UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

ROSALYN CHIDIAK TAWIL

Avaliação longitudinal da resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina cimentados com quatro agentes cimentantes por meio do teste de push-out

BAURU
2008

ROSALYN CHIDIAK TAWIL

**Avaliação longitudinal da resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina
cimentados com quatro agentes cimentantes por meio de teste de push-out**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de
Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Reabilitação Oral

Orientador: Prof. Dr. Accácio Lins do Valle

BAURU
2008

Chidiak Tawil, Rosalyn

C434a Avaliação longitudinal da resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina cimentados com quatro agentes cimentantes por meio do teste de push-out/ Rosalyn Chidiak Tawil. – Bauru, 2008. 105p.: il. ; 31cm.

Dissertação.(Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Accácio Lins do Valle

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Comitê de ética da FOB – USP

Protocolo nº: 135/2007

Data: 21 de Novembro de 2007

Dedicatória

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho:

A Deus, por ter me guiado em todo momento para atingir meus objetivos e por ter colocado em meu caminho tantas pessoas dispostas a me ajudar incondicionalmente. Obrigada por se mostrar tão presente em todas elas.

A meus pais, **Mikhael e Edna**, que com seus conselhos, paciência e fortaleza me deram a oportunidade de construir e realizar cada um de meus sonhos. Obrigada por trilharem comigo esta vitória, por serem meus exemplos de caráter, coragem, determinação, companheirismo, fé e amor. Obrigada por tudo. Eu amo vocês!.

Agradecimentos

AGRADECIMENTOS

Perseverança, amor e dedicação têm sido as chaves principais que me têm permitido atingir cada uma de minhas metas e foram vocês que contribuíram para que hoje este sonho seja uma realidade. Por isso eu quero agradecer:

A **Deus**, luz que ilumina e guia cada um dos meus passos.

A meus pais, **Edna e Mikhael**, o tesouro mais valioso que o Deus me deu. Não tenho palavras para lhes expressar o muito que os amo. Eu devo a vocês tudo o que eu sou.

A meu esposo, **Jimmy**, que sempre acreditou na minha capacidade e me deu a oportunidade de continuar adiante na minha formação pessoal e profissional. Obrigada pela paciência que sempre demonstrou nos momentos de intensas dificuldades na execução deste trabalho.

A meus Irmãos, **Soley, Karina e Mikhael Karim**, por sempre estarem presentes em cada etapa da minha vida, brindando seu carinho e compreensão.

Aos meus **avós, tios e primos**, fonte de amor e carinho. Obrigada pelo apoio incondicional.

A **Talgina e Luiz Carlos Silvestre**, pelo carinho e amizade que recebi, e com os quais pude transformar minha estadia em Bauru em inúmeros e inesquecíveis momentos agradáveis. Obrigada por terem sido minha família.

A **Juliana**, ao **Vimerio**, a **Vitoria**, ao **Matteus**, ao **Junior**, a **Andrieli**, ao **Rodrigo**, a **Fumiko** e a **Eloisa**, que me acompanharam nas minhas conquistas e dificuldades me apoiando de forma incondicional.

Ao meu orientador, **Professor Dr. Accácio Lins do Valle**, por ter-me guiado e por ter confiado na minha capacidade. Obrigada por tudo!

Ao **Thiago Pegoraro**, pelo apoio e incentivo demonstrados em todos os momentos da minha vida profissional, principalmente pela amizade com que me brindou.

A **Lourdes**, ao **Oswaldo**, ao **Emilio** e ao **Ronald**, pela amizade e carinho que transformaram esta batalha em inúmeros e inesquecíveis momentos agradáveis. Que o tempo e a distância não separe o laço de amizade que nos uniram ao longo do curso de pós-graduação.

Aos **colegas do mestrado e doutorado**, pela amizade valiosa nos momentos difíceis e pelos conhecimentos transmitidos sem interesse, mas responsáveis pelo meu crescimento profissional.

À **Universidade de São Paulo, à Faculdade de Odontologia de Bauru e aos Professores do Departamento de Prótese**, exemplo de excelência, vocês são o pilar fundamental da minha formação acadêmica e profissional. Obrigada por compartilhar todos seus conhecimentos e sabedoria.

À **Universidade dos Andes**, por ter sido o alicerce firme da minha educação profissional.

Aos **funcionários da FOB, da biblioteca e do CIP**, por terem me recebido com um sorriso especial, de braços abertos e sempre prontos a ajudar.

Ao **Marcelo M. Ribeiro Lopes** e a **Marcia Sirlene Graef**, pela ajuda prestada na execução da parte experimental do meu trabalho.

Ao **Professor José R. Pereira Lauris**, pela ajuda na estatística e paciência com que sempre me atendeu.

A **todas aquelas pessoas**, que de uma ou de outra maneira têm contribuído para o desenvolvimento deste trabalho.

Obrigada a todos!!!

Resumo e Abstract

RESUMO

Avaliou-se a resistência de união do pino de fibra de vidro à dentina cimentado com quatro agentes cimentantes, por meio do teste push-out realizado após 24 horas e seis meses de armazenagem. Foram selecionados 80 dentes humanos uniradiculares, tratados endodonticamente e divididos aleatoriamente em quatro grupos (n=20), variando-se o tipo de cimento utilizado: grupo I: cimento de ionômero de vidro reforçado com resina (Fuji PlusTM, GC Corp., Tokyo, Japan); grupo II: cimento resinoso usando sistema adesivo convencional de 3 passos de aplicação (RelyX ARC + Scotchbond Multi-purpose, 3M ESPE, St Paul, MN, USA); grupo III: cimento resinoso usando sistema adesivo autocondicionante de 1 passo de aplicação (PanaviaTM F, Kuraray, Osaka, Japan); e grupo IV: cimento resinoso auto-adesivo (BisCemTM, Bisco Inc., Schaumburg, IL). Cada grupo foi subdividido em dois subgrupos (N=10) variando-se o tempo de armazenagem (24 horas e seis meses). O teste de push-out foi realizado com uma velocidade de 1,0 mm/min, e os resultados expressos em Mega Pascal (MPa). Após o teste de push-out, todos os espécimes foram observados em microscópio óptico de fluorescência (40x) e analisado o tipo de falha apresentado entre o complexo pino/cimento/dentina radicular. Os valores médios de resistência (MPa) foram submetidos ao teste ANOVA a dois critérios e de Tukey ($p < 0,005$). A análise estatística mostrou: 1) Diferenças significativas na resistência de união entre os cimentos utilizados, sendo que a média total do cimento resinoso RelyXTM ARC + ScotchbondTM MultipurposeTM foi superior aos dos outros cimentos após 24 horas; 2) A resistência de união dos cimentos resinosos RelyXTM ARC + ScotchbondTM MultipurposeTM e PanaviaTM F foram superiores aos outros cimentos quando testados após seis meses de armazenagem e não houve diferença significativa entre eles; 3) Após seis meses de armazenagem, observou-se um aumento na resistência de união de todos os cimentos; 4) Na análise por terços, foi observado que tanto após 24 horas quanto após seis meses, o terço cervical teve uma maior resistência de união do que o terço médio e apical; 5) Foram observadas predominantemente falhas mistas, apresentado-se na maioria dos casos a combinação de falha adesiva na interface pino/cimento e na interface cimento/dentina para todos os grupos. Concluiu-se que a resistência de união aumentou após seis meses de armazenagem graças possivelmente à expansão higroscópica e aumento da retenção friccional.

Palavras-chave: Adesivos dentinários. Cimentos de resina. Técnica para retentor intrarradicular. Teste de materiais.

ABSTRACT

The bond strength of a glass fiber post luted to dentin with four luting agents was evaluated using the push-out test, after 24-hours and six months of storage. Eighty human single-rooted teeth were selected, endodontically treated and randomly divided into four groups (n=20), modifying the luting agent used: group I: resin modified glass-ionomer (Fuji PlusTM, GC Corp., Tokyo, Japan); group II: resin cement using total-etch, three step adhesive system (RelyX ARC + Scotchbond Multi-purpose, 3M ESPE, St Paul, MN, USA); group III: resin cement using self-etch "one" step adhesive system (PanaviaTM F, Kuraray, Osaka, Japan); and group IV: self-adhesive resin cement (BisCemTM, Bisco Inc., Schaumburg, IL). Each group was, then, subdivided into two subgroups (n=10) modifying the storage period (24-hours and six months). The push-out test was performed with a cross-speed of 1,0 mm/min, and the results expressed in Mega Pascal (MPa). After the test, all specimen interfaces were examined with the aid of a fluorescence optic microscope (40x) to determine the type of failure at the complex post/cement/dentin. The mean values of the bond strength (MPa) were analyzed with the two-way ANOVA and Tukey test (p<0,005). The statistical analysis showed: 1) Significant difference in the bond strength between the luting agents, in which the mean total value of the resin cement RelyXTM ARC + ScotchbondTM MultipurposeTM was the highest after 24 hours; 2) The bond strength of the resin cement RelyXTM ARC + ScotchbondTM MultipurposeTM and PanaviaTM F were higher than the others luting agents when evaluated after six months, and there was no significant difference among both of them; 3) An increase in the bond strength of all luting agents after six months of storage in distilled water; 4) That the cervical third had a higher bond strength compared to the middle and apical thirds for all materials, during third analysis after 24-hours and six months of storage; 5) Predominantly, it was observed mixed failures, in the majority of the cases, with a combination of adhesive failure in the post/luting agent interface and in the luting agent/radicular dentin interface. Therefore, can be concluded that the bond strength of a glass fiber post luted to dentin with different luting agents can increase after six months of storage, possibly contributed by hygroscopic expansion and the increase of the frictional retention.

Key words: Dentin-bonding agents. Resin Cement. Post and core technique. Materials testing.

listas

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1	Canino superior utilizado na pesquisa.....	56
Figura 2	Máquina de corte Isomet 100.....	56
Figura 3	Corte do espécime no nível da união cimento-esmalte.....	56
Figura 4	Fixação do espécime na base metálica da máquina de corte Isomet 100.....	61
Figura 5	Cortes transversais do espécime obtendo corpos de prova de 1 mm.....	61
Figura 6	Corpos de prova obtidas do espécime de cervical para apical.....	61
Figura 7	Corpo de prova posicionado sobre o dispositivo metálico da máquina de ensaio universal (EMIC).....	63
Figura 8	Corpo de prova após aplicação do teste de push-out.....	63
Figura 9	Medidas do diâmetro e altura do pino de fibra de vidro realizadas com o paquímetro eletrônico digital Starret 727-Z.....	63
Figura 10	Falha mista.....	86
Figura 11	Falha mista.....	86
Figura 12	Falha adesiva entre o cimento e a dentina.....	86
Figura 13	Falha adesiva entre o cimento e o pino de fibra de vidro.....	87
Figura 14	Falha coesiva do pino de fibra de vidro.....	87

GRÁFICOS

Gráfico 1	Resistência de união (em MPa) dos cimentos testados após 24 horas e seis meses.....	68
Gráfico 2	Resistência de união (em MPa) dos espécimes testados após 24 horas, avaliada por terços.....	70
Gráfico 3	Resistência de união (em MPa) dos espécimes testados após seis meses, avaliada por terços.....	70
Gráfico 4	Porcentagem do tipo de falhas apresentada nos espécimes testados.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição química dos cimentos e sistemas adesivos utilizados.....	58
Tabela 2	Cimentos utilizados e resumo do procedimento de cimentação.....	59
Tabela 3	Médias e desvio-padrão da resistência de união (em MPa) dos cimentos testados após 24 horas e 6 meses.....	67
Tabela 4	Análise da variância a dois critérios para o tipo de cimento utilizado e tempo de armazenagem.....	67
Tabela 5	Resistencia de união (em MPa) dos cimentos testados após 24 horas e seis meses. Significância ($p < 0,05$) aplicada para cada tipo de cimento utilizado em função do tempo de armazenagem.....	68
Tabela 6	Teste de Tukey para comparação entre cimentos testados após 24 horas.....	69
Tabela 7	Teste de Tukey para comparação entre cimentos testados após seis meses.....	69
Tabela 8	Médias e desvio-padrão da resistência de união (em MPa) dos espécimes avaliados por terços para cada grupo de cimentos utilizados.....	69
Tabela 9	Análise de variância a dois critérios para o tipo de cimento utilizado e os terços da raiz testados após 24 horas.....	71
Tabela 10	Análise de variância a dois critérios para o tipo de cimento utilizado e os terços da raiz testados após seis meses.....	71
Tabela 11	Teste de Tukey para comparação entre os terços da raiz para os diferentes cimentos testados após 24 horas e seis meses.....	71
Tabela 12	Distribuição dos tipos de falha após o teste de push-out após 24 horas e aos seis meses.....	72
Tabela 13	Distribuição total, em porcentagem, dos tipos de falha.....	73

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	25
2.1	CONSIDERAÇÕES MECÂNICAS SOBRE A RECONSTRUÇÃO DE DENTES DESVITALIZADOS.....	25
2.2	INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS ADESIVOS E CIMENTOS RESINOSOS UTILIZADOS NA CIMENTAÇÃO DOS PINOS ESTÉTICOS.....	28
2.3	CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO.....	43
2.4	TESTES UTILIZADOS PARA A DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA ADESIVA.....	46
3	PROPOSIÇÃO.....	51
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	55
5	RESULTADOS.....	67
6	DISCUSSÃO.....	77
7	CONCLUSÕES.....	91
	REFERÊNCIAS.....	95
	ANEXOS.....	103

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, para a restauração de dentes tratados endodonticamente, têm-se procurado o uso de materiais com módulo de elasticidade similar à dentina (18,6 GPa). Os pinos de fibra de vidro, cimentos resinosos e algumas resinas compostas têm essas características. Esses materiais são fáceis de serem usados e têm a vantagem de reduzir o risco de fratura (BOSCHIAN et al., 2002; PURTON; CHANDLER; QUALTROUGH, 2003; MORGANO; RODRIGUES; SABROSA, 2004; GIACHETTI et al., 2004; SADEK et al., 2006). Além disso, as propriedades de materiais reforçados com fibras são melhor conhecidas pela alta resistência de impacto, absorção de estresse e alta resistência à fadiga (BOSCHIAN et al., 2002; MORGANO; RODRIGUES; SABROSA, 2004). Em adição a isso, o uso de componentes não metálicos eliminam o risco da corrosão e hipersensibilidade apresentados pelos pinos metálicos (PURTON; CHANDLER; QUALTROUGH, 2003). Dessa forma, a eleição de materiais usados nas restaurações protéticas de dentes tratados endodonticamente tem evoluído do uso exclusivo de materiais rígidos (ouro, aço inoxidável) a materiais com características mecânicas similares à dentina (resinas compostas e pinos de fibra).

Os pinos reforçados com fibra propõem um novo conceito de sistema restaurador, onde os diferentes componentes da reconstrução (pino, cimento, material de reconstrução e dentina) constituem um complexo estrutural e mecanicamente homogêneo (monobloco) (SCOTTI; FERRARI, 2004), de forma que todos esses materiais deveriam formar um conjunto único com características e módulo de elasticidade semelhante: cimentos de resina (6.8-10.8 GPa), resinas compostas (5.7-25 GPa) e pinos de fibra (16-40 GPa) (BOSCHIAN et al., 2002), assim como ter a habilidade de se aderir forte e mutuamente um material a outro (TAY; PASHLEY, 2007).

Entretanto, no que se refere ao agente cimentante utilizado para a fixação do pino de fibra de vidro ao canal radicular, a maioria dos autores indicam a utilização de cimento resinoso (GIACHETTI et al., 2004; SCOTTI; FERRARI, 2004). A razão para se usar cimentos adesivos está baseada na idéia de que o seu uso reforçará a união ao dente e ajudará a reter o pino e a restauração, além de possuírem menor solubilidade do que os cimentos convencionais (BOUILLAGUET et al., 2003). A cimentação dos pinos com um cimento de resina com carga de Bis-GMA permite obter uma estrutura homogênea que se interpõe entre o pino e os tecidos dentinários residuais. A espessura amortecedora da resina conecta pinos aos tecidos

do canal preparado e substitui mecanicamente a dentina (SCOTTI; FERRARI, 2004). O módulo de elasticidade da dentina carregada de Bis-GMA é de 20 GPa, o que a converte num material ideal de união entre o pino de fibra de vidro e o tecido dental.

Os cimentos resinosos se caracterizam por serem adesivos e sensíveis à umidade, existindo, porém, dificuldades que são inerentes aos procedimentos de cimentação e ao uso de sistemas adesivos no interior do conduto, as quais merecem especial atenção, e que não sendo atendidas podem levar a falhas como, por exemplo, o deslocamento do pino de fibra do canal radicular (VICHI; GRANDINI; FERRARI, 2002; GORACCI et al., 2005b). Entre os problemas apresentados, ressalta-se a dificuldade de acesso da luz fotopolimerizadora nas áreas mais apicais do conduto radicular (SCOTTI; FERRARI, 2004; ROBERTS et al., 2004; SCHWARTZ, 2006), os altos estresses gerados na interface entre alguns tipos de adesivos e os compósitos autopolimerizáveis e dual (TAY et al., 2003; CHEONG et al., 2003; TAY et al., 2004), presença de bolhas no momento da cimentação (GIACHETTI et al., 2004; BOLHUIS; GEE; FEILZER, 2005), variações anatômicas da raiz, acesso e visualização limitados, difícil controle da umidade (BOUILLAGUET et al., 2003; BITTER et al., 2006), dificuldade na manipulação do adesivo e/ou do cimento, técnica e do tempo de trabalho de cada uma das substâncias empregadas para a cimentação do pino (STOCKTON, 1999), e também pelas características químicas de cada componente desses tipos de materiais e a contaminação das paredes da dentina com eugenol (BOUILLAGUET et al., 2003; SCHWARTZ, 2006), além das peculiares características do substrato dentinário em questão. Talvez por esses motivos, alguns autores não indicam a utilização de cimentos resinosos em canais radiculares (GASTON et al., 2001; CARVALHO et al., 2004a; CARVALHO et al., 2004b) sugerindo o uso de outras alternativas de cimento como o ionômero de vidro e o ionômero de vidro reforçado com resina, que são cimentos que se aderem à dentina por mecanismos micromecânicos e químicos. Embora eles se contraíam apenas durante seu assentamento, a propriedade viscoelástica lhe permite uma maior preservação da integridade adesiva do que a rigidez dos cimentos resinosos (CURY et al., 2006).

A adesão nos canais radiculares é, provavelmente, a situação mais problemática para o uso clínico dos sistemas adesivos atuais. Apesar da adesão às estruturas dentárias terem experimentado inegáveis progressos nos últimos anos, a possibilidade de ocorrência de fenômenos de incompatibilidade de uso entre sistemas adesivos simplificados e resinas de polimerização química ou dual apresentam profundas implicações na prática clínica. Isso ocorre por meio de dois mecanismos, os quais são a acidez presente nesses adesivos e a

permeabilidade dos mesmos (CARVALHO et al., 2004a; CARVALHO et al., 2004b; SCHWARTZ, 2006).

