

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

Mariella Agostinho Gonçalves

**RESISTÊNCIA DA UNIÃO AO TESTE DE *PUSH-OUT* DE CIMENTOS
RESINOSOS AUTO-ADESIVOS EM DENTINA RADICULAR**

Juiz de Fora

2012

MARIELLA AGOSTINHO GONÇALVES

**RESISTÊNCIA DA UNIÃO AO TESTE DE *PUSH-OUT* DE CIMENTOS
RESINOSOS AUTO-ADESIVOS EM DENTINA RADICULAR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação Mestrado em Clínica Odontológica, da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Luciana Andrea Salvio

Juiz de Fora

2012

Mariella Agostinho Gonçalves

**RESISTÊNCIA DA UNIÃO AO TESTE DE *PUSH-OUT* DE CIMENTOS
RESINOSOS AUTO-ADESIVOS EM DENTINA RADICULAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Mestrado em Clínica Odontológica, da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica.

Aprovada em ____ de _____ de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Luciana Andrea Salvio (Orientadora)
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Alexandre Marques Resende
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Luis Felipe Jochims Schneider
Universidade Federal Fluminense

Dedicatória

DEDICATÓRIA

*A **Deus**, por guiar meus caminhos, me abençoar e fortalecer a cada dia!*

*À minha mãe **Regina**, pelo incessante apoio, amor, dedicação e compreensão em todos os dias da minha vida.*

Mãe, você é um exemplo de vida pra mim!

*Ao meu noivo **Wesley**, por estar sempre ao meu lado com todo seu amor, carinho e companheirismo. Obrigada por compartilhar comigo todos os momentos de felicidade, com confiança e amor.*

Amo muito vocês!

Agradecimentos

AGRADECIMENTOS

*Às minhas tias **Tereza, Luzia e Aneliza**, pelo incentivo, amor, carinho, dedicação e apoio! Obrigada por serem pessoas tão especiais!*

*À minha avó **Marieta**, pelo amor de mãe,*

*Ao meu irmão **Lydsson**, por toda força, apoio e amizade. Obrigada por se fazer presente nessa jornada!*

*Aos meus familiares, **Sônia, Lúcio, Michelle e Renato** pelo acolhimento, apoio e carinho!*

Ao magnífico reitor da Universidade Federal de Juiz de Fora, Prof. Dr. Henrique Duque de Miranda Chaves Filho, pela busca constante de infraestrutura, proporcionando o crescimento da pesquisa científica nesta instituição.

À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, representada pelo diretor Prof. Dr. Antônio Márcio Resende do Carmo e pela vice-diretora Prof^a. Dr^a. Marília Nalon Pereira, pelas oportunidades a mim proporcionadas e pelo incentivo à pós-graduação.

À professora Dr^a. Luciana Andrea Salvio, minha orientadora, por toda dedicação, oportunidades, ensinamentos e confiança depositada em mim. Obrigada por seu exemplo de sabedoria, profissionalismo, amizade e pela oportunidade de dividir comigo este trabalho e minhas expectativas.

*À professora **Dr^a. Maria das Graças Afonso Miranda Chaves**, por toda a colaboração e atenção durante a execução deste trabalho.*

*Ao professor **Dr. Alexandre Marques Resende**, pelo apoio nesta fase especial em minha vida, pela atenção, amizade e confiança. Obrigada pelos conselhos e lições, imprescindíveis para os próximos desafios que enfrentarei.*

*Aos professores **Dr. Leonardo César Costa, Dr. Celso Neiva Campos, Dr^a. Larissa Maria Assad Cavalcante e Dr. Luis Felipe Jochims Schneider**, por toda dedicação e conhecimentos compartilhados!*

*Às amigas **Vitória, Francielle e Maria Augusta**, pelo carinho, respeito e eterna amizade. Vocês são muito especiais!*

*À **Wanessa** e à **Isadora**, pelos bons momentos divididos nessa jornada!*

*Aos amigos **Caroline** e **Leandro**, pelo carinho, companheirismo e apoio.*

Obrigada pela dedicação e amizade nesta fase tão especial em minha vida.

*Aos funcionários **William** e **Anderson** pela paciência e auxílio durante as etapas laboratoriais deste trabalho.*

*A **todos os pacientes**, pela confiança, carinho e respeito!*

Epígrafe

EPÍGRAFE

Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.

Cora Coralina

Resumo e Abstract

GONÇALVES, M. A. **Resistência da união ao teste de *push-out* de cimentos resinosos auto-adesivos em dentina radicular**. Juiz de Fora (MG), 2012. 91 f. Dissertação (Curso de Pós-Graduação *stricto sensu* – Mestrado em Clínica Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

