adhesives bonded to deep dentine: a comparison study using a double-staining/confocal microscopy technique. *Eur J Oral Sci* 2008; 116: 184-193.

Schmage P, Pfeiffer P, Pinto E, Platzer U, Nergiz I. Influence of oversized dowel space preparation on the bond strength of FRC posts. *Oper Dent* 2009; 34(1): 93-101.

Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004; 97(3): 381-7.

Takubo C, Yasuda G, Murayama R, Ogura Y, Tonegawa M, Kurokawa H, *et al.* Influence of power density and primer application on polymerization of dual-cured resin cements monitored by ultrasonic measurement. *Eur J Oral Sci* 2010; 118(4): 417-22.

Teixeira CS, Silva-Sousa YC, Sousa-Neto MD. Effects of light exposure time on composite resin hardness after root reinforcement using translucent fibre post. *J Dent* 2008; 36(7): 520-8.

Teixeira CS, Silva-Sousa YT, Sousa-Neto MD. Bond strength of fiber posts to weakened roots after resin restoration with different light-curing times. *J Endod* 2009; 35(7): 1034-9.

Vichi A, Grandini S, Ferrari M. Comparison between two clinical procedures for bonding fiber posts into a root canal: a microscopic investigation. *J Endod* 2002; 28(5): 355-60.

Yoldas O, Alacam T. Microhardness of composites in simulated root canals cured with light transmitting posts and glass-fiber reinforced composite posts. *J Endod* 2005; 31(2): 104-6.

Zhang L, Magni E, Radovic I, Wang YJ, Chen JH, Ferrari M. Effect of curing modes of dual-curing luting systems and root regions on retention of translucent fiber posts in root canals. *J Adhes Dent* 2008; 10(3): 219-26.