Por outro lado, nos espaços criados para a colocação de pinos dentários, o fator de configuração da cavidade é desfavorável e tem sido citado como uma das razões de baixa resistência adesiva e perda da integridade marginal (BOLHUIS; GEE; FEILZER, 2005; SCHWARTZ, 2006; SADEK et al., 2006). O fator C, primeiramente descrito em 1987, por Feilzer; Gee e Davidson (FEILZER; GEE; DAVIDSON, 1987), como a proporção de superfície aderida pela superfície não aderida em uma restauração, é crítico quando maior que 5. Estima-se que, quando da cimentação de pinos de fibra no interior do conduto, o fator C possa variar de 20 a 100 ou até mesmo exceder em 200, levando à perda da integridade (BOUILLAGUET et al., 2003; BOLHUIS; GEE; FEILZER, 2005) e representando a pior situação clínica possível (GORACCI et al., 2005b). Para compensar a concentração de estresse gerado pela contração de polimerização ao longo das paredes do canal radicular, recomenda-se o uso de cimentos resinosos cuja colocação e fixação sejam lentas (BOUILLAGUET et al., 2003). No entanto, cimentos que usam adesivos simplificados e de tempo amplo de polimerização, apesar de serem benéficos por reduzir a contração de polimerização, também permitem a maior difusão de água através da interface cimento/adesivo, que leva a falhas adesivas (CHERSONI et al., 2005).

Por causa das dificuldades encontradas durante a cimentação adesiva dos pinos de fibra no canal radicular, foi lançado no mercado um cimento resinoso denominado auto-adesivo. Este material não necessita de condicionamento ácido e aplicação de sistema adesivo prévios a sua utilização, o que teoricamente evita os inconvenientes causados quando do uso desses produtos no interior do canal. Apesar dos dados fornecidos pelo fabricante, entretanto, há pouca informação disponível sobre a eficácia desse novo material para a cimentação de pinos de fibra à dentina intrarradicular (GORACCI et al., 2005b).

Diante do amplo emprego dessas combinações de sistemas adesivos simplificados e cimentos resinosos de polimerização química ou dual para a fixação de peças indiretas, é oportuno estabelecer qual o mecanismo envolvido no comprometimento da união do conjunto a ser cimentado. Conhecendo-se os mecanismos, quer sejam eles oriundos da incompatibilidade gerada pela acidez do adesivo, quer sejam oriundos da permeabilidade do mesmo, podem-se estabelecer procedimentos técnicos que objetivem a minimizar esses fenômenos e, assim, melhorar o prognóstico do tratamento restaurador.

Dessa forma, o presente trabalho buscou avaliar a resistência de união do pino de fibra de vidro à dentina cimentado com quatro agentes cimentantes por meio do teste de push-out, após 24 horas e seis meses de armazenamento.

2 Revisão de literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

Na odontologia, os tratamentos endodônticos normalmente estão associados a lesões de cáries, infecções pulpares, traumas e necessidades protéticas. Essas situações invariavelmente levam a uma grande perda de estrutura dentária e, conseqüentemente, à necessidade de confecção de restaurações totais para reabilitar a estética e a função. No entanto, para reconstruir a parte do remanescente coronário, os dentes tratados endodonticamente necessitam de um pino intrarradicular para dar ancoragem à restauração final, ao núcleo e ao remanescente dentinário (COHEN et al., 1992; STOCKTON, 1999; VICHÍ; GRANDINI; FERRARI, 2002; MORGANO; RODRIGUES; SABROSA, 2004).

Para facilitar a leitura, a revisão da literatura abordará separadamente aspectos referentes a considerações mecânicas dos dentes desvitalizados, influência dos sistemas adesivos e cimentos resinosos na cimentação do pino de fibra de vidro, cimentos de ionômero de vidro e testes utilizados para avaliar a resistência adesiva da interface pino de fibra de vidro/ cimento/dentina radicular.

2.1 CONSIDERAÇÕES MECÂNICAS SOBRE A RECONSTRUÇÃO DE DENTES DESVITALIZADOS

Por muito tempo, acreditava-se que as reconstruções com pinos intrarradiculares eram capazes de reforçar o dente tratado endodonticamente. No entanto, fraturas verticais da raiz associadas com os pinos metálicos cimentados dentro do canal radicular foram observadas (MANNING et al., 1995; FERRARI et al., 2000), concluindo-se que o pino não reforçava a raiz, servindo somente como retenção para restauração coronária (STOCKTON, 1999; MANNING et al., 1995; FERRARI et al., 2000; FERNANDES; SHETTY; COUTINHO, 2003; PEREZ et al., 2005). Estudos clínicos têm mostrado que a conservação da estrutura dentária remanescente, além de reduzir o risco de fratura (STOCKTON, 1999; PEREZ et al., 2005), influencia significativamente na retenção da união pino/reconstrução/coróia (VALANDRO et al., 2007).

Assif e Gorfil (1994) afirmaram que as manobras que tentam aumentar o comprimento e o diâmetro dos pinos metálicos fundidos comprometem a resistência e o prognóstico desses dentes. Os pinos metálicos só deveriam ser indicados quando não houvesse outro meio de retenção para a restauração coronal. Verificaram, também, que a presença de uma estrutura

coronária hígida de 2 mm ao redor do pino melhora o prognóstico do dente, qualquer que seja o pino utilizado.

Os pinos mostram variação no tipo de material, textura da superfície e têm diferentes desenhos para reter o material do núcleo (TORBJORNER; FRANSSON, 2004). Os pinos pré-fabricados são feitos com diferentes materiais: aço inoxidável, fibra de quartzo, fibra de carbono, alheações de titânio e fibra de vidro. Os pinos de fibras de carbono, vidro e quartzo estão progressivamente substituindo os metais na odontologia restauradora (AL-HARBI; NATHANSON, 2003). Deve-se em ocorrência a dois fatores: primeiro, esses pinos estão prontos para ser usados e isso significa economia de tempo; segundo, seu uso reduz o risco de fratura já que seu diâmetro de resistência tênsil e seu módulo de elasticidade (pino 40 GPa, dentina 18GPa) é similar à dentina (GIACHETTI et al., 2004), havendo diferença do módulo de elasticidade de outros materiais como o aço inoxidável (200 GPa), a liga de titânio (110 GPa), a liga de ouro (80 GPa), o óxido de zircônia (150 GPa), onde o risco de fratura é maior. Essa característica permite a absorção e a distribuição de estresse à estrutura do remanescente dentinário, em lugar de concentrá-lo (VALANDRO et al., 2007). Em adição a isso, o uso de componentes não metálicos elimina o potencial de corrosão galvânica e a redução da toxicidade e hipersensibilidade a partir da difusão de íons metálicos (PURTON; CHANDLER; QUALTROUGH, 2003; AL-HARBI; NATHANSON, 2003).

Nas raízes restauradas com pinos reforçados com fibra, as fibras contribuem para a rigidez e resistência da matriz elástica. As propriedades mecânicas dos materiais resinosos reforçados com fibras dependem do tipo de fibra, conteúdo da fibra e direção das fibras. Com os pinos elásticos, o dente, cimento e o pino se deformam durante a função e a falha aparecerá no ponto mais fraco, que parece ser a união adesiva na interface pino/dentina/cimento (TORBJORNER; FRANSSON, 2004).

Por outro lado, estudos de laboratório têm investigado sobre a retenção de vários sistemas de pinos e esta se encontra influenciada por variáveis como o tamanho, o diâmetro e o desenho do pino, a forma e preparo do canal radicular, o agente cimentante, o método de cimentação e a localização do dente na arcada dentária (SMITH; SCHUMAN; WASSON, 1998; STOCKTON, 1999; FERNANDES; SHETTY; COUTINHO, 2003).

Em relação às complicações dos pinos intrarradiculares, tem-se evidenciado que o deslocamento do pino, a fratura da raiz e a cárie dental são mais comumente reportadas na literatura (MORGANO; RODRIGUES; SABROSA, 2004). Os principais fatores que fazem com que

o dente tratado endodonticamente seja mais predisposto à falha da técnica são as paredes finas e raízes fracas incapazes de resistir a altos estresses levando a fraturas da raiz causada por fadiga (TORBJORNER; FRANSSON, 2004), assim como a rigidez dos materiais metálicos se comparados com a dentina. A resistência de um dente está diretamente relacionada com a quantidade de estrutura dental remanescente (TORBJORNER; FRANSSON, 2004; BOLHUIS; GEE; FEILZER, 2005). Uma férula dentro do desenho da coroa, abraçando a circunferência da raiz, protege a raiz onde as forças máximas acontecem (TORBJORNER; FRANSSON, 2004).

Torbjorner, Karlsson e Odman (1995) realizaram um estudo longitudinal de 5 anos, em 683 pacientes que receberam 788 pinos fundidos ou pré-fabricados. Os resultados mostraram que as falhas mais comuns foram deslocamento, fratura do pino e fratura do dente. Verificaram, também, que as causas de falhas foram canais radiculares excessivamente alargados com paredes finas e superfície de retenção friccional reduzida, que resultou em altos níveis de estresse sobre o cimento e, conseqüentemente, perda de retenção, levando ao insucesso da prótese fixa. Os pinos pré-fabricados apresentaram uma taxa de insucesso de 8% contra 15% dos pinos fundidos (conseqüências fatais), levando os autores a sugerir que para aumentar a durabilidade dos dentes tratados endodonticamente deve-se preservar ao máximo a estrutura dentária e, se possível, evitar a instalação de pinos metálicos fundidos.

Monticelli et al. (2003) avaliaram em 225 pacientes o desempenho clínico de três tipos de pinos com diferentes combinações de adesivos em um período compreendido entre 2 e 3 anos. Os pinos utilizados foram: grupo 1: 75 pinos de Aesthetic Plus (Bisco Inc., Schaumburg, IL), grupo 2: 75 pinos de Dt (Bisco Inc., Schaumburg, IL) e grupo 3: 75 pinos de FRC Postec (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Os grupos 1 e 2 foram cimentados com One-Step bonding system e Duo-Link (Bisco Inc., Schaumburg, IL) e o grupo 3 com Excite DSC e Multilink (Ivoclar-vivadent, Schaan, Liechtenstein). Após 6, 12 e 24 meses da colocação dos pinos, os pacientes eram chamados para a avaliação. Foram reportadas 14 (6,2%) falhas: 8 (3,5%) restaurações falharam devido ao deslocamento do pino, usualmente resultado de uma falha adesiva na interface entre a dentina e o cimento resinoso e; 6 (2,7%) falhas devidas à recorrência de lesões periapicais, revelada mediante o exame radiográfico. Todos os deslocamentos aconteceram durante a remoção da coroa provisória e em dentes com menos de 2 mm de estrutura dental remanente ao nível coronal. A quantidade de estrutura dentária é o fator de maior influência na predição da resistência à fratura.

Ferrari et al. (2007) fizeram um estudo retrospectivo onde avaliaram clinicamente o desempenho de 985 pinos de fibra de vidro (615 composiposts, 160 Aesthetic Post e 210 Aesthetics Plus Posts) após o serviço de 7-11 anos. A taxa de sobrevivência apresentada para os dentes restaurados com pinos de fibra de vidro foi de 89-93%. Houve um total de 79 falhas, onde 39 deveram-se a razões endodônticas, uma fratura de raiz devido ao pouco remanescente das paredes do canal radicular após o tratamento endodôntico, uma fratura do pino de fibra graças a uma sobrecarga do dente, 17 deslocamentos das coroas e 21 deslocamentos do pino associados sempre com a presença de menos de duas paredes residuais na parte coronal do dente e quando a dentição natural esteve presente no arco oposto. O deslocamento do pino de fibra ao longo do tempo pode também ser causado pela dificuldade de se obter uma alta resistência adesiva na dentina intrarradicular e pelo alto fator de configuração C, que pode ser encontrado quando a adesão é feita em cavidades estreitas como os espaços do pino e canais radiculares. O tipo de pino foi um fator não significante no evento das falhas, mas sim a arcada dentária e a posição do dente, sendo que foi constatado que dentes superiores e posteriores têm mais probabilidades de falhas do que dentes inferiores e anteriores. Concluíram que as falhas mecânicas podem estar relacionadas à quantidade de estrutura dentária coronal remanescente.

2.2 INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS ADESIVOS E CIMENTOS RESINOSOS UTILIZADOS NA CIMENTAÇÃO DOS PINOS ESTÉTICOS

Os pinos são cimentados dentro do canal radicular para reforçar a retenção do núcleo e ajudar a criar um selamento ao longo do canal. Além disso, tem-se reportado que a camada do cimento promove uma zona buffer que contribui à distribuição do estresse uniformemente entre o pino e a parede do canal. As forças oclusais normais criam micromovimentos do pino cimentado, resultando numa desintegração do cimento e a concentração de estresse na região apical da raiz com o tempo.

A resistência compressiva, a resistência tênsil e as qualidades de adesão do cimento são fatores primários que influem na durabilidade da união do pino à raiz. Há, também, os fatores relacionados com a seleção do cimento, o potencial de deformação plástica do cimento, a espessura da película, a microinfiltração e a inibição de água. Além disso, as características da manipulação do cimento durante a mistura, o assentamento do pino e a

natureza da reação do cimento serão pontos influentes no procedimento de cimentação do pino (SMITH; SCHUMAN; WASSON, 1998; MORGANO; RODRIGUES; SABROSA, 2004).

Atualmente, existe uma grande variedade de cimentos como: fosfato de zinco, policarboxilato, ionômero de vidro, ionômero de vidro reforçado com resina e cimentos resinosos (SMITH; SCHUMAN; WASSON, 1998; DIAZ-ARNOLD; VARGAS; HASELTON, 1999; MORGANO; RODRIGUES; SABROSA, 2004). Cada tipo de cimento é física e quimicamente único, mais nenhum cimento é ideal para todas as situações (DIAZ-ARNOLD; VARGAS; HASELTON, 1999).

Exceto pelos cimentos de ionômero de vidro e pelos cimentos de resina auto-adesivos disponíveis para os clínicos, todos os cimentos resinosos precisam de um sistema adesivo para unir restaurações estéticas à estrutura dentária. A maioria dos sistemas adesivos usados com os cimentos resinosos são sistemas simplificados para permitir a redução de passos clínicos durante os procedimentos adesivos (PEGORARO; SILVA; CARVALHO, 2007).

Os cimentos de resina apresentam adesão às estruturas dentárias (esmalte, dentina e cemento radicular) (STOCKTON, 1999; TORBJORNER; FRANSSON, 2004), alta resistência compressiva e tênsil, uma forte união micromecânica à dentina e à superfície do pino, sobretudo naquelas situações em que se precisa incrementar a retenção, espessura mínima da película, biocompatibilidade, insolubilidade nos fluidos orais, bom manejo clínico e fácil uso, possibilidade da polimerização foto/auto/dual, estética, tanto inicial como com o passar do tempo. No entanto é uma técnica sensível (TORBJORNER; FRANSSON, 2004), onde o principal obstáculo para uma efetiva adesão ao tecido dental é a água, além de outros efeitos adversos pelo preparo inadequado da raiz (STOCKTON, 1999).

Pashley et al. (1993) mostraram que a deficiência no controle da umidade e a deficiente impregnação dos monômeros resinosos na fina rede de fibras colágenas podem comprometer a adesão. Tais problemas podem ser intensificados no interior do canal radicular, onde o controle da umidade é crítico.

Após a remoção da smear layer do canal radicular preparado pela ação do ácido fosfórico, os túbulos dentinários são alargados, a dentina peritubular e intertubular são superficialmente desmineralizadas e uma fina rede de fibras colágenas é exposta. A infiltração da rede com resina tem-se demonstrado o melhor método para a obtenção de uma forte e fidedigna adesão da resina à dentina. De fato, o condicionamento ácido da dentina permite

uma camada híbrida, tags de resina e formação de secção lateral adesiva, que criam um local para a retenção micromecânica da resina dentro do substrato desmineralizado (FERRARI et al., 2000).

A obtenção de um conjunto mecanicamente estável depende da retenção micromecânica e adesão ao canal radicular, intimamente relacionada à morfologia da dentina dentro dos canais radiculares. Em 2000, Ferrari et al. verificaram que a adesão depende da morfologia da dentina dentro dos canais radiculares, estando relacionada com a orientação e densidade dos túbulos e com o aumento da área de superfície após o condicionamento ácido. Observaram que, após o condicionamento ácido, existiam túbulos abertos dispostos por toda a extensão, porém o diâmetro e a densidade diminuía em direção ao terço apical, sendo que nos locais de baixa densidade a camada híbrida era significativamente mais fina com relação à área de superfície dos túbulos. Verificaram que, após o condicionamento ácido, houve um aumento da adesão de 202% no terço cervical, de 156% no terço apical e de 113% no terço médio, mostrando que o ácido atua de maneira diferente ao longo do canal radicular.

Segundo Lopes et al. (2002) a adesão em dentina é difícil de se alcançar devido às características biológicas da mesma, pelo alto conteúdo orgânico, a estrutura tubular com presença de processos odontoblásticos e a presença da smear layer formada imediatamente após o preparo de uma cavidade. Os estudos morfológicos têm demonstrado que a camada da smear layer é depositada sobre a dentina como resultado da instrumentação da mesma. Dependendo de um grande número de fatores, esta camada pode ter uma espessura desde 0.5 até 5.90 μm . Esta evitará o contato íntimo entre o sistema adesivo e o substrato, por isso, pré-tratar a dentina é essencial para uma correta adesão.

Em 2004, Bitter et al., usando o microscópio confocal, avaliaram a interface resina/dentina de cinco sistemas adesivos e agentes cimentantes: Clearfil Core/New Bond (Kuraray, Osaka, Japan), Multilink (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Panavia 21/ED Primer (Kuraray, Osaka, Japan), Permaflo DC (Ultradent, Salt Lake City, UT, USA), e Variolink II/Excite DSC (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein), propostos para a adesão do pino de fibra de vidro ao canal radicular. Concluíram que o condicionamento da dentina radicular com ácido fosfórico e o uso de sistemas adesivos separadamente ou não do primer, resultam em uma camada híbrida mais uniforme e com presença de mais tags de resina do que aqueles observados nos adesivos autocondicionantes.

Em 2005, Pirani et al. testaram a hipótese de que a hibridização da dentina intrarradicular elimina os gaps interfaciais, melhorando o selamento coronal e a retenção do dente tratado endodonticamente. Foram usados 40 dentes para esse estudo, divididos aleatoriamente em quatro grupos (n=10). Nos grupos 1 e 2, o pino TEch 2000 (Isasan, Rome, Italy) foi cimentado em combinação com adesivo Single Bond e cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE, St Paul, MN, USA), com a diferença de que, no grupo 1, o adesivo não foi polimerizado antes da inserção do cimento; e no grupo 2, o adesivo foi fotopolimerizado por 20 segundos antes da inserção do cimento. Nos grupos 3 e 4, o pino Endopost (RTD, St Egeve, France) foi cimentado com adesivo All-Bond 2 (Bisco Inc., Schaumburg, IL) e cimento resinoso Duolink (Bisco Inc. Schaumburg, IL). No grupo 3, um pré-adesivo foi empregado para usar uma dupla polimerização, no grupo 4 somente foi usada uma fotopolimerização por 20 segundos antes da aplicação do cimento. Foram examinadas seções longitudinais das interfaces para observar a hibridização da dentina no terço médio e coronal do canal radicular. Réplicas de resina dessas seções foram avaliadas para observar a formação de gaps interfaciais. Embora a hibridização da dentina intrarradicular não tenha sido comprometida desconsiderando os adesivos fotoativados antes da cimentação, a ocorrência universal dos gaps interfaciais ao longo da superfície da camada híbrida ou da interface pino-cimento reflete uma discussão sobre a adesão ao espaço para pinos com baixa flexibilidade e alto fator C. O êxito clínico associado com a adesão dos pinos de fibra é, provavelmente, devido predominantemente à retenção friccional. O estudo mostrou que a hibridização da dentina intrarradicular, ainda na ausência de deterioração após o desafio laboratorial, é meramente uma manifestação fenomenológica da infiltração da resina seguida por dissolução da smear layer e desmineralização parcial da dentina radicular. Mesmo assim, tem sido produtivo na integridade do selado coronal ou resistência ao deslocamento das restaurações retidas por pinos de fibra.