RESUMO

Neste estudo, avaliou-se a resistência da união ao *push-out* de dois cimentos resinosos auto-adesivos e de um cimento resinoso convencional em dentina radicular. Em 60 dentes terceiros molares humanos, tratados endodonticamente, um pino de fibra de vidro foi cimentado com um dos três cimentos resinosos. Cada raiz foi seccionada em sentido transversal para a obtenção de três fatias (dentina-pino) de 1 mm de espessura. As fatias, correspondentes aos terços cervical, médio e apical do canal radicular, foram armazenadas em água deionizada a 37 °C, durante 24 horas ou 30 dias. Após o teste de *push-out*, os valores de resistência da união foram submetidos aos testes estatísticos ANOVA *three way* e Tuckey ($p = 0,05$) e os tipos de fratura foram avaliados através de microscopia eletrônica de varredura. A resistência da união do cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100 foi superior à do cimento convencional RelyX ARC, após os dois períodos de armazenamento ($p < 0,05$). No terço cervical, os valores de resistência da união do cimento resinoso convencional RelyX ARC foram maiores que nos terços médio e apical ($p < 0,05$) na análise de 24 horas. Após 30 dias de armazenamento, os valores nos três terços radiculares não diferiram entre si. Os valores de resistência da união do cimento resinoso RelyX U100, nas três regiões do canal radicular, não diferiram entre si ($p > 0,05$), em ambos os momentos de avaliação. Após 24 horas, BisCem apresentou maior resistência da união no terço apical, seguido pelo terço cervical. Após 30 dias, os valores de resistência da união nos três terços radiculares não diferiram entre si ($p > 0,05$). RelyX U100 não sofreu alteração nos valores de resistência da união após 30 dias de envelhecimento ($p > 0,05$). BisCem não apresentou diferenças nos valores obtidos após 24 horas e 30 dias de envelhecimento nos terços cervical e médio ($p > 0,05$). Para RelyX ARC, o tempo de 30 dias reduziu os valores de resistência da união nos três terços radiculares. RelyX U100 e BisCem apresentaram maior número de falhas coesivas da zona de interação. Para RelyX ARC, observou-se maior número de falhas coesivas da camada híbrida. Concluiu-se que o cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100 apresentou maior resistência da união que o cimento resinoso convencional RelyX ARC, nos três terços radiculares,

nos dois momentos de avaliação. BisCem demonstrou resistência da união comparável a do cimento RelyX U100. O tempo de armazenamento por 30 dias provocou alteração na resistência da união dos cimentos resinosos RelyX ARC e BisCem.

PALAVRAS-CHAVE: Cimentos resinosos auto-adesivos, teste de *push-out*, pinos de fibra de vidro.

GONÇALVES, M. A. ***Push-out bond strength of self-adhesive resin cements on root dentin.*** Juiz de Fora (MG), 2012. 91 f. Dissertação (Curso de Pós-Graduação *stricto sensu* – Mestrado em Clínica Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

ABSTRACT

This study evaluated the push-out bond strength of two self-adhesive resin cements and a conventional etch-and-rinse resin cement on root dentin. Sixty human third molars were endodontically treated and a glass fiber post was cemented with one of three resin cements. Each root was cut transversely to obtain three slices (dentin-post) of 1 mm thick. The slices of the cervical, middle and apical root canal were stored in deionized water at 37 °C for 24 hours or 30 days. After storage, the push-out test was performed. The values of bond strength were evaluated by ANOVA three way and Tuckey' test ($p = 0,05$) and the types of fracture were evaluated by scanning electron microscopy. The bond strength of the self-adhesive resin cement RelyX U100 was superior to the RelyX ARC etch-and-rinse cement, after the two storage periods ($p > 0.05$). The analysis of 24 hours showed that at the cervical third, the values of bond strength of RelyX ARC were higher than that of the middle and apical thirds ($p < 0.05$). After 30 days of storage, the values at the three root thirds did not differ. The values of RelyX U100, on the three regions of the root canal did not differ, in both evaluations ($p > 0.05$). After 24 hours, BisCem showed higher bond strength at the apical third, followed by cervical. After 30 days, the values of bond strength at the three root thirds did not differ ($p > 0.05$). RelyX U100 did not exhibit changes in bond strength values after 30 days of storage ($p > 0.05$). BisCem showed no differences in the values obtained after 24 hours and 30 days of aging at the cervical and middle thirds ($p > 0.05$). The storage time of 30 days reduced the values of bond strength at the three root thirds of RelyX ARC. RelyX U100 e BisCem had the highest number of cohesive failures of the zone of interaction. RelyX ARC presented a higher number of cohesive failures of the hybrid layer were observed. It was concluded that the RelyX U100 self-adhesive resin cement showed higher bond strength than the conventional resin cement RelyX ARC, on the three root thirds, in both periods. BisCem showed bond strength comparable to RelyX U100. The storage time for 30 days caused changes on the bond strength of the RelyX ARC and BisCem resin cements.

KEYWORDS: *Self-adhesive resin cements, push-out test, glass fiber post.*

Listas

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Dentes terceiros molares humanos utilizados no estudo	51
Figura 2: Dentes terceiros molares humanos seccionados a 2 mm abaixo da junção amelo-cementária	51
Figura 3: Instrumentação dos canais radiculares com limas endodônticas manuais <i>Flexofile</i> de tamanhos 10, 15, 20, 25 e 30.	52
Figura 4: Em (a), fatias de dentina-pino imersas em água deionizada. Em (b) e (c): amostra posicionada para a realização do teste de <i>push-out</i> na máquina universal de ensaios mecânicos EMIC DL 2000	55
Figura 5: Ilustração representativa da secção transversal do pino e fórmula para cálculo da área lateral	55
Figura 6: Fixação dos corpos-de-prova nos <i>stub</i>	56
Figura 7: <i>Stubs</i> posicionados no microscópio LEO 1430 vp Zeiss	57
Figura 8: Imagens de MEV do cimento resinoso RelyX ARC após o teste de <i>push-out</i> . (A) representa a falha coesiva da camada híbrida. Em (B) observa-se a presença de numerosos túbulos dentinários e de tags fraturados. (C) e (D), em maiores aumentos, exibem os túbulos dentinários abertos, com fibrilas colágenas desmineralizadas pelo ácido fosfórico e os <i>tags</i> resinosos.....	67
Figura 9: Imagens de MEV do cimento resinoso RelyX ARC após o teste de <i>push-out</i> . (A) representa a falha mista entre a dentina (d), o sistema adesivo (a) e o cimento resinoso (c). Em (B) observa-se a presença a presença de túbulos dentinários. Em (C) e (D), são visualizados os túbulos dentinários abertos e a presença de <i>tags</i> fraturados.....	68
Figura 10: Fotomicrografia do cimento resinoso RelyX U100 após o teste de <i>push-out</i> . (A) representa a falha do tipo coesiva da zona de interação. Em (B) e (C), observa-se a presença da <i>smear layer</i> e dos túbulos dentinários parcialmente ocluídos. (D) visualiza-se a menor desmineralização da dentina e a leve interação do cimento com o substrato	69
Figura 11: Fotomicrografia do cimento resinoso RelyX U100 após o teste de <i>push-out</i> . (A) representa a falha do tipo mista ente a dentina (d), o cimento resinoso (c) e o pino (p). Em (B), (C) e (D) visualiza-se fibras longitudinais do pino de fibra de vidro, em maiores aumentos.....	70

Figura 12: Fotomicrografia do cimento resinoso BisCem após o teste de <i>push-out</i> . (A) representa a falha do tipo coesiva da zona de interação (zi). Em (B), (C) e (D), observa-se a presença da <i>smear layer</i> e dos túbulos dentinários ocluídos (zi).....	71
Figura 13: Fotomicrografia do cimento resinoso BisCem U100 após o teste de <i>push-out</i> . (A) Fratura do tipo coesiva do cimento. Em (B), (C) e (D) observa-se o cimento resinoso fraturado, em maiores aumentos.....	72
Figura 14: Fotomicrografia do cimento resinoso BisCem após o teste de <i>push-out</i> . (A) representa a falha do tipo mista entre a dentina (d) e o cimento resinoso (c). Em (B) e (C) observa-se a presença dos túbulos dentinários parcialmente ocluídos e em (D), visualiza-se parte do cimento resinoso.....	73

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1: Materiais e técnica utilizada para a confecção dos grupos, de acordo com os fabricantes	53
Tabela 2: Análise descritiva dos dados. Média e desvio-padrão dos valores de resistência da união ao <i>push-out</i> dos grupos testados	59
Tabela 3: Teste de Shapiro-Wilk confirmando a distribuição normal da resistência da união para todas as combinações entre as variáveis independentes.....	60
Tabela 4: Dados extraídos do programa SPSS Statistics, exibindo o efeito das variáveis e de suas associações sobre a resistência da união ao <i>push-out</i> . ANOVA <i>three-way</i>	60
Tabela 5: Comparações pareadas em relação ao fator material (cimento resinoso), extraídas do software SPSS Statistics.....	62
Tabela 6: Comparações pareadas em relação ao fator terço radicular, extraídas do software SPSS Statistics	63
Tabela 7: Comparações pareadas em relação ao fator tempo (momento da avaliação), extraídas do software SPSS Statistics	64
Tabela 8: Comparação entre os valores de resistência da união dos grupos testados, dispostos em relação ao terços radiculares e ao tempo de armazenamento	65
Tabela 9: Frequência dos tipos de fratura de acordo com o cimento resinoso utilizado	67
Gráfico 1: Resistência da união ao <i>push-out</i> dos grupos testados	59
Gráfico 2: Valores de resistência da união ao <i>push-out</i> dos cimentos resinosos testados, em relação aos terços do canal radicular e ao tempo de 24 horas de armazenamento	65
Gráfico 3: Valores de resistência da união ao <i>push-out</i> dos cimentos resinosos testados, em relação aos terços do canal radicular e ao tempo de 24 horas de armazenamento	66
Gráfico 4: Frequência dos tipos de fratura para cada cimento resinoso	66

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

°C – Graus Celsius

CEP/UFJF - Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora

cm² – Centímetro quadrado

Fe-SEM - Microscopia Eletrônica de Alta Resolução (*Field Emission*)

FTIR - Espectrofotometria de Infravermelho por Transformada de Fourier

g – grama

MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura

MET – Microscopia Eletrônica de Transmissão

min – Minuto

µm – Micrômetro

µTBS – Resistência da União à Microtração

mm – Milímetro

mm² – Milímetro quadrado

mW/cm² – MiliWatts por centímetro quadrado

nm – Nanometro

N – Newton

NaOCl – Hipoclorito de Sódio

% - Porcentagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	24
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	27
2.1. Restauração de dentes endodonticamente tratados.....	27
2.2. Sistemas de pinos de resina reforçados com fibras.....	29
2.3. Cimentos resinosos.....	30
2.4. Substrato dental.....	42
3. PROPOSIÇÃO.....	49
4. MATERIAIS E MÉTODO.....	51
4.1. Seleção da amostra.....	51
4.2. Preparo dos corpos de prova.....	51
4.3. Cimentação do pino de fibra de vidro White Post DC 1.....	52
4.4. Teste de <i>push-out</i>	54
4.5. Análise em Microscópio Eletrônico de Varredura LEO Zeiss.....	56
4.6. Análise dos tipos de fratura.....	57
4.4. Análise estatística.....	57
5. RESULTADOS.....	59
5.1. Resistência da união ao <i>push-out</i>	59
5.2. Tipos de fratura.....	66
6. DISCUSSÃO.....	75
7. CONCLUSÃO.....	82
8. REFERÊNCIAS.....	84
ANEXO.....	90

Introdução

1. INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, os núcleos metálicos fundidos foram a primeira opção para a restauração de dentes tratados endodonticamente. No entanto, fraturas radiculares relacionadas à utilização de retentores intrarradiculares fundidos são achados clínicos frequentes (DIMITROULI et al., 2010), o que torna tal abordagem questionável e recomendada apenas para dentes que apresentem pouca ou mesmo nenhuma retenção mecânica para a restauração (BYSTROM e SUNDQVIST, 1981).