Em 2006, Bitter et al. avaliaram em 144 caninos maxilares a resistência adesiva de seis agentes cimentantes recomendados para a cimentação do pino de fibra antes e após a termociclagem. As coroas dos dentes foram removidas no nível da união cimento-esmalte, tratados endodonticamente e divididos em seis grupos (n=24). Os espaços para os pinos foram preparados com uma longitude de 12 mm e os pinos FRC Postec No. 3 (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) foram provados e cimentados com 6 diferentes agentes cimentantes: Panavia F (Kuraray, Osaka, Japan), Multilink (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Variolink II (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein), PermaFlo DC (Ultradent, Salt Lake

City, UT, USA), Relyx Unicem (3M ESPE, St Paul, MN, USA) e Clearfil Core (Kuraray, Osaka, Japan). As raízes foram embebidas em resina metacrilato perpendiculares ao eixo longitudinal do pino a 2 mm baixo da união cimento-esmalte, e foram seccionadas transversalmente em seis partes de 1 mm de espessura. O teste de push-out foi aplicado em uma máquina de ensaio universal a uma velocidade de 0,5 mm/min após das 24 horas de armazenagem em água (n=12) e após a termociclagem (n=12), a qual foi realizado a 5000 ciclos em água dionizada a partir de 5°C a 55°C com um tempo de 30 segundos em cada banho e 2 segundos de tempo de transferência. Posteriormente, os espécimes foram observados ao estereomicroscópio a 40x de magnificação para determinar o modo de falha. O estudo revelou que a resistência adesiva ao canal radicular variou com o tipo de agente cimentante, termociclagem e região dentro do canal radicular. O Relyx Unicem (3M ESPE, St Paul, MN, USA) mostrou significativamente maior resistência adesiva do que os outros materiais investigados. A região apical revelou a mais alta resistência adesiva. A análise no modo de falha mostrou somente falhas coesivas isoladas dentro da dentina radicular. Concluiu-se que a resistência adesiva à dentina radicular parece estar relacionada com a área de dentina sólida e a densidade dos túbulos dentinários.

Além dos problemas relacionados com as características biológicas da dentina para a obtenção de uma adequada adesão, outros dois inconvenientes que se apresentam no momento da cimentação dos pinos de fibra é a incompatibilidade química entre alguns sistemas adesivos e resinas de polimerização química e dual e a permeabilidade apresentada pelos adesivos.

Em 2003, Cheong et al. realizaram uma análise no microscópio eletrônico de transmissão (MET) e testes de microtração com os adesivos: Clearfil SE Bond (Kuraray, Osaka, Japan) e Tyrian SPE/One-Step Plus (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) (autoacondicionantes de 2 passos), e Xeno III (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) e Brush&Bond (Parkell) (autoacondicionantes de passo único) na união de resinas foto e autopolimerizáveis em terceiros molares humanos e testaram a hipótese nula de que não haveria diferença entre os adesivos autoacondicionantes de 1 passo e 2 passos de aplicação quanto à compatibilidade com as resinas químicas e dual. A hipótese nula foi rejeitada uma vez que encontraram que os adesivos autoacondicionantes de um passo de aplicação apresentaram valores de microtração maiores quando se utilizou resina fotopolimerizável, quando comparado com a resina química. Por outro lado, não houve diferença entre estes

valores para os adesivos autocondicionantes de 2 passos de aplicação. A interface adesivo de passo único/resina química revelou falhas e áreas de polimerização incompleta, assim como a presença de água na camada híbrida. Concluíram que a incompatibilidade dos adesivos autocondicionantes de passo único com as resinas de polimerização dual/química impossibilita seu uso para os procedimentos adesivos.

Em 2003, Tay et al. avaliaram os possíveis fatores responsáveis pela incompatibilidade entre os sistemas adesivos autocondicionantes de passo único e as resinas autopolimerizáveis e de dupla polimerização, por meio do teste de microtração e análise em MET. Foi aplicado adesivo autocondicionante de passo único Xeno CF Bond (Dentsply-Sankin, Tokyo, Japan) em superfícies de dentina hidratada e desidratada. A resina composta dual Bis-Core (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) foi aplicada e ativada usando-se o modo de fotopolimerização imediata, fotopolimerização retardada (20 minutos) e autopolimerização. Nos espécimes que foram polimerizados usando o modo químico, aplicou-se antes um co-iniciador químico (Bond-Link, Dent-mat, Santa Maria, CA, USA). Foram utilizados 14 dentes para a realização dos testes de microtração e outros 14 para exame em MET. A fotopolimerização retardada resultou em uma diminuição significativa da resistência à tração na dentina hidratada, quando comparada à fotopolimerização imediata. Já para a dentina desidratada, a diminuição não foi significativa. Porém, o valor mais baixo foi encontrado para a dentina hidratada combinada ao cimento autopolimerizável. O valor aumentou ligeiramente para este modo de ativação quando a dentina estava desidratada. Na adição do Bond Link à dentina hidratada, a resistência à tração aumentou, mas ainda foi significativamente inferior à dentina hidratada com fotopolimerização imediata. A presença de água predominou nos espécimes de dentina hidratada e fotopolimerização retardada e autopolimerização. Concluíram que não só as reações químicas adversas entre os monômeros ácidos do adesivo e as aminas terciárias básicas das resinas autopolimerizáveis e dual, mas também o fato dos adesivos autocondicionantes de passo único se comportarem como membranas permeáveis, após a mineralização, são responsáveis pela incompatibilidade desses sistemas.

Carvalho et al. (2004b) avaliaram o efeito da permeabilidade do adesivo sobre a união de cimentos resinosos que utilizam adesivos autocondicionantes. Testaram, por meio do teste de microtração, e em microscópio eletrônico de varredura (MEV) e MET se a aplicação de uma cobertura de resina hidrofóbica sobre adesivos autocondicionantes de 1 e 2 passos de aplicação aumentaria a resistência adesiva de cimentos resinosos a superfícies dentárias

planas e hidratadas. Foram testados quatro grupos experimentais, sendo: grupo A – Panavia F e ED primer (Kuraray, Osaka, Japan), Grupo B – Panavia F e ED primer com uma camada de resina adesiva de baixa viscosidade (Scotchbond Multipurpose Plus, 3M ESPE, St Paul, MN, USA), Grupo C – Bistite II DC (Tokuyama Corp., Tokyo, Japan) e respectivo adesivo (autocondicionante de 2 passos de aplicação) e grupo D – Bistite II DC com o adesivo e cobertura de adesivo hidrofóbico. No caso do Panavia F, houve um aumento significativo no valor de microtração quando o ED primer foi coberto com uma camada de Scotchbond Multipurpose (grupo B), o que não ocorreu para o Bistite II DC. Este cimento, quando coberto pelo Scotchbond Multipurpose (grupo D), obteve resistência à microtração semelhante ao grupo B. A análise em MET revelou alterações na interface no grupo A (ED Primer) induzidas pela ação da água infiltrada. O adesivo autocondicionante de 2 passos de aplicação do Bistite II DC apresentou nanoinfiltração severa. Para ambos os cimentos, a nanoinfiltração foi reduzida pela ação do Scotchbond Multipurpose Plus.

A permeabilidade de sistemas adesivos também foi avaliada em 2004, por Chersoni et al. em um estudo in vitro e, em 2005, por Chersoni et al. em um estudo in vivo. No primeiro, avaliaram os adesivos Prime&Bond NT (Dentsply/Caulk), Admira Bond (Voco) e Clearfil SE Bond (Kuraray, Osaka, Japan), aplicados sobre dentina condicionada com ácido fosfórico (grupo 1), condicionada com ácido fosfórico e irrigada com glutaraldeído a 10% por 120 segundos (grupo 2), e condicionada com ácido fosfórico e irrigada com hipoclorito de sódio (NaOCl) a 5% por 120 segundos (grupo 3). Depois de seccionados e polidos, os espécimes foram preparados imediatamente, após 3 horas e após 12 horas para análise em MEV. Alguns espécimes foram também metalizados para serem comparados com as réplicas e verificou-se que as características morfológicas de ambos (espécime e réplica) foram similares. Em todos os sistemas adesivos houve formação de camada híbrida, exceto quando tratado com NaOCl. Foram observadas bolhas de água na camada híbrida de todos os espécimes, exceto do grupo 2 (NaOCl), que foram similares após 3 e 12 horas de armazenagem. No segundo estudo, avaliaram a passagem de fluidos na dentina intrarradicular após a polimerização de adesivos convencionais de 3 e 2 passos de aplicação (All-Bond; Single Bond e One-Step Plus) e autocondicionantes de 1 e 2 passos de aplicação (Tyrian SPE/One-Step Plus; Xeno III e One-Up Bond F). Foram utilizados 28 dentes tratados endodonticamente, sendo 4 dentes para cada adesivo a ser testado. Para o grupo controle, foram selecionados 4 dentes, nos quais não foi aplicado nenhum sistema adesivo, sendo dois submetidos ao condicionamento ácido e 2 não. Os canais radiculares foram moldados com silicone de adição para a obtenção de réplicas que

foram observados em MEV. Tanto no grupo controle quanto nos sistemas adesivos convencionais de 2 passos e autocondicionantes foi observada a maior presença de bolhas de água na camada adesiva, comparado às replicas onde se utilizou um sistema convencional de 3 passos. Esse estudo mostrou que a adição de catalisadores terciários nos adesivos simplificados, para torná-los mais compatíveis com os cimentos autopolimerizáveis e dual, fez com que estes funcionassem como membranas permeáveis após a polimerização, devido à sua afinidade pela água. Isso pode, adversamente, afetar a união de cimentos resinosos de autopolimerização e dupla polimerização.

Além dos problemas já mencionados, a adesão à dentina intrarradicular é prejudicada pelas condições desfavoráveis inerentes ao aceso restrito ao substrato de adesão que precisa de procedimentos adesivos que demandam mais técnica. A integridade adesiva é um desafio pela limitada capacidade de dissipar o estresse de contração por polimerização ao longo de espaços estreitos para pinos que exibem uma geometria da cavidade não favorável (CURY et al., 2006).

Em 1996, Carvalho et al. observaram que a contração de polimerização de uma resina composta gera estresses capazes de romper a união com as paredes cavitárias. Dessa forma, a competição entre estresse de contração e resistência adesiva é uma das principais causas de falha marginal e subsequente microinfiltração. Para controlar esses fatores, o ideal seria que os sistemas adesivos apresentassem resistência de união inicial superior àquela gerada pelas forças de contração ou o recobrimento da dentina hibridizada com um material elástico.

Em 2003, Bouillaguet et al. testaram a hipótese de que a resistência adesiva dos cimentos adesivos ao canal radicular não varia com o fator de configuração, química da polimerização ou tipo de material cimentante. Usaram 48 dentes humanos uniradiculares, os quais foram seccionados na união cimento-esmalte e preparados para receber o pino. Os dentes foram divididos em dois grupos: raízes intactas e raízes seccionadas. Para as raízes intactas, os pinos foram cimentados usando-se o procedimento clínico convencional para RelyX ARC (3M ESPE, St Paul, MN, USA), Panavia F (Kuraray, Osaka, Japan), C&B Metabond (Parkell, Farmingdale, NY, USA) e Fuji Plus (GC Corp., Tokyo, Japan). Para o grupo das raízes seccionadas, o procedimento dos pinos foi idêntico, só que o pino de compósito foi aplicado diretamente dentro do espaço do canal exposto permitindo o assentamento. Após uma hora da cimentação, os espécimes foram seccionados de forma perpendicular ao eixo do dente e em cortes de 0,6 mm de espessura. Os espécimes foram

cortados posteriormente mesio-distalmente e submetidos a estresse para falhar a 1 mm/min com uma máquina de ensaio universal. Os resultados do estudo indicaram que a resistência adesiva dos cimentos resinosos à dentina dos canais intactos era significativamente menor do que nos canais seccionados, e que os cimentos RelyX ARC (3M ESPE, St Paul, MN, USA) e Panavia F (Kuraray, Osaka, Japan) apresentavam maior força de adesão do que o C&B Metabond (Parkell, Farmingdale, NY, USA) e Fuji Plus (GC Corp., Tokyo, Japan). Afirmaram que a força de contração ou a dificuldade inerente à cimentação intrarradicular pode ter sido responsável pelas falhas, uma vez que os estresses de polimerização gerados em canais radiculares podem ser tão intensos que os cimentos resinosos perdem a união com as paredes dentinárias. Sugeriram que riscos menores de falhas adesivas poderiam ser realizados se é preservada a maior quantidade de estrutura dentária possível e se existe maior adaptação do pino. Devido à facilidade de uso, o ionômero de vidro reforçado com resina foi o melhor dentre aqueles usados no estudo.

Em 2004, Giachetti et al., em um estudo in vitro, compararam o desempenho dos cimentos resinosos com sistema adesivo fotoativado e de dupla polimerização na dentina radicular quando se usam combinados com pinos de fibra de vidro translúcidos. Foram selecionados 40 dentes anteriores superiores humanos e divididos aleatoriamente em dois grupos (n=20). O grupo I foi tratado com Excite (Ivoclar-vivadent, Schaan, Liechtenstein) e Tetric Flow (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) (fotocurados), e o grupo II (grupo controle) foi tratado com All-Bond 2 (Bisco Inc. Schaumburg, IL, USA) e Relyx ARC (3M ESPE, St Paul, MN, USA) (Curado dual). Os pinos de fibra (Ligth post, Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) foram cimentados nos dentes, armazenados em solução de NaOCl 0.9% a 37°C por uma semana. Posteriormente, o teste pull-out foi aplicado a todos os espécimes usando-se uma velocidade de 0.5 mm/min, e 10 espécimes escolhidos aleatoriamente de cada grupo foram observados no microscópio eletrônico de varredura (MEV). Concluíram que os sistemas de dupla polimerização representam a opção mais fidedigna para a cimentação de pinos. Por outro lado, os sistemas de fotopolimerização podem permitir uma melhora na adaptação e o selamento apical, assim como uma melhor distribuição de estresse ao longo das paredes do canal radicular. Observou-se que a não-adesão aconteceu principalmente na interface cimento-dentina.

A proposta de Bolhuis, Gee e Feilzer (2005) foi avaliar a influência da ciclagem mecânica sobre a integridade do agente cimentante entre um pino de fibra de carbono coberto

de quartzo e a dentina intrarradicular, bem como avaliar a resistência adesiva. As coroas de 24 dentes uniradiculares foram removidas próximo da união cimento-esmalte. Três tipos de sistemas de cimentação foram avaliados: Grupo 1- Panavia 21 (Kuraray, Osaka, Japan); Grupo 2- RelyX-ARC + Schotchbond 1 (3M ESPE, St Paul, MN, USA); Grupo 3- RelyX (3M ESPE, St Paul, MN, USA). Após a cimentação dos pinos (comprimento de cimentação: 6 mm), a parte coronária foi reconstruída com uma resina composta (Clearfil Photo Core, Kuraray, Osaka, Japan). Cada grupo foi dividido em dois subgrupos: controle (sem ciclagem mecânica); e espécimes submetidos ao teste de fadiga (106 ciclos, 37 °C, 8 N – 40 N). Seguidamente, os espécimes foram seccionados, obtendo-se por espécime 3 corpos com 1,5 mm de espessura, os quais foram examinados em MEV e submetidos ao teste de *push-out*. O teste de fadiga não foi estatisticamente significativo (não afetou a resistência adesiva). Os fatores tipo de cimento e região de dentina intrarradicular foram significantes. Os cimentos resinosos (grupo 1 e grupo 2) mostraram melhor integridade, bem como melhor resistência adesiva do que o cimento de ionômero de vidro modificado por resina (grupo 3).

Em 2006, Monticelli et al. avaliaram a influência de diferentes agentes cimentantes sobre a resistência adesiva microtênsil dos pinos de fibra de vidro a dentina radicular. Foram preparados 30 dentes para receber um pino de fibra de vidro (FRC Postec System, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e dois agentes cimentantes foram utilizados: Multilink (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e Clearfil Photo Core (Kuraray, Osaka, Japan), em combinação com três agentes adesivos: Multilink Primer (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein), Clearfil Photo Bond (Kuraray, Osaka, Japan) e Clearfil New Bond (Kuraray, Osaka, Japan). Os espécimes foram preparados para receber o teste de microtração. Observaram que os sistemas adesivos, materiais cimentantes e a interação entre estes fatores influenciaram significativamente os resultados de resistência adesiva ($P < 0,01$). O Multilink aplicado com seu próprio sistema adesivo obteve os melhores resultados, enquanto que o mais baixo foi para Clearfil Photo Core em combinação com Multilink Primer.

Valandro et al. (2007) avaliaram a resistência adesiva entre o pino de fibra de vidro e a dentina radicular, para diferentes tipos de pinos, utilizando diferentes protocolos de ciclagem mecânica. Foram utilizados 60 dentes, sendo que 30 receberam pinos de fibra de quartzo DT Ligth Post No.2 (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) e 30 pinos de fibra de vidro FRC Postec Plus No. 3 (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Todos os espécimes foram cimentados com All Bond (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) e Duo-link (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA). Posteriormente, cada grupo foi subdividido em 3 subgrupos ($n=10$), sem ciclagem,

submetido a 20.000 ciclos e submetido a 2.000.000 de ciclos formando, assim, seis grupos. Para ambos os tipos de pinos investigados, não houve fratura de pino, de raiz ou perda da retenção após a aplicação do teste de fadiga mecânico. Observou-se que a ciclagem mecânica não reduziu a resistência adesiva para ambos os tipos de pinos.

Em 2007, Durão et al. compararam a resistência adesiva nos diferentes terços da raiz, após a cimentação de um pino de fibra de vidro com diferentes cimentos e usando o teste de push-out. Foram utilizados 60 dentes anteriores, os quais foram cortados ao nível da união cimento-esmalte, foram tratados endodonticamente, preparados para receber um pino de fibra de vidro (FRC Postec) e divididos em seis grupos (n=10) diferenciado pelo tipo de cimento (Ketac Cem Aplicap, RelyX Unicem Aplicap, Variolink II/Excite DCS, Panavia F/ED primer, C&B cement/All-Bond 2, e Multilink/Multilink Primer A/B). Foram obtidos corpos de prova de 1 mm de espessura, aplicado o teste de push-out e analisado o tipo de falha. Concluíram que os valores de maior resistência adesiva foram observados no terço cervical de todos os cimentos, e os cimentos resinosos apresentaram maior resistência adesiva do que o de ionômero de vidro.