Os núcleos de preenchimento de resina composta e os pinos de resina reforçados com fibras de vidro, utilizados com cimentos resinosos em associação a adesivos *etch-and-rinse* (condicionamento ácido total) ou *self-etching* (autocondicionantes), ganharam popularidade por proporcionarem a redução do número de sessões clínicas (BONFANTE et al., 2008) e por possuírem o módulo de elasticidade mais próximo ao da dentina humana (ASMUSSEN et al., 1999; THEODOSOPOULOU e CHOCHLIDAKIS, 2009). Apesar dessas vantagens, a utilização de cimentos resinosos em múltiplos passos (*etch-and-rinse*) e de algumas técnicas autocondicionantes é complexa e sensível. O erro em um dos passos clínicos pode comprometer a eficácia da união.

Nos últimos anos, uma nova categoria de cimentos resinosos tem sido formulada e aprimorada, denominada *self-adhesive* (cimento auto-adesivo) por não requerer pré-tratamento dentinário (KECECI et al., 2008). Esta nova formulação permite uma técnica padronizada e mais simplificada (MONTICELLI et al., 2008; RADOVIC et al., 2008; MORMANN et al., 2009; TOMAN et al., 2009), até mesmo diante de um acesso limitado ao espaço endodôntico (MAZZONI et al., 2009).

Diante dessa ampla variedade de produtos disponíveis no mercado e de dificuldades intrínsecas para a união em dentina radicular, não há consenso sobre qual estratégia fornece união mais segura e estável ao longo do tempo. Sabe-se que independente do tipo de cimento resinoso utilizado, vários fatores podem comprometer a união, incluindo a forma do preparo do espaço para o pino (SCHWARTZ & FRANSMAN, 2005), a dificuldade de se obter a fotopolimerização nas áreas mais apicais (ROBERT et al., 2004), as tensões geradas pela contração de polimerização, bem como as variações das características do substrato dentinário radicular (BOUILLAGUET et al., 2003).

Muitos estudos têm mostrado a estabilidade da interface de união entre o cimento resinoso e o pino (KECECI et al., 2008; GIACHETTI et al., 2009, MAZZONI et al., 2009; DIMITROULI et al., 2010), entretanto a eficácia da união entre o cimento resinoso e a dentina radicular ainda permanece questionável. Além disso, na literatura, observa-se a falta de padrões clínicos aceitos e de consenso sobre a melhor forma de se restaurar os dentes não vitais.

O teste de *push-out* foi utilizado pela primeira vez em 1996 para a avaliação da união à dentina radicular (PATIERNO et al., 1996). Este teste fornece uma melhor estimativa da resistência da união que o teste de cisalhamento convencional, pois a fratura ocorre paralelamente à área circular da interface de união à dentina (DRUMMOND et al., 1996).

Embora o mecanismo básico de união ao substrato dental pareça ser semelhante em todos os cimentos resinosos auto-adesivos, estes materiais ainda são relativamente novos. Portanto, informações detalhadas sobre a sua composição e suas propriedades adesivas ainda são limitadas (MONTICELLI et al., 2008). Sabe-se que as propriedades adesivas advêm de monômeros ácidos que simultaneamente desmineralizam e infiltram o substrato dental, resultando em união micromecânica. De acordo com o perfil técnico do cimento resinoso auto-adesivo RelyX Unicem (3M ESPE), reações secundárias contribuem para a união química à hidroxiapatita, um conceito da tecnologia do cimento de ionômero de vidro (DE MUNK et al., 2004).

A partir deste panorama, o presente trabalho avaliou, *in vitro*, a interface de união entre dentina-agente de cimentação, utilizando-se dois cimentos resinosos auto-adesivos e um cimento resinoso convencional (*etch-and-rinse*), de modo que se possa contribuir para um maior entendimento sobre o mecanismo e a qualidade da união desses novos materiais em dentina radicular.

Revisão da Literatura

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Restauração de dentes tratados endodonticamente

Dentes tratados endodonticamente apresentam inúmeras particularidades devido à destruição coronal provocada pela cárie dentária, fraturas, técnicas restauradoras e/ou endodônticas, resultando em perda de estrutura dental, redução da capacidade dental de resistir às forças mastigatórias (ASSIF e GORFIL, 1994) e aumento da deflexão das cúspides durante a função (FARIA et al., 2011). Para que uma restauração definitiva seja realizada, a reconstrução coronária é necessária, especialmente quando a estrutura dental remanescente é incapaz de prover retenção e resistência para a restauração (THEODOSOPOULOU e CHOCHLIDAKIS, 2009).

Pinos e núcleos são comumente utilizados com o objetivo de proteger os dentes, distribuindo, de maneira mais uniforme, as forças de torção intra-orais geradas na dentina radicular para os tecidos de suporte e assim, dispersando as forças ao longo da raiz. Além disso, fornecem retenção para o núcleo de preenchimento que substitui a estrutura dental coronária perdida (ASSIF e GORFIL, 1994). A seleção de um adequado sistema de pino e de um material para núcleo de preenchimento é desafiadora, tendo em vista o grande número de materiais e técnicas disponíveis para este fim. Segundo Theodosopoulou e Chochlidakis (2009), embora a resistência e a confiabilidade desses materiais sejam os requisitos fundamentais, o desempenho estético de pinos e de materiais para núcleo de preenchimento tornou-se importante, bem como a facilidade de sua manipulação.

Segundo Faria et al. (2011), o planejamento de um sistema de pino e do material para núcleo de preenchimento deve estar de acordo com a estrutura dental remanescente e suas necessidades funcionais, uma vez que a carga oclusal recebida depende da posição do dente, da oclusão e da reabilitação planejada. O preparo do espaço para o pino deve, sempre que possível, conservar a estrutura coronária e a radicular. A forma de retenção está associada à geometria do preparo, às características do pino, como conicidade, comprimento, diâmetro, textura e ao agente cimentante. A resistência relaciona-se à estrutura dental remanescente que afeta a capacidade do pino e do dente de suportarem as forças laterais, rotacionais e a transmissão de forças oclusais.