Estudos clínicos têm mostrado que a conservação de estrutura dentária remanescente influencia significativamente a retenção da união pino/reconstrução/coroa, enquanto também reduz o risco de fratura (VALANDRO et al. 2007).

Em 1996, Purton e Love afirmaram que os dois principais requisitos de qualquer pino intracanal, quando submetidos a cargas, são resistência à flexão e retenção. Os autores verificaram que os pinos de fibra de carbono têm boa resistência à corrosão e à fadiga, além de apresentarem união química. Eles compararam a rigidez e retenção dentro do canal radicular de pinos de fibra de carbono liso Endopost de 1 mm e pinos de aço inoxidável Parapost (serrilhado das mesmas proporções). Todos os pinos foram cimentados com cimento resinoso (Flexi-flow Natural, essencial Dental Systems). Os resultados do teste de rigidez mostraram que os pinos Parapost foram significativamente mais rígidos do que os Endopost. Com relação ao teste de retenção, os pinos Parapost necessitaram de maior força ($22,84 \pm 8,71$ Kg) para serem deslocados do canal radicular em comparação com os Endopost ($13,63 \pm 5,24$ Kg). A partir desses resultados, concluíram que os pinos Parapost de 1 mm são significativamente mais rígidos e mais retentivos do que os pinos Endopost sendo, portanto, mais indicados para restaurar os dentes tratados endodonticamente que têm os canais radiculares estreitos.

Em 2003, Al-harbi e Nathanson realizaram um estudo que constou de duas partes: a primeira avaliou a resistência retentiva do núcleo de resina composta a diferentes sistemas de pinos; e, a segunda, avaliou a retenção de cada sistema do pino ao dente. Os sistemas de pinos utilizados foram: pinos de resina (Fibrekor, Luscent e Twin Luscent Anchor), cerâmica (Cerapost e Cosmopost) e titânio (Parapost XH). Nesse estudo, determinou-se que os pinos de fibra reforçados com resina têm uma média dos valores de retenção ao dente similar aos parapost de titânio cimentados com resina, e significativamente mais altos que os parapost de titânio cimentados com fosfato de zinco. Além disso, observou-se que os pinos de composto falharam na interface agente cimentante/dente com o agente cimentante firmemente aderido ao pino, enquanto os pinos de cerâmica falharam na interface pino/ agente cimentante.

Em 2003, Purton, Chandler e Qualtrough investigaram os efeitos da termociclagem sobre a retenção de pinos de fibra de vidro (Luscent Anchors e Lightposts) e resina composta. Para isso, foram selecionados 40 caninos e pré-molares humanos uniradiculares. Os dentes foram seccionados horizontalmente 1 mm abaixo da união cimento-esmalte e foram aleatoriamente divididos a dois grupos (n=20) que receberam o pino de fibra de vidro. Os canais foram preparados com uma profundidade de 9 mm e os pinos foram cimentados com Panavia F (Kuraray, Osaka, Japan). Cada grupo foi subdividido em dois subgrupos (N=10), um controle e o outro submetido a termociclagem de 3000 vezes entre banhos de água a 5°C e 55°C. Os espécimes foram levados à máquina Instron para serem submetidos a teste de retenção aplicando-se uma força de 5 mm por minuto ao longo do eixo do pino. Realizou-se a observação no microscópio de 10x de magnificação. Concluiu-se que os pinos de fibra de vidro e resinas compostas cimentados com cimentos de resina oferecem níveis aceitáveis de retenção e não são susceptíveis a nenhuma redução na retenção devida à termociclagem.

Goracci et al. (2005a) avaliaram através do teste de push-out, a resistência de fixação do pino de fibra cimentado unicamente com cimento resinoso, e com a combinação de adesivos dentinários autocondicionantes de 1 passo de aplicação e de condicionamento total. Os espaços para os pinos foram preparados em 36 raízes uniradiculares e um pino de fibra FRC Postec # 3 (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) foi cimentado. Os pinos foram silanizados com Monobond-S (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e os dentes foram divididos aleatoriamente em dois grupos experimentais, dependendo do tipo de sistema de resina: grupo I: cimento resinoso que utiliza adesivo autocondicionante de um passo de aplicação (Ed Primer/ Panavia 21, Kuraray, Osaka, Japan) e grupo II: cimento resinoso que utiliza condicionamento total (Excite DSC/Variolink, Ivoclar-Vivadent,

Schaan, Lliechtenstein). Cada grupo foi subdividido em dois subgrupos ($n=6$), de acordo com o emprego ou não de adesivos dentinários. Os espécimes foram seccionados transversalmente numa espessura de 1 mm e a resistência à fixação e a ultra-estrutura de união foram avaliadas usando-se o teste de push-out aplicando-se uma velocidade de 0,5 mm/min e a observação no MEV foi realizada. A resistência à fixação obtida para os espécimes cimentados unicamente com cimento de resina não foi significativamente diferente daqueles onde a dentina radicular foi tratada com adesivo dentinário. Ante a presença de uma camada da smear layer removida de forma incompleta e gaps entre a união, a resistência ao deslocamento dos pinos aderidos ocorreu devido à fricção de deslizamento.

Em 2005, Valandro et al. avaliaram a retenção do pino de fibra de vidro, cimentado com três diferentes sistemas adesivos, sem variar o cimento resinoso. Trinta raízes de dentes bovinos com 16 mm de comprimento foram divididas em três grupos: Grupo 1, ScotchBond Multi Uso Plus (3M-ESPE, St Paul, MN, USA); Grupo 2, Single Bond (3M-ESPE, St Paul, MN, USA); Grupo 3, Tyrian SPE / One-Step Plus (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA). Os pinos de fibra de vidro (Reforpost, Angelus, Brasil) foram condicionados com ácido fosfórico 37% por 1 minuto e silanizados (Porcelain Primer), e logo após foram cimentados utilizando-se o cimento resinoso dual EnForce. Os espécimes foram armazenados por 24 horas e então fixados em um dispositivo adaptado e submetidos ao teste de *Pull-out*. O grupo 1 ($30,2 \pm 5,80$) apresentou o maior valor de retenção ($p<0,001$), quando comparado ao grupo 2 ($18,6 \pm 5,83$) e grupo 3 ($14,3 \pm 5,88$), os quais foram estatisticamente semelhantes. Os autores concluíram que o sistema adesivo com condicionamento total em 3 passos gerou maior retenção do pino de fibra, quando comparado com os sistemas monocomponentes com condicionamento total e autocondicionante de dois passos.

Em 2006, Kalkan et al. em um estudo in vitro compararam a resistência adesiva de três sistemas de pinos de fibra de vidro: pinos opacos (Snowpost, Carbotech, Ganges, France), pinos translúcidos (FiberMaster, NTI, Kahla, Germany) e pinos anatômicos (everstick, StickTechLtd, Turku, Finland) em três terços da raiz. Foram usados 60 dentes uniradiculares, os quais foram divididos em 3 grupos ($n=20$) de acordo o tipo de pino. Todos os espécimes foram cimentados com Panavia F (Kuraray, Osaka, Japan) e em seguida, cada grupo foi subdividido em 2 subgrupos para testar a resistência adesiva a 24 horas e uma semana após o procedimento de polimerização. Concluíram que 1) os pinos opacos e pinos anatômicos possuem uma maior resistência adesiva que os translúcidos, 2) os valores de

resistência adesiva através do teste de push-out no terço cervical foi significativamente maior que o terço médio e apical, e 3) não houve diferença significativa nos valores do teste de push-out entre os tempos avaliados (24 horas e 1 semana) para todos os grupos.

Em 2006, Sadek et al. compararam a resistência interfacial imediata e após 24 horas dos pinos de fibra de vidro cimentados com diferentes cimentos resinosos e cimento de fosfato de zinco. Testaram a hipótese de que não existe diferença na retenção dos pinos de fibra cimentados com diferentes tipos de cimentos e não existe diferença na resistência de união nas secções da raiz testada imediatamente e 24 horas depois. Foram seccionados 24 dentes anteriores na união cimento-esmalte e as raízes foram preparadas endodonticamente e obturadas com guta-percha e cimento à base de resina epóxica (AH-26, Dentsply, DeTrey, Konstanz, Germany). Os espaços para os pinos foram preparados a uma profundidade de 9 mm e os espécimes foram aleatoriamente divididos em cinco grupos (n=5) para a cimentação do pino (FRC Postec post plus, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein). O grupo 1 foi cimentado com All Bond/Duo Link (Bisco Inc., Schaumburg, IL), o grupo 2 com Optibond solo plus dual cure/Nexus 2 (Kerr Dental, Orange, CA), o grupo 3 com Multilink (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein), o grupo 4 com Relyx Unicem (3M ESPE, St Paul, MN, USA) e o grupo 5 com cimento de fosfato de zinco. Depois da cimentação, cada espécime foi seccionado transversalmente, numa espessura de 1 mm. Os espécimes foram aleatoriamente divididos para se realizar o teste de push-out imediato e de 24 horas usando uma velocidade de 0,5 mm/min. O tipo de cimento e o tipo de teste afetou significativamente à resistência de união do pino de fibra cimentado ($p<0.05$). Entretanto, a interação entre esses dois fatores não foi significativo ($P>0.05$). Os espécimes cimentados com cimentos resinosos e testados após 24 horas exibiram significativamente resistência de união mais alta que aqueles testados imediatamente ($p<0,05$). Não se encontraram diferenças para os espécimes cimentados com fosfato de zinco quando foram testados imediatamente e após 24 horas ($p>0,05$). Dentro das limitações do estudo, concluiu-se que a resistência de união pode aumentar depois das 24 horas e que a resistência de união é predominantemente devida à retenção friccional.

Recentemente, um novo cimento com base em resina tem sido promovido no mercado e que combina o uso do adesivo e cimento em uma aplicação só, eliminando a necessidade de pré-tratamento do dente e a restauração. As propriedades desse adesivo são monômeros ácidos que desmineralizam e infiltram o substrato dentário, resultando em uma retenção

micromecânica. Tem sido sugerido que reações secundárias provêm da adesão química à hidroxiapatita, uma característica provada somente para os ionômeros de vidros.

Em 2004, Munk et al. avaliaram o comportamento adesivo do cimento autoadesivo Relyx Unicem (3M ESPE, St Paul, MN, USA) ao esmalte e à dentina utilizando teste de resistência à microtração. A resistência à microtração do Relyx Unicem com e sem ataque ácido prévio do esmalte e dentina foi determinado após 24 horas de armazenagem em água e comparado à efetividade adesiva do cimento controle (Panavia F, Kuraray, Osaka, Japan). A resistência à microtração de Relyx Unicem ao esmalte foi significativamente mais baixa do que o cimento controle, no entanto não foi encontrada diferença significativa quando ambos os cimentos foram aderidos à dentina. O condicionamento ácido prévio à aplicação do Relyx Unicem melhorou a resistência adesiva ao esmalte, mas diminuiu a resistência adesiva na dentina. Concluíram que: 1) devido ao fato de o Relyx Unicem ser um cimento que apresenta alta viscosidade, este deve ser aplicado com pressão, para segurar a adaptação íntima às paredes da cavidade, 2) o cimento inter-atua superficialmente com a dentina; 3) a melhor resistência adesiva com o cimento auto-adesivo é obtida através de um ataque ácido seletivo ao esmalte prévio à cimentação.

Kececi, Ureyen e Adanir (2008) compararam através do teste de push-out a resistência adesiva de um cimento resinoso auto-adesivo (RelyX Unicem, 3M ESPE, Seefeld, Germany) com um cimento resinoso de dupla polimerização (Variolink II, Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) usado para cimentar 4 diferentes tipos de pinos. Foram divididos 80 incisivos centrais superiores em 8 grupos (n=10), cortados ao nível da união cimento-esmalte, tratados endodonticamente e restaurados com um dos seguintes sistemas de pinos: grupos 1 ao 4: pino de fibra de quartzo translúcido FRC; grupos 5 e 6: pino de fibra de vidro opaco FRC; grupo 7 e 8: pino anatômico. A cimentação foi feita com Variolink II para os grupos 1,3,5 e 7, e com o cimento RelyX Unicem para os grupos 2,4,6 e 8. O teste de Push-out foi aplicado com a velocidade de 1 mm/min e o tipo de fratura foi avaliado. Concluíram que a resistência adesiva pode ser afetada pelo tipo de cimento utilizado e o tipo de pino. Os espécimes cimentados com Variolink II e as diferentes combinações de pinos resultaram em valores de resistência adesiva maior do que os cimentados com RelyX Unicem.

Em 2008, Wang et al. avaliaram in vitro, através do teste de push-out, a resistência adesiva das diferentes regiões do canal radicular, usando dois tipos de pinos (C-post e Aestheti-Plus) e dois tipos de sistemas adesivos: convencional de dois passos (One-Step

Plus/C&B Cement) e auto-adesivo (RelyX Unicem). Foram usados 24 incisivos centrais superiores, os quais foram divididos em 4 grupos A1, A2, B1 e B2 (n=6). Os dentes foram cortados na união cimento-esmalte, tratados endodonticamente e o espaço do canal preparado para receber o pino: grupos A1 e A2, pino de fibra de carbono (C-post) e; grupos B1 e B2, pino de fibra de quartzo (Aestheti-Plus). A cimentação foi feita com One-Step Plus/C&B Cement para os grupos A1 e B1 e, com o cimento RelyX Unicem para os grupos A2 e B2. Os dentes foram cortados obtendo-se corpos de prova de 2 mm e o teste de Push-out foi aplicado a uma velocidade de 0,5 mm/min. Concluíram que o pino de fibra de quartzo cimentado com o sistema adesivo convencional de dois passos proporcionou melhor retenção do que o pino de fibra de carbono usando o sistema auto-adesivo. O terço cervical do canal radicular foi mais retentivo do que o terço apical.

2.3 CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO

O cimento de ionômero de vidro convencional é um material autopolimerizável que consiste em alumina, sílica e ácido poliacrílico, cujo mecanismo de adesão primário à estrutura dentária é químico. Ele forma uma adesão iônica com a hidroxiapatita na superfície da dentina e obtém uma retenção micromecânica à superfície dos cristais da hidroxiapatita (DIAZ-ARNOLD; VARGAS; HASELTON, 1999; SCHWARTZ, 2006).

Quando aplicado o cimento de ionômero de vidro, a superfície é limpa e então tratada com um ácido de baixa formulação que remove as bridas da superfície da dentina, a capa da smear layer expõe os cristais de hidroxiapatita. Devido ao fato de que esse cimento conta com uma adesão iônica à hidroxiapatita, ácidos fortes devem ser evitados porque poderiam causar uma eliminação total do mineral a partir da superfície da dentina (SCHWARTZ, 2006). O cimento de ionômero de vidro é o único material auto-adesivo à estrutura dental sem a necessidade de pré-tratamento da superfície; no entanto, o pré-tratamento com um ácido condicionador poliacrílico para a remoção da smear layer tem mostrado melhora na adesão do cimento à dentina e eficiência no selamento (SCHWARTZ, 2006; PEGORARO; SILVA; CARVALHO, 2007).

O ionômero de vidro tem melhor resistência compressiva (90-230 MPa) do que o cimento de fosfato de zinco, resistência tensional mais baixa do que os agentes resinosos

adesivos (BACHICHA et al., 1998), possui propriedade cariostática devido à liberação de flúor, além de uma sensibilidade pós-operatória reduzida e resistência à microinfiltração provada por mais de 15 anos (MCLEAN, 1996). Ademais, apresenta menor solubilidade in vivo do que os cimentos de fosfato de zinco e policarboxilato, devido à reação entre o ácido poliacrílico e o vidro de fluoraluminosilicato, o qual resulta num material sólido mais resistente à solubilidade (HERSEK; CANAY, 1996). Mas assim, como as resinas adesivas, os ionômeros de vidro perdem resistência adesiva através do tempo (SCHWARTZ, 2006).

Muitos dos cimentos de ionômero de vidro atuais contêm uma resina de dupla polimerização que permite uma rápida polimerização sobre as superfícies e são nomeados como ionômeros de vidro modificados com resina (SCHWARTZ, 2006). A resina hidrofílica presente na composição absorve lentamente a água, fazendo com que a película de cimento seja gradualmente expandida, podendo, possivelmente, causar fratura vertical de raízes reconstruídas com pinos endodônticos (DIAZ-ARNOLD; VARGAS; HASELTON, 1999; MORGANO; RODRIGUES; SABROSA, 2004). A modificação química do ionômero de vidro convencional com a adição de grupos metacrilato ou monômeros polimerizáveis tem produzido um material com os benefícios do ionômero de vidro convencional, como a adesão química ao tecido calcificado, em combinação com os benefícios das resinas, como uma resistência compressiva melhorada, resistência à fratura e ao desgaste (KNOBLOCH et al., 2000). Além disso, é um material que se caracteriza por ser insolúvel em fluidos orais, com possibilidade de ser fotoativado (MORGANO; RODRIGUES; SABROSA, 2004), e de fácil mistura (DIAZ-ARNOLD; VARGAS; HASELTON, 1999) incluindo o fato da capacidade de adesão a materiais de compósito. O ionômero de vidro é auto-adesivo devido ao uso de um polímero policarboxilo de alto peso molecular, diferente dos adesivos de autocondicionamento das resinas que usam monômeros ácidos de baixo peso molecular (PEGORARO; SILVA; CARVALHO, 2007).

YLI-URPO et al. (2004) mostrou que os ionômero de vidro reforçados com resina apresentam BioGlass, que tem o potencial de mineralizar a dentina. Em contato com saliva, esses materiais promovem a precipitação do fosfato de cálcio sobre a superfície da dentina. A habilidade desses materiais em precipitar os minerais sobre a superfície da dentina é um meio promissor para o tratamento da hipersensibilidade dentinária e como forro cavitário.

Os cimentos de ionômero de vidro e os cimentos de ionômero de vidro reforçados com resina se aderem à dentina por mecanismos micromecânicos e químicos. Embora eles se

contraíam só durante seu assentamento, a propriedade viscoelástica lhe permite uma maior preservação da integridade adesiva do que a rigidez dos cimentos resinosos (CURY et al., 2006).

Em 2000, Knobloch et al. avaliaram a resistência à fratura de três cimentos resinosos (Panavia 21, Kuraray, Osaka, Japan; Enforce, Dentsply Milford, Del. e; C&B Metabond, Parkell, Farmingdale, NY, USA), três ionômeros de vidro reforçados com resina (Advance, Dentsply, Milford, Del.; Vitremer, St Paul, MN, USA e; Fuji Duel, GC Corp., Chicago, Ill) e um ionômero de vidro convencional (Ketac-Cem, 3M ESPE, Norristown, Pa) após 24 horas e 7 dias de armazenagem. Demonstraram que a resistência à fratura dos cimentos de ionômero de vidro reforçado com resina Vitremer foi inicialmente mais baixa, o qual sugere que dentro das primeiras horas ou dias é importante que a restauração não seja submetida a estresse ou força. Aos 7 dias, a resistência à fratura do cimento Vitremer não foi diferente dos cimentos modificados com resina Advance ou Fuji Duel. Entretanto, a restauração poderia falhar devido às microfendas no cimento, as quais permitem, além da inibição da água, a degradação do cimento. Concluíram que a resistência à fratura dos cimentos resinosos foram maiores do que nos outros cimentos. No entanto, os ionômeros de vidro reforçados com resina exibiram um aumento da resistência à fratura aos 7 dias e apresentaram maior resistência à fratura do que o ionômero de vidro convencional.