Os pinos metálicos foram amplamente utilizados devido à sua estabilidade, retenção, adaptação, resistência e facilidade de fundição ou fabricação sob formas precisas (DURET et al., 1990). No entanto, esta técnica apresenta algumas desvantagens, como a corrosão do metal não nobre na interface formada entre o pino e as paredes dentinárias, o enfraquecimento da dentina, o escurecimento da gengiva marginal, a inibição da transmissão da luz e o módulo de elasticidade muito superior ao da dentina, o que leva à concentração de tensões nas paredes radiculares, aumentando a probabilidade de fratura radicular (DURET et al., 1990; ASSIF e GORFIL, 1994; MACCARI et al., 2003; DIMITROULI et al., 2010). Além disso, nos casos de utilização de retentores intrarradiculares metálicos fundidos, há a necessidade de uma etapa laboratorial para sua confecção (DURET et al., 1990).

Os pinos de resina reforçados com fibras de vidro ou de carbono têm sido utilizados com o propósito de estabelecer melhor união à dentina radicular e aprimorar a estética. Revisando a literatura, Theodosopoulou e Chochlidakis (2009) destacaram que os pinos de resina reforçados com fibras de vidro são a melhor abordagem para a restauração de dentes endodonticamente tratados quando comparados aos pinos metálicos rosqueáveis pré-fabricados e aos pinos reforçados com fibras de quartzo. Ferrari et al. (2000) ressaltaram que os pinos de fibra pré-fabricados despontam como uma boa alternativa por exibirem vantagens como módulo de elasticidade mais próximo ao da dentina, biocompatibilidade e natureza química compatível com os sistemas adesivos e os cimentos resinosos.

Os pinos cerâmicos, à base de óxido de zircônio, apesar de serem estéticos e apresentarem alta resistência à flexão, exibem algumas desvantagens, tais como o elevado módulo de elasticidade (200 GPa), o que provoca concentração de tensões nas paredes radiculares, a dificuldade de remoção, a fraca união aos sistemas adesivos e cimentos resinosos, além de elevado custo. Além disso, sua utilização com cerâmicas prensadas ou resinas compostas para núcleo de preenchimento tem sido problemática devido à delaminação (TRUSHKOWSKY, 2011).

Hayashi et al. (2006) avaliaram a influência de diferentes tipos de pinos e materiais para núcleo de preenchimento no potencial de fratura de pré-molares despolidos, restaurados com coroas totais metálicas. Para tanto, 48 dentes pré-molares superiores extraídos foram divididos em quatro grupos. No primeiro grupo, um pino de resina epóxica reforçado com fibra de quartzo (D.T. Light Post, Bisco Inc., Schaumburg, IL, EUA) foi cimentado utilizando-se um *primer* autocondicionante

(Tyrian SPE, Bisco Inc.), um adesivo dentinário fotopolimerizável (One-Step Plus, Bisco Inc.) e um cimento resinoso de cura dual (Duo-Link, Bisco Inc.). No segundo grupo, para a cimentação de um pino de aço inoxidável pré-fabricado (AD Post, Kuraray Medical Inc., Tóquio, Japão) coberto com *primer* metálico (Alloy Primer, Kuraray Medical, Inc.) também se utilizou o cimento resinoso de cura dual (Duo-Link) associado ao *primer* autocondicionante (Tyrian SPE) e ao adesivo dentinário fotopolimerizável (One-Step Plus). Para os primeiros dois grupos, um núcleo de preenchimento foi confeccionado em um molde metálico customizado utilizando-se a resina composta de cura dual BIS-CORE (Bisco Inc.). No terceiro grupo, um núcleo metálico fundido foi confeccionado em liga de ouro (Casting Gold Type II, Morita Co., Osaka, Japão), coberto com *primer* metálico (Alloy Primer) e cimentado com o cimento resinoso de cura dual (Duo-Link) associado ao *primer* autocondicionante (Tyrian SPE) e ao adesivo dentinário fotopolimerizável (One-Step Plus). A porção correspondente ao núcleo de preenchimento foi confeccionada nos mesmos padrões dos grupos 1 e 2. No quarto grupo, os dentes receberam apenas um preparo para coroa total (Celey, Mikrona Technologie AG., Spreitenbach, Suíça), reproduzindo a forma do núcleo de preenchimento dos grupos 1 e 2. Todos os dentes foram restaurados com coroas totais metálicas (Casting Gold Type III, Morita Co., Osaka, Japão) e submetidos a uma carga vertical em 90° e a uma carga oblíqua em 45°, com velocidade de 0.5 mm/min, em máquina universal de ensaios mecânicos (Autograph AG500-A, Shimadzu Co., Quioto, Japão) até a fratura. De acordo com essa metodologia, a combinação de pino de fibra e resina composta para núcleo de preenchimento, associada à restauração através de coroa total metálica, apresentou-se como a melhor estratégia para a manutenção da estrutura dental.

2.2 Sistemas de pinos de resina reforçados com fibras

Segundo Trushkowsky (2011), a maioria dos pinos de resina reforçados com fibras é composta por fibras de vidro ou quartzo envolvidas em uma matriz resinosa. As fibras de quartzo apresentam resistência à tração superior à das fibras de vidro. A quantidade de fibras, sua densidade e sua capacidade de se unir à matriz resinosa varia em cada sistema. A matriz resinosa consiste de resina epóxica designada para suportar e absorver tensões compressivas, enquanto as fibras contribuem para a resistência à tração.

As fibras de carbono estão longitudinalmente dispostas e envolvidas por uma matriz epóxica. Estes pinos apresentam módulo de elasticidade mais próximo ao da dentina, proporcionando a distribuição, mais uniforme, de tensões para a estrutura dental remanescente (TRUSHKOWSKY, 2011).

2.3 Cimentos resinosos

Muitos estudos têm sido delineados com o intuito de aperfeiçoar a técnica de cimentação adesiva de pinos reforçados com fibras, objetivando melhorar a união entre as interfaces pino/agentes de união/dentina radicular.

De acordo com Hill e Lott (2011), a principal função de um material para cimentação é preencher o minucioso espaço entre o preparo cavitário ou *abutment* do implante e a restauração, de forma a evitar o deslocamento desta durante a função. A seleção de um agente para cimentação deve ser baseada nas necessidades específicas de cada situação clínica e o cirurgião-dentista deve ter um conhecimento de todas as opções disponíveis. Infelizmente, devido à rápida proliferação de produtos de cimentação e ao apelo para a utilização de produtos “universais” por parte dos fabricantes, essa seleção torna-se confusa, de forma que muitos clínicos acabam por limitar-se à utilização de materiais pela facilidade de manipulação, conveniência e/ou familiaridade.

Os cimentos resinosos são os únicos nos quais uma matriz polimérica é formada para preencher e selar o espaço entre o dente preparado e a restauração. Basicamente, suas características químicas são as mesmas das resinas compostas, nas quais as partículas inorgânicas cerâmicas estão presentes em uma matriz orgânica. São indicados para situações clínicas específicas, tais como cimentação de restaurações em cerâmica pura, resinas de processamento laboratorial, restaurações metálicas ou metalocerâmicas em dentes com preparos que apresentam pouca retenção e cimentação de pinos em dentes tratados endodonticamente. Apresentam alta resistência à compressão e à tração, baixa solubilidade e qualidades estéticas. Suas principais deficiências são: dificuldade de remoção dos excessos, técnica sensível, necessidade de se remover uma restauração em fragmentos e não de forma intacta e custo relativamente alto por porção (HILL e LOTT, 2011).

Os cimentos resinosos são classificados de acordo com o mecanismo ativação e de formação da matriz polimérica (HILL e LOTT, 2011) em: *self-* ou *auto-curing* (quimicamente polimerizados), *light activated-curing* (fotopolimerizados) e *dual curing* (polimerização dual) ou são reconhecidos de acordo com o sistema adesivo empregado (HILL e LOTT, 2011): *total etch* (condicionamento ácido total), *self-etching* (autocondicionante), *self-adhesive* (auto-adesivo) e *dual-affinity adhesive* (dupla afinidade adesiva).

A cimentação resinosa de pinos de resina reforçados com fibras é apropriada quando um núcleo de resina composta é confeccionado, a fim de se estabelecer uma união química entre o cimento resinoso e o material do núcleo de preenchimento. Sabendo-se que o propósito da utilização de pinos intrarradiculares é auxiliar na retenção do núcleo de preenchimento, cimentos resinosos fotoativados e duais não devem ser utilizados para a cimentação de pinos opacos ou metálicos, devido à dificuldade de se obter a polimerização antes mesmo que o núcleo de preenchimento esteja sujeito a tensões (HILL e LOTT, 2011).

Cimentos resinosos utilizados com sistemas adesivos *etch-and-rinse*, tradicionalmente necessitam de uma etapa específica de condicionamento do substrato dental para que ocorra a subsequente infiltração do adesivo dentinário. Todavia, a difusão incompleta do adesivo na dentina desmineralizada tem sido relatada para sistemas adesivos convencionais (SPENCER e SWAFFORD, 1999). Essa discrepância entre a profundidade de condicionamento dentinário e a penetração do adesivo leva a uma grande área de fibrilas colágenas expostas na interface de união entre o adesivo e o substrato dental, podendo haver sensibilidade pós-operatória (MONTICELLI et al., 2008), susceptibilidade à degradação da camada híbrida e nanoinfiltração (DE MUNK et al., 2004). Assim, com o propósito de superar algumas das limitações associadas ao condicionamento dentinário, pesquisadores têm proposto a utilização de cimentos resinosos associados a sistemas adesivos que possuem *primers* autocondicionantes. Essa abordagem tem reintroduzido o conceito de utilização da *smear layer* como um substrato para a união (MONTICELLI et al., 2008).

Cimentos resinosos de dupla afinidade adesiva (que estabelecem união com a estrutura dental e com diferentes materiais restauradores), tais como Panavia F 2.0 (Kuraray Medical) são considerados como uma categoria de cimentos resinosos altamente especializada, pois, em virtude de suas características químicas, exibem

alta resistência à tração, forte união ao esmalte condicionado e união eletrolítica ao metal microabrasionado e às ligas de metais nobres. A união à estrutura dental é muito sensível à técnica, já a união ao metal varia de acordo com a liga e é aprimorada com o uso de *primers* específicos. Tendo em vista o custo relativamente alto desses materiais e sua sensibilidade à técnica, os cimentos resinosos de dupla afinidade adesiva devem ser reservados apenas para coroas e próteses parciais fixas convencionais onde outros agentes cimentantes não proporcionem retenção suficiente (HILL e LOTT, 2011).

Os cimentos resinosos auto-adesivos foram introduzidos no mercado odontológico em 2002, apresentando um mecanismo de polimerização dual que não necessita de pré-tratamento do substrato dental e aplicação de *primers* e adesivos dentinários (BURGESS, GHUMAN e CAKIR, 2010). Contêm partículas inorgânicas de vidro com tamanho variando de 1 a 5 μm (DE MUNK et al., 2004) e uma matriz orgânica constituída de monômeros multifuncionais acídicos ou à base de metacrilato, o que confere o mecanismo de união do cimento com a hidroxiapatita dental (BURGESS, GHUMAN e CAKIR, 2010). Dimitrouli et al. (2011) demonstraram que a resistência da união de cimentos resinosos auto-adesivos ao esmalte pode atingir valores semelhantes à de sistemas adesivos *etch-and-rinse* quando um condicionamento adicional com ácido fosfórico é realizado. Todavia, o condicionamento da dentina não necessariamente resulta em maiores valores de resistência da união.