A expansão higroscópica pós-maturação do ionômero de vidro e o ionômero de vidro reforçado com resina compensam sua contração de assentamento inicial. Isso poderia resultar em uma maior adaptação do cimento ao substrato (CURY et al., 2006).

Um estudo recente de push-out realizado por Goracci et al. (2005a), diz que a resistência ao deslocamento do pino de fibra é dada pela fricção por deslizamento entre duas superfícies, em lugar de uma verdadeira adesão à dentina radicular. O aumento da resistência friccional ao deslocamento do pino, via expansão higroscópica, poderia ser uma aproximação pragmática à retenção do pino de fibra no espaço do canal radicular. Desidratar completamente a dentina intrarradicular de um dente tratado endodonticamente com o uso de pontas de papel absorvente é impossível (CHERSONI et al., 2005), e essa água residual dentro dos túbulos dentinários pode ser vantajosamente utilizada para alcançar a maturação da expansão higroscópica dos ionômeros empregados como agente cimentante do pino de fibra (CURY et al., 2006).

Em 2006, Cury et al. avaliaram o efeito da absorção da água sobre a resistência ao deslocamento de diferentes materiais usados para cimentação de pinos de fibra de vidro. Cinquenta pinos de fibras de vidro foram cimentados com cinco diferentes tipos de cimento formando cinco grupos experimentais (n=10). Foram utilizados dois cimentos resinosos de dupla polimerização (RelyX ARC, 3M ESPE, St Paul, MN, USA e; Unfil Core, CG Corp., Chicago Ill), um cimento de ionômero de vidro convencional (Ketac-Cem, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) e dois ionômeros de vidro reforçados com resina (Fuji Plus e Fuji Cem, GC Corp., Chicago, Ill). Para cada grupo, a metade dos espécimes foi aleatoriamente selecionada para um segundo selamento apical. O grupo experimental foi armazenado em água, enquanto que o grupo controle, que recebeu selamento coronal, foi armazenado em óleo. Cortes de 1 mm foram feitos em cada dente, e o teste de push-out foi realizado. Não houve diferença estatisticamente significativa na resistência de retenção entre os cimentos de resina armazenados com água ou óleo. Contrariamente, os cimentos de ionômero de vidro e ionômeros de vidro reforçados com resina apresentaram aumento de resistência da retenção após a absorção de água. Concluíram que como o fator da configuração da cavidade ameaça a integridade da adesão à dentina no canal radicular, a estratégia que permite obter um aumento da resistência friccional para impedir o deslocamento do pino via expansão higroscópica dos materiais de ionômero de vidro pode ser uma aproximação pragmática na retenção do pino de fibra.

2.4 TESTES UTILIZADOS PARA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA ADESIVA

A resistência adesiva se refere à força por área unitária requerida para romper a adesão entre o material adesivo e a dentina. É usualmente descrito em megapascal (MPa), que é Newton (Nw) por milímetro quadrado (mm^2) (SCHWARTZ, 2006).

Tem-se sugerido que um estresse não uniforme pode ser gerado na interface adesiva quando o teste de push-out é aplicado em um pino inteiro ou em uma secção espessa da raiz. Isso poderia explicar os relativos baixos níveis de resistência adesiva que têm sido reportados quando se aplica esse método de adesão. Usando pequenos espécimes, o teste de microtração permite uma distribuição do estresse mais uniforme ao longo da interface aderida. Em adição, essa técnica é capaz de medir a resistência adesiva de áreas muito pequenas como a parte

interna do canal radicular. Também permite o acesso de diferentes regiões em adesão a três níveis do canal radicular.

O teste de microtração tem sido aplicado para avaliar resistência adesiva dos canais radiculares tratados com diferentes soluções de irrigação e sistemas adesivos, mas não tem sido ainda aplicado para quantificar a adesão alcançada nas interfaces pino/cimento/adesivo/dentina quando um pino pré-fabricado é cimentado dentro do canal radicular preparado simulando uma condição clínica (GORACCI et al., 2004).

O teste de push-out foi usado primeiramente para avaliar adesão à dentina radicular, dando uma melhor estimativa da resistência adesiva que o convencional teste de compressão, devido ao fato de que a fratura ocorre paralela à interface adesivo/dentina. Em adição, o teste de push-out tem sido considerado mais dependente do que o teste de microtração para adesão dos pinos, porque o teste de microtração apresenta um alto número de falhas prematuras que ocorrem durante o preparo do espécime. Por outro lado, o teste de push-out tem a vantagem de permitir simular as condições clínicas mais de perto (KECECI; UREYEN; ADANIR, 2008).

O teste de push-out é baseado no estresse compressivo na interface entre dentina e cimento assim como entre cimento e pino, o qual é comparável com o estresse sujeito a condições clínicas (FRANKENBERGER; KRAMER; PETSCHT, 1999). Levando-se em consideração a relativa baixa adesão radicular do pino de fibra de vidro, Goracci et al. (2004) notaram que o teste de push-out parece ser o teste mais fidedigno para medir adesão de pino de fibra de vidro à dentina radicular comparada com testes de microtração modificados e convencionais. A distribuição não uniforme do estresse é um inconveniente do teste de push-out quando este é executado na extensão total do pino (GALLO et al., 2002) ou sobre uma secção da raiz (ASMUSSEN; PEUTZFELDT; SAHAFI, 2005). Para vencer esse problema, a técnica original do push-out foi modificada para corpos de prova de 1 mm de espessura contendo a raiz com o pino de fibra (FRANKENBERGER et al., 1999; GORACCI et al., 2004; GORACCI et al., 2007). O uso de corpos de prova com maior espessura aumenta a área de fricção e pode permitir uma sobreestimação da resistência adesiva. É importante o uso de um sistema de alinhamento no teste de push-out para assegurar que a força seja concentrada na interface adesiva. Se a força não estiver completamente centralizada, a fricção com parte da parede da dentina pode ser aumentada, modificando o resultado. O risco de fricção é mais alto com fatias de maior espessura e com pinos cilíndricos do que pinos cônicos (DURÃO et al., 2007).

Em 2004, Goracci et al. compararam o teste de push-out e as variantes do teste de microtração na habilidade de medir detalhadamente a resistência adesiva dos pinos de fibra

cimentados dentro do canal radicular. O estudo também avaliou, em cada teste, a existência de diferença significativa nas condições de adesão criada nos diferentes níveis da raiz utilizando dois cimentos resinosos. Foram utilizados para o estudo 30 dentes maxilares superiores, aleatoriamente divididos em dois grupos (n=15), dependendo do agente cimentante. No grupo A, os dentes foram cimentados com Variolik II (Ivoclar-vivadent, Schaan, Liechtenstein), e no grupo B foi utilizado o cimento auto-adesivo Relyx Unicem (3M ESPE, St Paul, MN, USA). Em cada grupo foram utilizados três dentes para fazer o teste de push-out e 12 dentes para o teste de microtração com suas variações (com e sem desgaste). O maior número de falhas prematuras (16,9% no grupo A, 27,5% no grupo B) e um alto valor no desvio-padrão tornaram questionável a confiabilidade do teste de microtração com desgaste. Com o teste sem desgaste, a maioria dos espécimes falhou prematuramente durante a fase do corte. Portanto, pode-se dizer que as duas variações de teste de microtração não permitiram uma comparação confiável nas propriedades adesivas. Para o teste de push-out não houve falhas prematuras, a variabilidade da data de distribuição foi aceitável e as diferenças regionais na resistência adesiva da raiz puderam ser observadas. Concluíram que, na medição da resistência adesiva dos pinos de fibra cimentados, o teste de push-out parece ser mais confiável do que o teste de microtração.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

Diante dos aspectos discutidos na revisão da literatura, o objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar, por meio do teste de push-out, realizado após 24 horas e aos seis meses, a resistência de união do pino de fibra de vidro à dentina cimentado com quatro tipos de agentes cimentantes: ionômero de vidro reforçado com resina (Fuji PlusTM, GC Corp., Tokyo, Japan), cimento resinoso usando sistema adesivo convencional de 3 passos de aplicação (RelyXTM ARC + Scotchbond Multipurpose, 3M ESPE, St Paul, MN, USA), cimento resinoso usando sistema adesivo autocondicionante de 1 passo de aplicação (PanaviaTM F, Kuraray, Osaka, Japan) e cimento resinoso autoadesivo (BiscemTM, Bisco Inc., Schaumburg, IL). Também, após o teste de push-out, analisar o modo de fratura de todos os espécimes por meio de microscopia óptica de fluorescência em 40 vezes de aumento, testando as seguintes hipóteses nulas:

- Não haverá diferença significativa na resistência de união dos agentes cimentantes testados.
- A resistência de união dos cimentos testados não varia em função do tempo de armazenagem (24 horas e seis meses).
- Não haverá diferença significativa na resistência de união entre os terços do dente (cervical, médio e apical).

4 Material e métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada na Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo, no Centro Integrado de Pesquisa (CIP I), e aprovada pelo comitê de ética em Estudos em Seres Humanos da Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo, sob o protocolo de número 135/2007 (ANEXO A).

Escolha dos dentes

Foram selecionados 80 dentes humanos uniradiculares (incisivos centrais, caninos superiores e pré-molares inferiores), extraídos por razões periodontais, que apresentassem raiz reta com comprimento entre 15-18 mm (Figura 1). Os dentes foram adquiridos no Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo (ANEXO B), e permaneceram armazenados em cloramina a 0,5%, até que fossem preparados.

Adequação dos dentes e tratamento endodôntico

Inicialmente, as porções coronárias de todos os dentes foram removidas ao nível da união cimento-esmalte, em baixa velocidade, com disco de aço diamantado (Extec, CT, USA) em uma máquina de corte (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, USA) sob refrigeração constante de água (Figura 2 e 3).

Cada remanescente radicular foi tratado endodonticamente, de acordo com a técnica escalonada regressiva, até a lima 45 (International Standardization Organization (ISO)) na constrição apical, com comprimento de trabalho 1 mm aquém do ápice, por meio de limas de aço inoxidável K-files (Maillefer/Dentsply, New York, USA). O canal foi irrigado com hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2,5% e ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) a 17% alternadamente (BOSCHIAN et al., 2002). Ao término da instrumentação, os canais foram lavados com água destilada e secos com pontas de papel absorvente (Tanari, Tamariman Industrial LTDA, Macaçaruru-AM). A obturação foi executada com guta-percha e pasta obturadora a

Figura 1 - Canino superior utilizado na pesquisa. A) vista frontal, B) vista lateral, C) raiz de 17 mm de comprimento

Figura 2 - Máquina de corte Isomet 100 (Buehler, Lake Bluff, USA)

Figura 3 - Corte do espécime no nível da união cimento-esmalte

base de hidróxido de cálcio, Sealer 26 (Maillefer/Dentsply, New York, USA), usando a técnica de condensação lateral. A embocadura do canal foi fechada com ionômero de vidro restaurador convencional KetacTM Cem (3M, ESPE, St Paul, MN, USA), para se evitar contaminação, e as raízes armazenadas em água destilada a 37 °C por uma semana.

Cimentação dos pinos

Após uma semana de armazenamento em água destilada, o ionômero de vidro restaurador foi removido e o conduto radicular alargado em baixa velocidade e refrigeração constante de água com brocas proporcionadas pelo fabricante, correspondente ao sistema de pino No. 2 do kit D.T. Light Post (Bisco Inc., Schaumburg, IL), a uma profundidade de 10 mm, tomando-se o cuidado de se deixar um mínimo de 4 mm de selamento apical.

Os 80 espécimes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos (n=20), de acordo com o tipo de cimento utilizado: grupo I, cimento de ionômero de vidro reforçado com resina (Fuji PlusTM, GC Corp., Tokyo, Japan); grupo II, cimento resinoso, usando-se sistema adesivo convencional de 3 passos de aplicação (RelyXTM ARC + Scotchbond Multi-purpose, 3M ESPE, St Paul, MN, USA); grupo III, cimento resinoso usando sistema adesivo autocondicionante de 1 passo de aplicação (PanaviaTM F, Kuraray, Osaka, Japan), grupo IV, cimento resinoso auto-adesivo (BisCemTM, Bisco Inc., Schaumburg, IL). Posteriormente, cada grupo foi subdividido em dois subgrupos (n=10), de acordo com o tempo de armazenagem: 24 horas e seis meses. A composição dos cimentos e adesivos utilizados encontra-se na Tabela 1.

Antes da cimentação, os pinos de fibra de vidro No. 2 D.T. Light Post (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) foram provados nos canais radiculares já preparados e cortados deixando-se um excesso de 2 mm da entrada do canal radicular. Em seguida, os pinos de fibra de vidro foram limpos com solução de etanol a 95%, secos; e os canais radiculares irrigados com hipoclorito de sódio ao 2,5%, lavados com água destilada, secados com pontas de papel absorvente (Tanari, Tamariman Industrial LTDA, Macaçaruru-AM). Os procedimentos para a cimentação dos pinos de fibra de vidro e as especificações dos fabricantes estão sinteticamente descritos na Tabela 2.

Tabela 1 - Composição química dos cimentos e sistemas adesivos utilizados

CIMENTO	SISTEMA ADESIVO
GC Fuji Plus™ GC Corporation , Tokyo, Japan Lote No. 0506027	
Vidro de alumino-silicato, HEMA, ácido poliacrílico, TEGDMA	
RelyX™ ARC 3M ESPE, St Paul, MN, USA Lote GAHB	Scotchbond™ Multipurpose 3M ESPE, St Paul, MN, USA
Sílica tratada com silício, dimetacrilato de 2,2 etilenodioxidietilo, metacrilato de bisfenol diglicidil éter, polímero dimetacrilato funcionalizado	Ácido fosfórico (Lote 6GK): água, ácido ortofosfórico, sílica amorfa sintética; Primer (Lote 7BJ): água, metacrilato de 2-hidroxietila, copolímero de ácido policarboxílico; Adesivo (Lote 7PX): bismetacrilato de (1-metiletilideno) Bis [4,1-fenilenooxi(2-hidroxi-3,1-propanodiilo)], metacrilato de 2-hidroxietila.
Panavia™ F Kuraray Medical Inc., Osaka, Japan Lote No. 51199	ED Primer A & B Kuraray Medical Inc., Osaka, Japan Lote No. 51199
Pasta A: sílica silanizada, sílica coloidal, bisfenol A polietoxi dimetacrilato, 10-metacriloloxidecil dihidrogênio fosfato, dimetacrilato hidrofóbico e hidrofílico, peróxido de benzoila e canforoquinona; Pasta B: vidro silanizado de bário, óxido silanizado de titânio, fluoreto de sódio, sílica coloidal, bisfenol A polietoxi dimetacrilato, dimetacrilato hidrofílico, dimetacrilato hidrofóbico, n,n'-dietanol-p-toluidina, sulfinato de sódio 2,4,6-triisopropil benzeno.	ED Primer A: 2-hidroxietil metacrilato, 10-metacriloloxidecil dihidrogênio fosfato, ácido n-metacrilol 5-aminosalicílico, n,n'-dietanol p-toluidina e água; ED Primer B: ácido n-metacrilol 5-aminosalicílico, sulfinato benzínico de sódio, n,n'-dietanol p-toluidina e água.
BisCem™ Bisco Inc. Schaumburg, IL, USA Lote No. 0700006384	
Bis (Hidroxietil metacrilato) fosfato (Base), tetraetileno glicol dimetacrilato, partículas de vidro.	

HEMA – Hidroxietil metacrilato; TEGDMA – Trietileno glicol dimetacrilato; Bis-GMA – Bisfenol glicidil dimetacrilato

Tabela 2 - Cimentos utilizados e resumo do procedimento de cimentação

Grupo No.	Cimento	Sistema Adesivo	Marca comercial	Procedimento
I	Fuji Plus TM		GC Corp., Tokyo, Japan	Ativação da cápsula
II	RelyX TM ARC	Scotchbond TM Multipurpose	3M ESPE, St Paul, MN, USA	Condicionamento com ácido fosfórico a 37% (15 s), lavar com água (5 s), secar com ar; Primer (Adper Scotchbond TM Multi-purpose) (20s) e secar com ar; Adesivo(Adper Scotchbond TM Multi-purpose) fotopolimerização (20 s), RelyX TM ARC (Clicker) base+catalisador 1:1, fotopolimerização (40 s)
III	Panavia TM F	ED Primer A & B	Kuraray, Osaka, Japan	ED Primer A+B 1:1 (60 s), secar com ar, Panavia TM F 2.0 base+catalisador 1:1, fotopolimerização (40 s)
IV	BisCem TM		Bisco Inc., Schaumburg IL, USA	Ativação da ampola, fotopolimerização (40 s)

Grupo I: após a ativação da cápsula pré-dosificada do cimento de ionômero de vidro reforçado com resina (Fuji PlusTM, GC Corp., Tokyo, Japan), esta foi levada a um amalgamador Caulk Vari-Mix II-M (Dentsply International Inc., Toronto, Canadá) e se misturou por 10 segundos à velocidade 4000 RPM. A cápsula foi posicionada na seringa de aplicação de cápsulas GC (GC Corp., Tokyo, Japan) e o material aplicado sobre a superfície do pino o qual foi levado, posicionado dentro do canal radicular e todos os excessos de cimento eliminados.

Grupo II: o gel de ácido fosfórico a 37 % (ScotchbondTM Etchant, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) foi aplicado no canal radicular preparado e deixado em contato com a dentina durante 15 segundos, lavado com água durante 5 segundos e seco, utilizando-se cones de papel absorvente (Tanari, Tamariman Industrial LTDA, Macaçaruru-AM). Usando-se um pincel descartável, foi aplicado condicionador de dentina (Primer, AdperTM ScotchbondTM Multi-purpose, 3M ESPE, St Paul, MN, USA), deixado por 20 segundos e seco logo em seguida com jatos de ar. Logo após, foi colocado, com ajuda de um pincel descartável, o adesivo (AdperTM ScotchbondTM Multi-purpose, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) e fotopolimerizado por 20 segundos com um fotopolimerizador VIP Junior (Bisco Inc.,

Schaumburg, IL, USA) a 400 mV/cm^2 de potência e com incidência da fonte de luz pela porção coronária do dente. Sobre o bloco de espatulação foi dispensado o cimento resinoso RelyXTM ARC (3M ESPE, St Paul, MN, USA), misturado durante 10 segundos, colocado sobre a superfície do pino e este posicionado dentro do canal radicular. Os excessos de cimento foram removidos e o conjunto fotopolimerizado a 400 mV/cm^2 de potência por 40 segundos, com incidência da fonte de luz pela porção coronária do dente.

Grupo III: O sistema adesivo ED Primer II A&B (Kuraray, Osaka, Japan) foi dispensado em partes iguais, misturado e aplicado no canal radicular, deixado por 60 segundos e seco com jato de ar. O cimento PanaviaTM F foi dispensado em um bloco de espatulação na proporção 1:1 e, após manipulação, aplicado sobre a superfície do pino, posicionando-se o mesmo dentro do canal radicular. Todo o excesso de cimento foi eliminado e o conjunto fotopolimerizado por 40 segundos com o fotopolimerizador VIP Junior (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) a 400 mV/cm^2 de potência e com incidência da fonte de luz pela porção coronária do dente.

Grupo IV: a ponta misturadora foi encaixada a uma seringa homogenizadora de tambor duplo; as pastas base e catalizador misturadas, levada sobre a superfície do pino de fibra de vidro, posicionado dentro do canal radicular e o excesso do cimento retirado. A fotopolimerização foi feita por 40 segundos com o fotopolimerizador VIP Junior (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA) a 400 mV/cm^2 de potência e com incidência da fonte de luz pela porção coronária do dente.

Após a cimentação do pino de fibra de vidro, foi feito o fechamento do canal, para se evitar contaminação, com resina composta Z100 (3M ESPE, St Paul, MN, USA) e os dentes armazenados em água destilada a 37°C para garantir o assentamento do cimento simulando condições orais.

Teste de push-out

Os espécimes foram fixados em uma base metálica na máquina de corte (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, USA) e seccionados transversalmente, obtendo-se fatias de 1 mm cada uma (Figuras 4, 5 e 6).

Figura 4 - Fixação do espécime na base metálica da máquina de corte Isomet 100

Figura 5 - Cortes transversais do espécime obtendo corpos de prova de 1 mm

Figura 6 - Corpos de prova obtidos do espécime de cervical para apical

Para realizar o teste de push-out, cada corpo de prova foi posicionado sobre um dispositivo metálico com abertura central maior que o diâmetro do canal, com a porção mais coronária do corpo de prova colocada para baixo, ou seja, a carga seria aplicada de apical para coronal (Figura 7). Para o ensaio de push-out, uma ponta cilíndrica de 0,7 mm de diâmetro foi conectada à máquina de ensaio universal EMIC DL500 (São José dos Pinhais, Paraná, Brasil) e esta induziu uma carga sobre a porção central do pino, sem que a mesma fosse submetida sobre o cimento e/ou dentina. O pino de fibra de vidro foi submetido a uma carga mais paralela possível em relação ao longo eixo da raiz. Essa carga foi transmitida a uma velocidade de 1,0 mm/min até que ocorresse o desprendimento do fragmento que correspondia à porção do pino (Figura 8). O valor máximo atingido durante o ensaio foi, então, registrado em Newtons (N) e logo convertido em megapascal (MPa) (BOSCHIAN et al., 2002; BOLHUIS; GEE; FEILZER, 2005).

O fragmento do pino tinha a forma aproximada de um tronco de cone. Assim sendo, a interface adesiva, independentemente envolvida, teve a área calculada como a da superfície lateral de um tronco de cone (SL) em milímetros quadrados (mm²), através da fórmula:

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

Onde: $\pi = 3.14$, **R** = raio coronal do fragmento de pino, **r** = raio apical do fragmento de pino, e **h** = a espessura do espécime. Tais medidas foram tomadas com um paquímetro eletrônico digital (Starret 727-Z, Itu, SP, Brasil) com resolução de 10⁻³ e exatidão de 0,03 (Figura 9).

Os resultados obtidos foram expressos em Mega Pascal (MPa) pela divisão do valor assinalado pela máquina de ensaios universais (N) pela área de tronco de cone calculada em cada espécime (mm²) (SADEK et al., 2006; BITTER et al., 2006; CURY et al., 2006). A avaliação da resistência de união de cada cimento foi obtida levando em consideração a média geral dos espécimens.

Divisão dos terços

Para cada raiz foram obtidos seis corpos de prova, os quais foram distribuídos de acordo ao terço em, duas fatias cervicais, duas fatias médias e duas fatias apicais para os diferentes grupos de cimentos, obtendo a média total para cada terço.

Figura 7 - Corpo de prova posicionado sobre o dispositivo metálico da máquina de ensaio universal (EMIC). Observe-se que a porção mais coronária do corpo de prova colocada para baixo

Figura 8 - Corpo de prova após aplicação do teste de push-out. Observe-se o pino deslocado do canal radicular

Figura 9 - Medidas do diâmetro (A) e altura (B) do pino de fibra de vidro realizada com o paquímetro eletrônico digital

Avaliação do tipo de falha

Após o fim do teste, os espécimes de cada grupo foram observados em um microscópio óptico de fluorescência (Leitz Wetzlar, Germany) com 40 vezes de aumento, para se determinar o tipo de falha, que foi classificada como: 1) falha adesiva entre dentina e cimento, 2) falha adesiva entre pino e cimento, 3) falha coesiva do cimento, 4) falha coesiva do pino e 5) falha mista, correspondente às diferentes combinações entre os tipos de falha 1,2,3 e 4.

Análise estatística

Os dados obtidos na parte experimental foram agrupados e submetidos à análise de Variância a dois critérios (Two-way ANOVA) para detectar diferenças estatisticamente significativas entre as variáveis: tipo de cimento utilizado e tempo de armazenagem; e entre as variáveis: tipo de cimento utilizado e terço da raiz. Na presença de diferença estatística, foi aplicado o Teste de Tukey, que verificou onde essas diferenças ocorriam. Os testes foram realizados com nível de significância de 5%, utilizando-se o programa estatístico SigmaStat 3.1.

Os dados foram descritos pelos parâmetros de média de valores em Mega Pascal (MPa) e desvio-padrão (DP).

5 Resultados

5 RESULTADOS

Os valores das médias em MPa e desvio-padrão da resistência de união para os cimentos RelyxTM ARC, PanaviaTM F, BisCemTM e Fuji PlusTM, testados após 24 e seis meses, são mostrados na Tabela 3. O teste ANOVA a dois critérios revelou diferença estatisticamente significativa para as variáveis testadas, tipo de cimento utilizado e tempo de armazenagem ($p < 0,001$). O teste também mostrou que a interação entre essas duas variáveis foi significativa ($p < 0,002$) (Tabela 4).

Tabela 3 - Médias e desvio-padrão da resistência de união (em MPa) dos cimentos testados após 24 horas e seis meses

Cimento	Tempo	Número (n=548)	Mediana	Media	DP	Mínimo	Máximo
Fuji Plus	24 horas	69	7,36	7,83	3,32	1,41	16,11
	6 meses	68	8,53	9,77	4,81	1,21	24,30
Relyx ARC	24 horas	68	13,54	13,80	6,51	2,29	26,84
	6 meses	67	19,40	18,68	6,71	2,99	38,50
Panavia F	24 horas	69	8,70	9,44	5,13	1,29	21,99
	6 meses	69	16,53	16,46	5,53	2,82	26,82
Biscem	24 horas	70	7,45	7,54	5,42	0,12	20,78
	6 meses	68	12,26	12,63	5,08	4,37	23,95

Tabela 4 - Análise da variância a dois critérios para o tipo de cimento utilizado e tempo de armazenagem

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F	P
Tipo de Cimento	3	4467,11	1489,03	51,01	<0,001 ^s
Tempo de armazenagem	1	3069,48	3069,48	105,16	<0,001 ^s
Tipo de cimento Vs. Tempo de armazenagem	3	453,65	151,21	5,18	0,002 ^s
Resíduos	540	15761,34	29,18		
Total	547	23762,92	43,44		

s – Diferença estatisticamente significativa

Em relação ao tempo de armazenagem, houve diferença estatística significativa para todos os grupos de cimento: RelyXTM ARC, PanaviaTM F e BisCemTM ($p < 0,001$) e Fuji PlusTM ($p = 0,036$) (Tabela 5). A resistência de união dos cimentos aumentou em função do tempo (Gráfico 1).

Tabela 5 - Resistência de união (em MPa) dos cimentos testados após 24 horas e seis meses. Significância ($p < 0,05$) aplicada para cada tipo de cimento utilizado em função do tempo de armazenagem

Cimento	Tempo	N	Media	DP	P(0<0,05)
Fuji Plus TM	24 horas	69	7,83	3,32	0,036 ^s
	6 meses	68	9,77	4,81	
RelyX TM ARC	24 horas	68	13,80	6,51	P<0,001 ^s
	6 meses	67	18,68	6,71	
Panavia TM F	24 horas	69	9,44	5,13	P<0,001 ^s
	6 meses	69	16,46	5,53	
BisCem TM	24 horas	70	7,54	5,42	P<0,001 ^s
	6 meses	68	12,63	5,08	

s - Diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

Gráfico 1 - Resistência de união (em MPa) dos cimentos testados após 24 horas e seis meses

O RelyXTM ARC apresentou o maior valor de resistência de união após 24 horas ($13,80 \pm 6,51$ MPa), apresentando diferença significativa quando comparado com os outros cimentos ($P < 0,001$). Os valores de resistência de união, após 24 horas, para o PanaviaTM F, BisCemTM e Fuji PlusTM foram de $9,44 \pm 5,13$ MPa; $7,54 \pm 5,42$ MPa e $7,83 \pm 3,32$ MPa, respectivamente, não havendo diferença estatisticamente significativa entre eles quando aplicado o Teste de Tukey (Tabela 6). Para os testes realizados após seis meses de armazenagem em água destilada, os maiores valores de resistência de união foram para o RelyXTM ARC ($18,68 \pm 6,71$ MPa) e o PanaviaTM F ($16,46 \pm 5,53$ MPa), não havendo diferença estatisticamente significativa entre eles ($p = 0,078$). Após seis meses de armazenagem, os valores para o BisCemTM e para o Fuji PlusTM foram de $12,63 \pm 5,08$ MPa e

9,77 ± 4,81 MPa, respectivamente, apresentando diferença estatística significativa entre eles ($p < 0,011$) e entre os outros grupos ($P < 0,001$) (Tabela 7).

Tabela 6 - Teste de Tukey para comparação entre cimentos testados após 24 horas

Cimentos	Diferença de médias	q	P<0,05
RelyX TM ARC vs. BisCem TM	6,26	9,63	<0,001 ^s
RelyX TM ARC vs. Fuji Plus TM	5,97	9,15	<0,001 ^s
RelyX TM ARC vs. Panavia TM F	4,36	6,68	<0,001 ^s
Panavia TM F vs. BisCem TM	1,90	2,93	0,161 ^{ns}
Panavia TM F vs. Fuji Plus TM	1,61	2,47	0,297 ^{ns}
Fuji Plus TM vs. BisCem TM	0,29	0,44	0,989 ^{ns}

s – Diferença estatisticamente significativa, ns – Diferença estatisticamente não significativa

Tabela 7 - Teste de Tukey para comparação entre cimentos testados após seis meses

Cimentos	Diferença de médias	q	P<0,05
RelyX TM ARC vs. BisCem TM	6,05	9,20	<0,001 ^s
RelyX TM ARC vs. Fuji Plus TM	8,91	13,55	<0,001 ^s
RelyX TM ARC vs. Panavia TM F	2,21	3,38	0,078 ^{ns}
Panavia TM F vs. BisCem TM	3,83	5,87	<0,001 ^s
Panavia TM F vs. Fuji Plus TM	6,69	10,26	<0,001 ^s
Fuji Plus TM vs. BisCem TM	2,86	4,36	0,011 ^s

s – Diferença estatisticamente significativa, ns – Diferença estatisticamente não significativa

Os valores das médias em MPa e desvio-padrão da resistência de união dos terços da raiz (cervical, médio e apical) para cada grupo de cimento, avaliados após 24 horas e seis meses, são mostrados na Tabela 8. Quanto à análise feita por terços, pode ser visto que as médias encontradas no terço cervical do canal radicular, para ambos os tempos de armazenagem, foram maiores do que os outros terços, e esses valores foram diminuindo para o terço médio e apical (Gráfico 2 e 3).

Tabela 8 - Médias e desvio padrão da resistência de união (em MPa) dos espécimes avaliados por terços para cada grupo de cimento

Cimento	Tempo	Terço Cervical			Terço médio			Terço Apical		
		N	Média	DP	N	Média	DP	N	Média	DP
Fuji Plus TM	24 horas	20	7,06	3,06	20	7,66	2,85	20	8,71	4,22
	6 meses	20	9,99	5,11	20	8,59	3,27	20	9,19	5,01
RelyX TM ARC	24 horas	20	15,72	5,83	20	13,71	7,35	20	10,36	5,49
	6 meses	20	19,26	4,97	20	18,34	7,33	20	18,56	8,45
Panavia TM F	24 horas	20	10,40	4,42	20	8,60	4,41	20	8,52	6,17
	6 meses	20	20,27	4,71	20	14,16	4,59	20	12,99	4,41
BisCem TM	24 horas	20	9,11	6,57	20	6,30	5,40	20	5,79	3,99
	6 meses	20	14,58	5,41	20	10,66	3,80	20	10,96	4,82

Gráfico 2 – Resistência de união em (MPa) dos espécimes testados após 24 horas, avaliada por terços

Gráfico 3 - Resistência de união em (MPa) dos espécimes testados aos seis meses, avaliada por terços

O teste ANOVA a dois critérios revelou diferença estatisticamente significativa para as variáveis testadas, tipo de cimento utilizado ($p<0,001$) e terço da raiz ($p=0,022$), quando testados após 24 horas, mas não revelou interação significativa entre essas duas variáveis ($p=0,099$) (Tabela 9). Quando aplicado o teste ANOVA a dois critérios para a variável tipo de cimento utilizado e terço da raiz avaliado, após seis meses, foi observada diferença significativa para o tipo de cimento utilizado ($p<0,001$) e o terço da raiz ($p<0,001$), mas não revelou interação significativa entre essas duas variáveis ($p=0,089$) (Tabela 10).

O teste de Tukey foi aplicado para determinar entre quais terços houve diferença significativa. Após 24 horas, observou-se que, para todos os grupos de cimento, houve diferença significativa entre o terço cervical e o apical. No entanto, após seis meses o teste de Tukey mostrou que houve diferença significativa entre o terço cervical e os terços médio e apical (Tabela 11).

Tabela 9 - Análise da variância a dois critérios para o tipo de cimento utilizado e os terços da raiz testados após 24 horas

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F	P
Tipo de Cimento	3	1375,73	458,58	17,26	$<0,001^s$
Terço da raiz	2	206,32	103,16	3,88	$0,022^s$
Tipo de cimento Vs. Terço da raiz	6	287,69	47,95	1,80	$0,009^{ns}$
Resíduos	228	6055,90	26,56		
Total	239	7925,65	33,162		

s – Diferença estatisticamente significativa, ns – Diferença estatisticamente não significativa

Tabela 10 - Análise da variância a dois critérios para o tipo de cimento utilizado e os terços da raiz testados após seis meses

Fonte da variação	GL	SQ	QM	F	P
Tipo de Cimento	3	3106,03	1035,34	36,08	$<0,001^s$
Terço da raiz	2	510,62	255,31	8,89	$<0,001^s$
Tipo de cimento Vs. Terço da raiz	6	320,22	53,37	1,86	$0,089^{ns}$
Resíduos	228	6542,19	28,69		
Total	239	10479,07	43,84		

s – Diferença estatisticamente significativa, ns – Diferença estatisticamente não significativa

Tabela 11 - Teste de Tukey para comparação entre os terços da raiz avaliados após 24 horas e seis meses

Terços da raiz	24 Horas	Seis meses
	$P<0,05$	$P<0,05$
Terço Cervical Vs. Terço Apical	$0,017^s$	$<0,001^s$
Terço Cervical Vs. Terço Médio	$0,156^{ns}$	$<0,001^s$
Terço Médio Vs. Terço Apical	$0,648^{ns}$	$1,000^{ns}$

s – Diferença estatisticamente significativa, ns – Diferença estatisticamente não significativa

O tipo e a distribuição do tipo de falha apresentado nos espécimes após a aplicação do teste de push-out após 24 horas e seis meses é mostrado na Tabela 12. A observação ao microscópio óptico de fluorescência em 40 vezes de aumento mostrou que o tipo de falha mais freqüente nos espécimes foi a falha mista (85,49%) (Gráfico 4), composta por várias combinações entre os diferentes tipos de fratura.

Tabela 12 - Distribuição dos tipos de falha após o teste de push-out após 24 horas e aos seis meses

		Push-out 24 horas					Push-out 6 meses				
	Tipo de falha	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Total	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Total
1	Adesiva entre dentina e cimento	0	16	4	6	26	0	3	1	5	9
2	Adesiva entre pino e cimento	0	4	0	0	4	8	6	0	0	14
3	Coesiva do cimento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Coesiva do pino	0	0	0	0	0	0	4	3	3	10
5	Falha mista										
	1 e 2	64	26	63	63	216	56	38	45	50	189
	1 e 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1 e 4	0	1	0	0	1	0	0	1	1	2
	1, 2 e 3	3	0	0	0	3	0	3	0	0	3
	1, 2 e 4	1	7	0	1	9	1	4	10	6	21
	1, 3 e 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3 e 4	0	11	2	0	13	0	1	4	2	7
	2 e 4	1	3	0	0	4	3	8	5	1	17
	N=	69	68	69	70	276	68	67	69	68	272

Gráfico 4 - Porcentagem do tipo de fratura apresentada nos espécimes testados

Na avaliação do tipo de fratura, por meio do microscópio óptico de fluorescência 40X, observou-se em algumas amostras o deslocamento do pino de fibra de vidro das paredes do conduto radicular e foi possível observar regiões onde parte da resina que envolve o pino permanecia unida à dentina, caracterizando falhas coesivas entre as fibras de vidro e resina de revestimento ou deslocou-se deixando as fibras expostas (1,83%). Por outro lado, alguns dos espécimes mostraram falhas de tipo adesivo entre o cimento e a dentina (6,39%) e outras falhas adesivas entre o pino e o cimento (3,29%). (Tabela 13). Falhas coesivas do cimento só foram observadas em combinação com outros tipos de falhas.

Tabela 13 - Distribuição total em porcentagem dos tipos de falha

	Tipo de falha	No. De falhas	Porcentagem (%)
1	Adesiva entre dentina e cimento	35	6,39%
2	Adesiva entre pino e cimento	18	3,29%
3	Coesiva do cimento	0	0,00%
4	Coesiva do pino	10	1,83%
5	Falha mista		
	1 e 2	405	73,90%
	1 e 3	0	0,00%
	1 e 4	3	0,55%
	1, 2 e 3	6	1,09%
	1, 2 e 4	30	5,47%
	1, 3 e 4	0	0,00%
	3 e 4	20	3,65%
	2 e 4	21	3,83%
	Total	548	100,00%

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

Desde a introdução dos pinos de fibra de vidro, esforços contínuos têm sido realizados para controlar os efeitos adversos causados durante a cimentação intrarradicular, seja melhorando a qualidade dos sistemas adesivos (NGOH et al., 2001; MORRIS et al., 2001), oferecendo condições mais favoráveis ao tratamento da dentina radicular (BOUILLAGUET et al., 2003), ou criando novas alternativas de união. Esses esforços têm o intuito de tentar solucionar falhas clínicas de descimentação de pinos de fibras originadas devido a possíveis falhas na interface cimento/dentina radicular em função do tempo (MONTICELLI et al., 2003).