Assim como nos adesivos autocondicionantes, os monômeros de metacrilato fosforilados apresentam um baixo pH quando em contato com a água presente no substrato dental. Este baixo pH condiciona mais facilmente a dentina que o esmalte, o que pode contribuir para os maiores valores de resistência da união à dentina em comparação ao esmalte. Enquanto o condicionamento é realizado, o cimento penetra na superfície condicionada, criando uma união micromecânica com o substrato dental após a polimerização (BURGESS, GHUMAN e CAKIR, 2010).

Para o cimento auto-adesivo RelyX Unicem (3M ESPE), durante a reação de presa, o pH aumenta até atingir a neutralidade. Quando o cimento polimeriza, água é formada, a qual produz a hidrofobicidade inicial e neutraliza o pH ácido. Em alguns cimentos auto-adesivos, flúor é liberado como resultado da reação entre o meio ácido e as partículas inorgânicas liberadoras de íons flúor. Como a água produzida é consumida, a matriz hidrofóbica é finalmente formada exibindo baixa solubilidade,

baixa expansão e estabilidade em longo prazo. Em adição à união micromecânica, alguns desses cimentos também estabelecem uma união química com o cálcio presente no substrato dental (BURGESS, GHUMAN e CAKIR, 2010).

Cimentos resinosos auto-adesivos contêm monômeros acídicos que condicionam a dentina sem produzir a abertura de túbulos dentinários. Durante este processo, a *smear layer* é incorporada à camada híbrida superficial, o que pode reduzir a sensibilidade pós-operatória. A acidez do cimento é necessária apenas brevemente para o condicionamento dental, de forma que a neutralidade é atingida rapidamente na maioria dos cimentos resinosos auto-adesivos. Estes cimentos apresentam um mecanismo de cura dual, portanto, no modo *self-cure*, exibem fraca resistência da união e baixa estabilidade de cor (BURGESS, GHUMAN e CAKIR, 2010).

Hill e Lott (2011) ressaltaram que a maioria dos materiais utilizados para a cimentação, definitiva ou provisória, apresenta os requisitos básicos para este fim. Todavia cada um tem deficiências únicas que podem impedir o seu uso universal. Vários fatores podem interferir nos valores de resistência da união entre pinos e a dentina radicular, tais como o tipo de pino e de cimento utilizados (FARINA et al., 2011), a estratégia de união em dentina radicular (RADOVIC et al., 2008; BITTER et al., 2009), o grau de conversão do cimento resinoso (KIM et al., 2009), o tratamento da superfície do pino (OLIVEIRA et al., 2011), a profundidade e as características do substrato dental radicular (KIM et al., 2009).

Sistemas adesivos *etch-and-rinse* de três passos ou *self-etching* de dois passos são recomendados para a cimentação de pinos a fim de se obter melhor união entre o cimento resinoso e a dentina do canal radicular (HILL e LOTT, 2011).

Um estudo realizado por Radovic et al. (2008) investigou a resistência da união de pinos de fibra de vidro cimentados em dentina radicular com cimentos resinosos que utilizam três diferentes estratégias de união: *etch-and-rinse*, *self-etch*, e *self-adhesive*. Neste ensaio, o sistema adesivo autocondicionante apresentou resistência da união menos favorável entre o pino de fibra de vidro e a dentina do canal radicular, em comparação com as estratégias de união *etch-and-rinse* e *self-adhesive*. Na maioria dos grupos, o tipo mais freqüente de falha foi a adesiva entre a dentina e o cimento, seguido por falhas adesivas entre pino e cimento e falhas mistas.

Monticelli et al. (2008) realizaram uma comparação qualitativa entre as características da interface dentina/cimento de seis cimentos resinosos que diferem em função do regime de pré-tratamento dentinário. Utilizou-se microscopia eletrônica de varredura (MEV) e uma técnica de coloração para microscopia óptica a fim de se investigar, especificamente, a profundidade de desmineralização e a infiltração do adesivo nas fibrilas colágenas expostas na interface dentina/cimento. A porção coronária de 30 dentes terceiros molares humanos foi seccionada, expondo-se a dentina média. Essa superfície dentinária foi polida com lixa de carbetto de silício de granulação 600 para a padronização da *smear layer*. Em seguida, cilindros de resina composta (Gradia Direct Anterior, GC Corp., Tóquio, Japão) foram confeccionados em um molde de alumínio (8 mm de diâmetro/ 4 mm de altura) e cimentados sobre as superfícies dentinárias (n = 5, por grupo) com os seguintes cimentos resinosos: Calibra, *etch-and-rinse* e cura dual (Dentsply DeTrey GmbH, Constança, Alemanha); Panavia F 2.0, autocondicionante e cura dual (Kuraray Co. Ltd, Osaka, Japão) e os auto-adesivos Multilink Sprint (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein); RelyX Unicem (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), G-Cem (GC Corporation, Tóquio, Japão) e BisCem (Bisco, Schaumburg IL, EUA). De acordo com a técnica de coloração pelo tricrômico de Masson, o cimento convencional *etch-and-rinse* (Calibra) exibiu uma zona vermelha característica de fibrilas colágenas desnudas na base da interface de união. Túbulos dentinários foram abertos e uma camada híbrida com a formação de *tags* resinosos foi identificada por microscopia eletrônica de varredura. Na interface dentina/cimento das amostras cimentadas com o cimento resinoso autocondicionante (Panavia F 2.0), uma linha estreita púrpura representando a leve desmineralização do colágeno foi detectada na superfície da dentina intacta. Com a utilização de Multilink Sprint, a superfície da dentina mostrou-se corada em vermelho (descalcificada), porém não foi infiltrada pela resina. Não houve uma evidente desmineralização/ infiltração da dentina com os cimentos auto-adesivos RelyX Unicem, G-Cem e BisCem, que produziram padrões semelhantes de interface dentina/cimento. As fotomicrografias de BisCem revelaram uma adaptação íntima com o substrato. No entanto, não se observou nenhum sinal de formação de camada híbrida com a dentina subjacente. Os padrões de interface dos cimentos resinosos auto-adesivos testados diferem dos cimentos resinosos *etch-and-rinse* convencionais. Algumas razões para a limitada capacidade desses cimentos de difundir e descalcificar a dentina podem ser a alta viscosidade (DE MUNCK et al.,