Este estudo avaliou a resistência à união do pino de fibra de vidro à dentina, levando em consideração duas variáveis: tipo de cimento utilizado e tempo de armazenagem.

A hipótese nula proposta, de que não haveria diferença significativa na resistência de união entre os tipos de cimentos testados, foi rejeitada. Assim, os resultados obtidos nesta pesquisa confirmaram trabalhos prévios como os de Love e Purton (1998); Knoblock et al. (2000); Cheylan, Gonthier e Degrange (2002); Bolhuis, Gee e Feilzer (2005) e Durão et al. (2007), de que a maior resistência adesiva é dada pelos cimentos resinosos incorporados a cimentos de ionômero reforçado com resina.

Neste estudo, o cimento resinoso RelyXTM ARC obteve os maiores valores de resistência de união para ambos os tempos de armazenamento de 24 horas e seis meses ($13,80 \pm 6,51$ MPa e $18,68 \pm 6,71$ MPa, respectivamente). Esses resultados estão de acordo com estudos recentes como os de Bitter et al. (2004); Goracci et al. (2005a); Kececi, Ureyen e Adanir (2008) e Wang et al. (2008), que demonstraram que a maior resistência adesiva acontece quando pinos de fibra de vidro são cimentados com cimentos resinosos utilizando condicionamento com ácido fosfórico e sistemas adesivos convencionais. As observações do estudo de Goracci et al. (2005b) sugerem que as diferenças apresentadas entre os sistemas adesivos poderiam ser parcialmente atribuídas à habilidade dos adesivos dentinários ou cimentos resinosos auto-adesivos de infiltrarem-se na dentina através da camada de smear layer. O uso do ácido fosfórico, prévio ao condicionamento com primer e adesivo separadamente, permite a remoção da smear layer sobre a dentina radicular e dos smear plugs nas embocaduras dos túbulos dentinários formados durante o preparo radicular do espaço do pino, permitindo uma efetiva retenção micromecânica do cimento resinoso (BOSCHIAN et al., 2002; GORACCI et al., 2005b).

Sabe-se que as técnicas para adesão à dentina intrarradicular são baseadas no conhecimento adquirido a partir da adesão à dentina coronária. No entanto, as características de adesividade da dentina radicular podem diferir, em termos de conteúdo de umidade requerida nos espaços inter-tubulares, para a aplicação de adesivos de condicionamento total, da habilidade de obter um razoável grau de conversão quando adesivos fotoativados são polimerizados desde o topo do pino, e do potencial para aliviar os estresses das contrações por polimerização durante o assentamento do cimento resinoso (PIRANI et al., 2005).

O grupo cimentado com PanaviaTM F, quando avaliado após 24 horas, apresentou diferença significativa com relação ao RelyxTM ARC ($p < 0,001$), porém a resistência de união não foi estatisticamente significativa com relação ao BisCemTM ($p = 0,161$) e ao Fuji PlusTM ($p = 0,297$), sendo o valor de resistência de união de $9,44 \pm 5,13$ MPa. No entanto, a resistência de união do PanaviaTM F melhorou quando testado após seis meses de armazenagem ($16,46 \pm 5,53$ MPa), atingindo um comportamento semelhante ao RelyxTM ARC ($p = 0,078$) e apresentando diferença significativa comparado aos outros cimentos ($p < 0,001$). O uso de adesivos autocondicionantes de um passo de aplicação como o ED Primer, é capaz de condicionar a dentina através da smear layer e formar uma delgada camada híbrida parcialmente desmineralizada. Segundo Bitter et al. (2004), a presença de uma camada híbrida reduzida poderia ser consequência da inabilidade do monômero para penetrar através da smear layer. É especulado, também, que a acidez do primer poderia ser neutralizada pelos componentes minerais da smear layer, favorecendo a redução na penetração do primer na dentina subjacente (BITTER et al., 2006).

Outro aspecto que também merece discussão refere-se à incompatibilidade química existente entre os monômeros resinosos ácidos, encontrados na camada do adesivo não polimerizada, inibida pela reação com o oxigênio presente na superfície, e as aminas terciárias contidas nos cimentos de polimerização química e dual (TAY et al., 2003; TAY et al., 2004). O mecanismo de presa de cimentos resinosos de polimerização dual é usualmente baseado numa reação de óxido-redução (REDOX) do peróxido de benzoíla com aminas terciárias aromáticas, representadas pela pasta catalisadora e base respectivamente. Uma ou ambas as pastas contêm um componente foto-sensível (canforoquinona), o qual é responsável pelo mecanismo foto-ativado de presa. Após a mistura das pastas, e até que a mistura seja foto-ativada, o tempo de trabalho adequado é controlado por inibidores presentes na reação de polimerização exclusivamente química ou pela quantidade de peróxido ou aminas terciárias aromáticas presentes (CARVALHO et al., 2004b; PEGORARO; SILVA; CARVALHO, 2007).

Aliado à incompatibilidade química, o tempo de polimerização lento do cimento químico e dual pode ser suficiente para que ocorra o fenômeno de permeabilidade devido à difusão de água da dentina subjacente pela camada adesiva, por diferença osmótica, criando bolhas de água na interface adesivo/cimento os quais propiciam a degradação da camada híbrida e conseqüente falha adesiva (TAY et al., 2004). O estudo de Carvalho et al. (2004b) mostrou que o adesivo autocondicionante ED primer apresentou permeabilidade à água oriunda da dentina subjacente, o qual provocou a baixa resistência adesiva da união cimento/dentina. Porém, nesse mesmo estudo, após a aplicação adicional de uma camada de adesivo mais hidrofóbico sobre o adesivo auto-condicionante de um passo, diminuiu a permeabilidade à água aumentando a resistência adesiva em 35% para o mesmo material. Aliado a esse fator, a alta acidez dos sistemas adesivos simplificados pode ter influência sobre a camada híbrida, porém a resistência adesiva depende mais das propriedades mecânicas da camada híbrida do que da espessura (MIYASAKA; NAKABAYASHI, 1999; KECECI; UREYEN; ADANIR, 2008).

O cimento auto-adesivo BisCemTM apresentou o valor mais baixo de todos os cimentos quando avaliado após 24 horas ($7,54 \pm 5,42$ MPa). Já após seis meses, o BisCemTM obteve valores de resistência de união menores ($12,63 \pm 5,08$ MPa) do que RelyXTM ARC e PanaviaTM F ($18,68 \pm 6,71$ MPa e $16,46 \pm 5,53$ MPa, respectivamente). A possível explicação para os baixos valores do BisCemTM poderia ser que o fosfato de hidroxietil metacrilato, responsável pelo condicionamento do substrato, tem uma interação superficial com a dentina, o que faz com que o efeito de desmineralização não seja tão efetivo na dissolução da smear layer (BOSCHIAN et al., 2002; GORACCI et al., 2004; GORACCI et al., 2005b; GORACCI et al., 2007) como o ácido fosfórico utilizado no grupo cimentado com RelyXTM ARC. Segundo Munck et al. (2004), a limitada penetração e interação desse material com a dentina também pode ser devido à alta viscosidade. Esses resultados não estão de acordo com Bitter et al. (2006), que revelaram valores de resistência adesiva altos para o cimento auto-adesivo (RelyXTM Unicem) testado com e sem termociclagem. Além disso, os autores notaram que a vantagem dos cimentos auto-adesivos é a maior tolerância de umidade nos canais radiculares. No entanto, mais estudos são necessários para avaliar o comportamento clínico do material (MIYASAKA; NAKABAYASHI, 1999; KECECI; UREYEN; ADENIR, 2008).

O ionômero de vidro reforçado com resina Fuji PlusTM obteve valores de resistência de união baixos quando comparado com os cimentos resinosos, no entanto a resistência aumentou significativamente após o tempo de armazenagem ($p=0,036$). Esses resultados estão

de acordo com os estudos de Knobloch et al. (2000); Huang et al. (2002) e Cury et al. (2006). Os valores obtidos poderiam estar relacionados com o mecanismo de adesão primário do Fuji PlusTM à estrutura dentinária, que é químico. Esse mecanismo forma uma adesão iônica com a hidroxiapatita na superfície da dentina e obtém uma retenção micromecânica à superfície dos cristais da hidroxiapatita (DIAZ-ARNOLD; VARGAS; HASELTON, 1999; SCHWARTZ, 2006). Duas fases se apresentam durante a reação do ionômero de vidro. A fase inicial utiliza água que está originalmente dentro do cimento misturado. Uma vez que a água é consumida, acontece a segunda fase, onde a água está disponível a partir da dentina subjacente ou do ambiente externo (CURY et al., 2006). Quando uma cavidade é preenchida com o material, pode se esperar que a expansão higroscópica do material compense a formação do gap marginal. Embora a reação de assentamento do ionômero de vidro reforçado com resina não seja a mesma do ionômero convencional, algum grau de expansão higroscópica também acontece neste que contribui para a redução do gap entre o cimento e a cavidade preparada. O ionômero de vidro reforçado com resina tem uma reação de assentamento dual consistente em uma reação ácido-base e em um processo de fotopolimerização. Em 1999, Irie e Suzuki encontraram uma relação entre a resistência flexural, a resistência adesiva à compressão ao esmalte e dentina e o modo de fratura dos cimentos de ionômero de vidro. Parece que a habilidade adesiva da estrutura dentinária aumenta com o desenvolvimento da interação do ionômero de vidro/margem do dente durante a armazenagem em água. A expansão higroscópica ajuda a compensar a contração do cimento devido à reação de assentamento, e a resistência adesiva do dente aumenta devido ao progresso ininterrupto da reação de assentamento.

Ainda, a integridade de todos os cimentos estudados é influenciada pelo fator C. Um alto estresse devido à configuração do factor C poderia ser gerado dentro dos espaços estreitos preparados para o pino devido a uma rápida contração com um alívio de fluxo reduzido durante a polimerização de cimentos de resina, levando à redução da resistência adesiva. O fator C, definido como o raio da superfície aderida e não aderida, associado com os pinos, pode exceder a 200, o qual resulta em uma alta contração de estresse durante seu assentamento, e se a resistência adesiva é excedida no pino ou na dentina intrarradicular, pode ocorrer perda da integridade (BOUILLAGUET et al., 2003; BOLHUIS; GEE; FEILZER, 2005) e formação de numerosos gaps ou falhas interfaciais (BOSCHIAN et al., 2002; PIRANI et al., 2005). O fator C nos canais radiculares é maior e mais complexo do que num preparo de cavidade para resina composta (TAY et al., 2005). No entanto, isso pode ser minimizado por cimentos resinosos de polimerização dual, onde a pequena espessura durante o procedimento de

cimentação tende a reduzir as forças de contração de polimerização devido a seu pequeno volume e sua lenta polimerização permitindo maior tempo para relaxamento de estresse devido ao fluxo da resina (CARVALHO et al., 1996).

Dessa forma, a hipótese nula proposta de que a resistência de união não varia em função do tempo de armazenagem, 24 horas e seis meses, foi rejeitada. Os resultados obtidos mostram que a resistência de união aumentou com o tempo, de forma significativa para todos os cimentos resinosos ($<0,001$), e para o ionômero de vidro reforçado com resina ($p=0,036$).

Cimentos resinosos e de ionômero de vidro precisam de um tempo para expressar seu maior potencial retentivo. Neste estudo, foi observado um aumento da resistência de união após um período de seis meses para todos os cimentos. Na revisão da literatura realizada não se encontraram estudos longitudinais que avaliassem a resistência de união por meio de teste de push-out. No entanto, estudos como os de Sadek et al. (2006) reportaram um aumento significativo na resistência do push-out, após 24 horas, para vários cimentos resinosos. Esse aumento nos valores obtidos pode estar relacionado à polimerização do cimento resinoso (IRIE; SUZUKI, 1999), melhora da habilidade adesiva ou assentamento durante a armazenagem em água (FEILZER et al., 1995), relaxamento do estresse por expansão higroscópica como consequência da absorção de água durante a armazenagem (WATTS; KISUMBI; TOWORFE, 2000; HUANG et al., 2002), ou expansão higroscópica dos materiais cimentantes (IWAMI et al., 1998). Este último poderia ter contribuição a uma adaptação ao substrato. A maior contribuição da resistência adesiva no teste de push-out é esperada que ocorra como consequência da fricção interfacial (SADEK et al., 2006; KREMEIER et al., 2008). Isto é, a maior resistência interfacial aos seis meses, obtida com os cimentos de resina e ionômero de vidro reforçado com resina, poderia ser causada como consequência da expansão higroscópica (SADEK et al., 2006).

Segundo Bouillaguet et al. (2003) e Goracci et al. (2005a), a retenção do pino de fibra ao canal radicular pode depender amplamente da fricção para resistir ao deslocamento, em lugar da relativa adesão micromecânica e química obtida pelos agentes adesivos dentinários.

Como dito anteriormente, o maior problema associado com o uso dos materiais cimentantes é a contração de polimerização (HUANG et al., 2002). Este resulta na ruptura do selado marginal e formação do gap marginal. A absorção de água pode ajudar a reduzir essa discrepância marginal via expansão higroscópica. A absorção de água pode acontecer durante a armazenagem, aliviando o estresse de contração de polimerização que desenvolve ao longo das paredes da cavidade durante o assentamento da fase inicial, melhorando o selado marginal

(IRIE; SUZUKI, 1999; HUANG et al., 2002) e aumentando a fricção entre o complexo pino/cimento/dentina radicular. No entanto, tem sido notado que o fenômeno da absorção de água é menos efetivo com materiais à base de resina (CHEYLAN; GONTHIER; DEGRANGE, 2002), e que a água absorvida nas matrizes da resina diminui as propriedades destes materiais (HUANG et al., 2002).

O estudo de Huang et al. (2002) está de acordo com o fato de que a expansão higroscópica pode compensar parcialmente as discrepâncias marginais criadas pela contração de polimerização da maioria dos materiais restauradores à base de resina. Cury et al. (2006) concluíram que a expansão higroscópica, seguida da absorção de água após uma semana de armazenagem, favorece a fricção ao longo das paredes do canal radicular, aumentando a retenção do pino. Chersoni et al. (2005), em um estudo sobre a aplicação de adesivos simplificados ao espaço do pino, demonstraram que existe movimento de água da dentina subjacente por meio desses adesivos altamente permeáveis. Isso sugere que água residual dos túbulos não pode ser completamente removida pela secagem com pontas de papel absorvente, sendo que essa quantidade de água pode ser suficiente para causar expansão higroscópica (CURY et al., 2006).

Em relação ao ionômero de vidro reforçado com resina, este absorve mais água devido à presença do hidróxido de metacrilato (HEMA), o qual se encontra na forma de um hidrogel nas matrizes polimerizadas desses materiais. No entanto, o conceito da rápida compensação por contração de polimerização, via expansão higroscópica, deveria ser visto com precaução (HUANG et al., 2002). Adicionalmente, o pH é reportado como índice do grau de reação de endurecimento do cimento. O valor do pH do ionômero de vidro é baixo, na fase inicial, e aumenta gradualmente após 24 horas. No entanto, pode-se presumir que a completa reação de assentamento do ionômero de vidro convencional e reforçado com resina precisa de 24 horas para que este obtenha uma adequada resistência mecânica, a qual está relacionada à sua resistência adesiva (IRIE; SUZUKI, 1999). Somado a isso, têm sido coletadas evidências que sugerem que a disponibilidade da água durante a fase de maturação dos materiais baseados em ionômero de vidro permite a formação de uma fase rica em sílica, que contribui para o aumento gradual das propriedades químicas com o tempo (CURY et al., 2006).

Com relação à hipótese nula testada, de que não haveria diferença significativa entre os terços da raiz para cada tipo de cimento, esta foi rejeitada. Na análise dos terços da raiz, todos os cimentos mostraram valores de média de resistência de união mais alta no terço cervical, e

estes valores foram diminuindo para o terço médio e apical, exceto para o grupo Fuji PlusTM testado após 24 horas. O teste ANOVA a dois critérios comparando após 24 horas e os seis meses mostraram diferença significativa entre os terços, mas estes não apresentaram interação com o tipo de cimento (Tabela 9 e 10). Por isso, pode-se dizer que os terços da raiz para todos os cimentos se comportam de forma semelhante. Diferença significativa foi vista entre o terço coronal e terço apical nos espécimes cimentados após 24 horas, e entre o terço cervical com o terço médio e apical dos espécimes avaliados após seis meses. Os achados desta pesquisa estão de acordo com os resultados obtidos por Bolhuis, Gee e Feilzer (2005); Durão et al. (2007); Wang et al. (2008) e D'Arcangelo et al. (2008), onde a maior resistência de união foi vista para o terço cervical do canal. No entanto, alguns autores como Gaston et al. (2001), Bitter et al. (2006), e Kremeier et al. (2008) obtiveram melhores resultados para o terço apical.

Uma maior resistência adesiva no terço cervical da raiz é comumente devida à melhor interação com a dentina cervical pela maior densidade dos túbulos dentinários e a formação de tags de resina mais compridos nesta área (KREMEIER et al., 2008), maior acesso ao espaço do pino, facilitando a aplicação da técnica adesiva (D'ARCANGELO et al., 2008) e, possivelmente, nos casos dos adesivos fotoativados, uma maior reação de polimerização foi produzida pela proximidade da fonte de luz (DURÃO et al., 2007). A resistência adesiva das diferentes regiões da raiz parece ser influenciada pela distribuição, densidade e área dos túbulos dentinários, assim como pelo tipo e composição química dos agentes adesivos (D'ARCANGELO et al., 2008). De acordo com estudos prévios de Ferrari et al. (2000) e Bitter et al. (2006), a densidade e número de túbulos dentinários diminuem significativamente de cervical para apical. O terço apical da raiz é o substrato menos favorável para adesão devido a áreas desprovidas de túbulos, dentina secundária irregular e presença de canais acessórios (MJOR et al., 2001). Por outro lado, a espessura da camada híbrida foi encontrada como dependente da densidade dos túbulos dentinários (FERRARI et al., 2000). Tags de resina reduzidos e formação de camada híbrida reduzida têm sido mostrados *in vivo* para sistemas adesivos de passo único, especialmente na região apical (VICHÍ et al., 2002). Dificuldades também são encontradas para a aplicação da solução primer-adesivo no terço apical e em canais estreitos (VICHÍ; GRANDINI; FERRARI, 2002; DURÃO et al., 2007), além de outros problemas de manipulação surgidos de um inadequado acesso ao canal e dos materiais envolvidos (BOSCHIAN et al., 2002; BOUILLAGUET et al., 2003; BOLHUIS; GEE; FEILZER, 2005; KALKAN et al., 2006) ou da presença de guta-percha ou

cimento endodôntico depois do preparo do canal radicular (BOLHUIS; GEE; FEILZER, 2005; D'ARCANGELO et al., 2008).

Estudos realizados com o microscópio eletrônico de varredura, realizados por Pashley et al. (1993) e Vichi et al. (2002), têm mostrado que o mecanismo de adesão do sistema adesivo ao substrato da dentina radicular é essencialmente de natureza micromecânica, baseado na infiltração de uma superfície desmineralizada e formação de tags de resina e ramificações laterais do adesivo. A rede dos tags de resina pode ser resultado de um incremento na área de superfície disponível para a adesão pelo efeito de condicionamento da dentina, mas nem todas as áreas exibem igual resposta para os procedimentos de condicionamento.

Como mencionado anteriormente, os cimentos resinosos podem criar estresse de contração por polimerização. Esse estresse de contração contribui com o fator C, especialmente em materiais fotoativados, onde o estresse de polimerização gerado na configuração geométrica adversa do espaço do pino poderia ser tão intenso que o cimento resinoso pode se desprender das paredes da dentina, criando o gap interfacial (KALKAN et al., 2006).

No cimento de ionômero de vidro reforçado com resina, não foi observada diferença significativa entre os terços. Isso pode ser devido ao mecanismo de adesão químico desse cimento, permitindo uma difusão recíproca de íons entre o cimento de ionômero de vidro e a dentina (DURÃO et al., 2007). Assim, tem sido demonstrada uma adesão química entre os grupos carboxilos do ácido polialquenoico e o cálcio da hidroxiapatita (YOSHIDA et al., 2000).

Na observação feita no microscópio de fluorescência (40x), foi visto que o tipo de falha mais freqüente nos espécimes foi a mista (85,49%) (Figura 10), composta por várias combinações entre os diferentes tipos de fratura, sendo predominante a combinação da falha adesiva cimento/dentina e cimento/pino em 73,90% (Figura 11). Alguns casos apresentaram falhas do tipo adesivo entre o cimento e a dentina (Figura 12) e outras falhas adesivas entre o pino e o cimento (Figura 13), assim como falhas coesivas entre as fibras de vidro e matriz de resina de revestimento, deixando as fibras expostas (Figura 14).

Com base nesses resultados, e visto que a resistência de união aumenta com o tempo, sugere-se que após a cimentação de um pino de fibra de vidro, e durante as primeiras 24 horas, a restauração não seja submetida a qualquer tipo de força, com a finalidade de garantir

o assentamento e polimerização do cimento, e também para, que o cimento obtenha o máximo de propriedades físicas e mecânicas.

É importante salientar que este estudo foi realizado *in vitro*, o qual permite um maior controle de algumas variáveis intervenientes no estudo, como a visualização no acesso ao canal radicular e controle da umidade para a realização dos procedimentos de cimentação. No entanto, clinicamente, o deslocamento do pino é uma das falhas intrarradiculares mais apresentadas, junto com a fratura da raiz e a cárie dental (MORGANO; RODRIGUES; SABROSA, 2004). Isso ocorre devido à dificuldade de acesso da luz fotopolimerizadora nas áreas mais apicais do conduto radicular (SCOTTI; FERRARI, 2004; ROBERTS et al., 2004; SCHWARTZ, 2006), altos estresses gerados na interface entre alguns tipos de adesivos e os compósitos autopolimerizáveis e dual (TAY et al., 2003; CHEONG et al., 2003; TAY et al., 2004), presença de bolhas no momento da cimentação (GIACHETTI et al., 2004; BOLHUIS; GEE; FEILZER, 2005), acesso e visualização limitados, difícil controle da umidade (BOUILLAGUET et al., 2003; BITTER et al., 2006), dificuldade na manipulação do adesivo e/ou do cimento (STOCKTON, 1999), e também pelas características químicas de cada componente desses tipos de materiais e a contaminação das paredes da dentina com eugenol (BOUILLAGUET et al., 2003; SCHWARTZ, 2006). Por isso, mais estudos longitudinais, clínicos e laboratoriais, devem ser feitos com a finalidade de se entender melhor o mecanismo envolvido no comprometimento da união do conjunto a ser cimentado (dente/cimento/pino) e, assim, estabelecer procedimentos técnicos que maximizem o prognóstico do tratamento restaurador.

Figura 10 - Falha mista. Observe-se fratura coesiva do pino de fibra de vidro (CP), coesiva do cimento (CC) e coesiva do dente (CD). Dentina radicular (d), agente cimentante (c), pino de fibra de vidro (p)

Figura 11 - Falha mista. Observe-se falha adesiva à dentina (AD), falha adesiva ao pino de fibra de vidro (AP) e falha coesiva do pino de fibra de vidro (CP). Agente cimentante (c), pino de fibra de vidro (p)

Figura 12 - Falha adesiva entre o cimento e a dentina. Dentina radicular (d), agente cimentante (c), pino de fibra de vidro (p)

Figura 13 - Falha adesiva entre o cimento e o pino de fibra de vidro. Dentina radicular (d), agente cimentante (c), pino de fibra de vidro (p)

Figura 14 - Falha coesiva do pino de fibra de vidro. Dentina radicular (d), agente cimentante (c), pino de fibra de vidro (p)

7 Conclusão

7 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos e da análise estatística dos dados, pode-se concluir que:

- Houve diferença estatisticamente significante na resistência de união entre cimentos testados após 24 horas, sendo que o cimento RelyXTM ARC foi superior aos outros cimentos.
- Houve diferença estatisticamente significante na resistência de união entre cimentos testados após seis meses, sendo que o cimento RelyXTM ARC e PanaviaTM F não apresentaram diferenças significativas entre eles e foram superiores aos outros cimentos.
- Houve aumento estatisticamente significante na resistência de união para todos os cimentos após o tempo de armazenagem.
- Na análise por terços, após 24 horas, houve diferença significativa entre o terço cervical com o apical.
- Na análise por terços, após seis meses, houve diferença significativa entre o terço cervical com o terço médio e entre o terço cervical e apical.
- A análise de microscopia óptica de fluorescência revelou um padrão de fraturas predominantemente do tipo mista para todos os grupos.

Referências

REFERÊNCIAS

- Al-harbi F, Nathanson D. In vitro assessment of retention of four esthetic dowels to resin core foundation and teeth. *J Prosthet Dent*. 2003;90(6):547-55.
- 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.
- Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent*. 1994;71(6):565-7.
- 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, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil JP, Neumann K, Kielbassa AM. Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. *Int Endod J*. 2006;39(10):809-18.
- 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.
- Bolhuis P, Gee A, Feilzer A. The influence of fatigue loading on the quality of the cement layer and retention strength of carbon fiber post-resin composite core restorations. *Oper Dent*. 2005;30(2):220-7.
- 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 RM, Carrilho MRO, Pereira LCG, Garcia FCP, Marquesini L Jr, A. SSMd. Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho em clínica. *Biodonto*. 2004a;9-76.
- Carvalho RM, Pegoraro TA, Tay FR, Pegoraro LF, Silva NR, Pashley DH. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilize self-etching primers to dentine. *J Dent*. 2004b;32(1):55-65.
- Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent*. 1996;21(1):17-24.
- Cheong C, King NM, Pashley DH, Ferrari M, Toledano M, Tay FR. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one-step systems. *Oper Dent*. 2003;28(6):747-55.

- Chersoni S, Acquaviva GL, Prati C, Ferrari M, Grandini S, Pashley DH, et al. In vivo fluid movement through dentin adhesives in endodontically treated teeth. *J Dent Res*. 2005;84(3):223-7.
- Chersoni S, Suppa P, Breschi L, Ferrari M, Tay FR, Pashley DH, et al. Water movement in the hybrid layer after different dentin treatments. *Dent Mater*. 2004;20(9):796-803.
- Cheyman JM, Gonthier S, Degrange M. In vitro push-out strength of seven luting agents to dentin. *Int J Prosthodont*. 2002;15(4):365-70.
- Cohen BI, Deutsch AS, Condos S, Musikant BL, Scherer W. Compressive and diametral tensile strength of titanium-reinforced composites. *J Esthet Dent*. 1992;4(Suppl):50-5.
- Cury AH, Goracci C, Lima Navarro MF, Carvalho RM, Sadek FT, Tay FR, et al. Effect of hygroscopic expansion on the push-out resistance of glass ionomer-based cements used for the luting of glass fiber posts. *J Endod*. 2006;32(6):537-40.
- D'Arcangelo C, Zazzeroni S, D'Amaro M, Vadini M, De Angelis F, Trubiani O, et al. Bond strengths of three types of fibre-reinforced post systems in various regions of root canals. *Int Endod J*. 2008;41(4):322-8.
- Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent*. 1999;81(2):135-41.
- Durão Mauricio PJ, Gonzalez-Lopez S, Aguilar-Mendoza JA, Felix S, Gonzalez-Rodriguez MP. Comparison of regional bond strength in root thirds among fiber-reinforced posts luted with different cements. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2007;83(2):364-72.
- Feilzer AJ, Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res*. 1987;66(11):1636-9.
- Feilzer AJ, Kakaboura AI, Gee AJ, Davidson CL. The influence of water sorption on the development of setting shrinkage stress in traditional and resin-modified glass ionomer cements. *Dent Mater*. 1995;11(3):186-90.
- Fernandes AS, Shetty S, Coutinho I. Factors determining post selection: a literature review. *J Prosthet Dent*. 2003;90(6):556-62.
- Ferrari M, Cagidiaco MC, Goracci C, Vichi A, Mason PN, Radovic I, et al. Long-term retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent*. 2007;20(5):287-91.
- Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjor IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent*. 2000;13(5):255-60.
- Frankenberger R, Kramer N, Petschelt A. Fatigue behaviour of different dentin adhesives. *Clin Oral Investig*. 1999;3(1):11-7.
- Frankenberger R, Sindel J, Kramer N, Petschelt A. Dentin bond strength and marginal adaptation: direct composite resins vs ceramic inlays. *Oper Dent*. 1999;24(3):147-55.

- Gallo JR, 3rd, Miller T, Xu X, Burgess JO. In vitro evaluation of the retention of composite fiber and stainless steel posts. *J Prosthodont*. 2002;11(1):25-9.
- 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, Scaminaci Russo D, Bertini F, Giuliani V. Translucent fiber post cementation using a light-curing adhesive/composite system: SEM analysis and pull-out test. *J Dent*. 2004;32(8):629-34.
- 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, Grandini S, Bossu M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *J Dent*. 2007;35(11):827-35.
- Goracci C, Sadek FT, Fabianelli A, Tay FR, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. *Oper Dent*. 2005b;30(5):627-35.
- Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci*. 2004;112(4):353-61.
- Hersek NE, Canay S. In vivo solubility of three types of luting cement. *Quintessence Int*. 1996;27(3):211-6.
- Huang C, Kei LH, Wei SH, Cheung GS, Tay FR, Pashley DH. The influence of hygroscopic expansion of resin-based restorative materials on artificial gap reduction. *J Adhes Dent*. 2002;4(1):61-71.
- Irie M, Suzuki K. Water storage effect on the marginal seal of resin-modified glass-ionomer restorations. *Oper Dent*. 1999;24(5):272-8.
- Iwami Y, Yamamoto H, Sato W, Kawai K, Torii M, Ebisu S. Weight change of various light-cured restorative materials after water immersion. *Oper Dent*. 1998;23(3):132-7.
- 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.
- Kececi AD, Ureyen Kaya B, Adanir N. Micro push-out bond strengths of four fiber-reinforced composite post systems and 2 luting materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008;105(1):121-8.
- Knobloch LA, Kerby RE, Seghi R, Berlin JS, Lee JS. Fracture toughness of resin-based luting cements. *J Prosthet Dent*. 2000;83(2):204-9.
- Kremeier K, Fasen L, Klaiber B, Hofmann N. Influence of endodontic post type (glass fiber, quartz fiber or gold) and luting material on push-out bond strength to dentin in vitro. *Dent Mater*. 2008;24(5):660-6.

- Lopes GC, Baratieri LN, de Andrada MA, Vieira LC. Dental adhesion: present state of the art and future perspectives. *Quintessence Int.* 2002;33(3):213-24.
- Manning KE, Yu DC, Yu HC, Kwan EW. Factors to consider for predictable post and core build-ups of endodontically treated teeth. Part I: Basic theoretical concepts. *J Can Dent Assoc.* 1995;61(8):685-8, 90, 93-5.
- McLean JW. Dentinal bonding agents versus glass-ionomer cements. *Quintessence Int.* 1996;27(10):659-67.
- Miyasaka K, Nakabayashi N. Combination of EDTA conditioner and phenyl-P/HEMA self-etching primer for bonding to dentin. *Dent Mater.* 1999;15(3):153-7.
- Mjor IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J.* 2001;34(5):346-53.
- Monticelli F, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Clinical behavior of translucent-fiber posts: a 2-year prospective study. *Int J Prosthodont.* 2003;16(6):593-6.
- Monticelli F, Osorio R, Albaladejo A, Aguilera FS, Ferrari M, Tay FR, et al. Effects of adhesive systems and luting agents on bonding of fiber posts to root canal dentin. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2006;77(1):195-200.
- Morgano SM, Rodrigues AH, Sabrosa CE. Restoration of endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am.* 2004; 48(2):397-416.
- Morris MD, Lee KW, Agee KA, Bouillaguet S, Pashley DH. Effects of sodium hypochlorite and RC-prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod.* 2001;27(12):753-7.
- Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2004;20(10):963-71.
- Ngoh EC, Pashley DH, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF. Effects of eugenol on resin bond strengths to root canal dentin. *J Endod.* 2001;27(6):411-4.
- Pashley DH, Ciucchi B, Sano H, Horner JA. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int.* 1993;24(9):618-31.
- Pegoraro TA, Silva NR, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am.* 2007;51(2):453-71.
- Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores--a review. *Quintessence Int.* 2005;36(9):737-46.
- Pirani C, Chersoni S, Foschi F, Piana G, Loushine RJ, Tay FR, et al. Does hybridization of intraradicular dentin really improve fiber post retention in endodontically treated teeth? *J Endod.* 2005;31(12):891-4.

- Purton DG, Chandler NP, Qualtrough AJ. Effect of thermocycling on the retention of glass-fiber root canal posts. *Quintessence Int.* 2003;34(5):366-9.
- Purton DG, Love RM. Rigidity and retention of carbon fibre versus stainless steel root canal posts. *Int Endod J.* 1996;29(4):262-5.
- 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.
- Sadek FT, Goracci C, Monticelli F, Grandini S, Cury AH, Tay F, et al. Immediate and 24-hour evaluation of the interfacial strengths of fiber posts. *J Endod.* 2006;32(12):1174-7.
- Schwartz RS. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system-the promise and the problems: a review. *J Endod.* 2006;32(12):1125-34.
- Scotti R, Ferrari M. Pernos de fibra. Bases teóricas y aplicaciones clínicas. Barcelona; 2004.
- Smith CT, Schuman NJ, Wasson W. Biomechanical criteria for evaluating prefabricated post-and-core systems: a guide for the restorative dentist. *Quintessence Int.* 1998;29(5):305-12.
- Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: a literature review. *J Prosthet Dent.* 1999;81(4):380-5.
- Tay FR, Frankenberger R, Krejci I, Bouillaguet S, Pashley DH, Carvalho RM, et al. Single-bottle adhesives behave as permeable membranes after polymerization. I. In vivo evidence. *J Dent.* 2004;32(8):611-21.
- Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod.* 2005;31(8):584-9.
- Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod.* 2007;33(4):391-8.
- Tay FR, Pashley DH, Yiu CK, Sanares AM, Wei SH. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part I. Single-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent.* 2003;5(1):27-40.
- Torbjorner A, Fransson B. A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. *Int J Prosthodont.* 2004;17(3):369-76.
- Torbjorner A, Karlsson S, Odman PA. Survival rate and failure characteristics for two post designs. *J Prosthet Dent.* 1995;73(5):439-44.
- Valandro LF, Baldissara P, Galhano GA, Melo RM, Mallmann A, Scotti R, et al. Effect of mechanical cycling on the push-out bond strength of fiber posts adhesively bonded to human root dentin. *Oper Dent.* 2007;32(6):579-88.

Valandro LF, Filho OD, Valera MC, de Araujo MA. The effect of adhesive systems on the pullout strength of a fiberglass-reinforced composite post system in bovine teeth. *J Adhes Dent*. 2005;7(4):331-6.

Vichi A, Grandini S, Davidson CL, Ferrari M. An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. *Dent Mater*. 2002;18(7):495-502.

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.

Wang VJ, Chen YM, Yip KH, Smales RJ, Meng QF, Chen L. Effect of two fiber post types and two luting cement systems on regional post retention using the push-out test. *Dent Mater*. 2008;24(3):372-7.

Watts DC, Kisumbi BK, Toworfe GK. Dimensional changes of resin/ionomer restoratives in aqueous and neutral media. *Dent Mater*. 2000;16(2):89-96.

Yli-Urpo H, Vallittu PK, Narhi TO, Forsback AP, Vakiarta M. Release of silica, calcium, phosphorus, and fluoride from glass ionomer cement containing bioactive glass. *J Biomater Appl*. 2004;19(1):5-20.

Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, et al. Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *J Dent Res*. 2000;79(2):709-14.

Anexos

ANEXO A

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru
Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679

Comitê de Ética em Pesquisa (14)3235-8356
e-mail: mferrari@fob.usp.br

Processo nº 135/2007

Bauru, 21 de novembro de 2007.

Senhor Professor,

O projeto de pesquisa encaminhado a este Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, denominado **"Avaliação da resistência adesiva de quatro agentes cimentantes à dentina radicular: Teste de Push-Out"**, de autoria de Rosalyn Chidiak Tawil, que será desenvolvido sob sua orientação, foi enviado ao relator para avaliação.

Na reunião de 31 de outubro de 2007 o parecer do relator, **aprovando o projeto**, foi aceito pelo Comitê, considerando que não existem infrações éticas pendentes.

Informamos que após o envio do trabalho concluído, este Comitê enviará o parecer final, que será utilizado para publicação do trabalho.

Atenciosamente,

Prof.ª Dr.ª Maria Teresa Atta
Coordenadora

Prof. Dr. Accácio Lins do Valle
Docente do Departamento de Prótese

ANEXO B

9

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru

Banco de Dentes Humanos

Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 - Bauru-SP - CEP:17043-101

C.P. 73 - PABX: (14) 3235-8000 - FAX: (14) 3223-4679

Termo de cessão 092007

Bauru-SP, 27 de setembro de 2007

Termo de Cessão

Pesquisa intitulada: "Avaliação de quatro agentes cimentantes à dentina radicular: Teste de Push-Out".

Pesquisador responsável: Rosalyn Chidiak Tawil

Orientador da Pesquisa: Prof. Dr. Accácio Lins do Valle

Instituição responsável: FOB-USP

Protocolo de pesquisa submetido ao CEP: FOB-USP

Espécimes /origem: 80 / 80 BDH FOB-USP.

Ilmo. Sr. **Relator** do CEP.

Cumpro com dever de informar que o BDH/FOB-USP cede e transfere na melhor forma de direito, em consonância com a Resolução 196/96 do Ministério da Saúde, ao pesquisador acima identificado os elementos dentários abaixo citados:

IC e IL	C	PM	M	TOTAL
22	30	28	0	80

Fato posto, o cessionário declara que aceita a presente cessão e se compromete em ao terminar a pesquisa apresentar seus resultados para o BDH/FOB-USP que disponibiliza de modo facultativo ao sujeito da pesquisa envolvido.

Atenciosamente,

Ana Cláudia S. Campos
Ac. Ana Cláudia de Souza Campos
Bolsista BDH/FOB-USP
Pelo cedente

Pesquisador
Cessionário