2004), resultante de uma reação ácido-base e o efeito de neutralização que ocorre durante a presa, já que estas reações químicas envolvem a liberação de água e partículas alcalinas que podem elevar o pH. Outros mecanismos (como interações químicas) têm sido defendidos a ocorrer nessas interfaces complexas (DE MUNCK et al., 2004).

De Munck et al. (2004) avaliaram, através do teste de microtração, a qualidade da união do cimento resinoso auto-adesivo RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) ao esmalte e à dentina. Além disso, a interação deste material com a dentina também foi avaliada por meio de microscopia eletrônica de alta resolução (Fe-SEM) e microscopia eletrônica de transmissão (TEM). A resistência da união à microtração (μ TBS), com e sem condicionamento ácido prévio, foi determinada em esmalte e dentina, após 24 horas de armazenamento em água e comparada à efetividade da união estabelecida com o cimento resinoso Panavia F (Kuraray Medical Inc., Osaka, Japão). Os valores de μ TBS de RelyX Unicem ao esmalte foram significativamente mais baixos que os do cimento controle, Panavia F. Quando os cimentos resinosos foram unidos à dentina, não se observou diferença significativa entre os valores de μ TBS. A aplicação de RelyX Unicem ao esmalte condicionado elevou significativamente a μ TBS, de forma que os valores não foram significativamente distintos dos obtidos com Panavia F ao esmalte não condicionado. No entanto, a μ TBS de RelyX Unicem à dentina condicionada foi significativamente menor quando comparada à dentina não condicionada pelo ácido fosfórico e aos valores obtidos com Panavia-F. A análise da microscopia eletrônica de alta resolução revelou que a adaptação do cimento resinoso RelyX Unicem à superfície dentinária foi aprimorada com o uso de leve pressão sobre a restauração durante o procedimento de cimentação, contribuindo para a longevidade da união. Não foi observada a formação de camada híbrida, nem a presença de *tags* resinosos, mas sim, uma zona de interação irregular variando de 0 a 2 μ m. De forma distinta a RelyX Unicem, a aplicação de Panavia F resultou na formação de uma verdadeira camada híbrida, embora a desmineralização da superfície dentinária tenha sido incompleta, permanecendo muitos cristais de hidroxiapatita no interior da camada híbrida.

Ainda nesse estudo, a fim de se excluir qualquer efeito da *smear layer* e para elucidar a real interação com a dentina afetada, o cimento resinoso foi aplicado à dentina fraturada. Uma pobre interação foi detectada, além de uma camada fina na

interface dentina-cimento. Como os túbulos da dentina fraturada não são ocluídos por *smear plugs*, o cimento também se infiltrou no interior dos túbulos e interagiu com a parede tubular de forma semelhante como na dentina intertubular. Embora o pH do material seja baixo (inferior a 2 durante o primeiro minuto, segundo dados fornecidos pela 3M ESPE), quase não se observou desmineralização da superfície dentinária. Este fato pode ser devido à viscosidade relativamente alta do material e ao tempo de infiltração/interação limitado, visto que o cimento foi fotopolimerizado imediatamente após sua aplicação. Esses fatores, juntamente com as propriedades tixotrópicas deste cimento também podem explicar a melhor adaptação do cimento quando aplicado sob pressão, como evidenciado por uma diminuição da quantidade de porosidades na interface. O efeito da pequena desmineralização de RelyX Unicem, apesar de seu baixo pH inicial, foi confirmado ao aplicá-lo à dentina fraturada. Mesmo que a interação não tenha sido prejudicada devido à falta da *smear layer*, a dentina não se apresentou desmineralizada em todas as regiões avaliadas. A coloração por metais pesados revelou uma interação limitada dentro de uma faixa de 100 a 200 nm que, provavelmente, corresponde à infiltração mais profunda de monômeros fosforilados abaixo da *smear layer*. Assim, ressalta-se que o mecanismo de união do cimento resinoso auto-adesivo RelyX Unicem à dentina é distinto do obtido com um adesivo autocondicionante, pois não se observa áreas de desmineralização e infiltração.

Bitter et al. (2009) investigaram as características morfológicas da interface dentina-resina ao se utilizar os cimentos resinosos Panavia F 2.0 (Kuraray Medical, Osaka, Japão), PermaFlo DC (Ultradent, Salt Lake City, UT, EUA), Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Alemanha), Clearfil Core (Kuraray) e seus correspondentes sistemas adesivos, em relação à espessura da camada híbrida, à penetração do adesivo e do cimento resinoso no interior dos túbulos dentinários e ao número de *tags* resinosos fraturados. Além disso, avaliaram a resistência da união utilizando-se o teste de micro *push-out*, a fim de se correlacionar as características microscópicas com os valores de resistência da união. Segundo os autores, a aplicação de sistemas adesivos que requerem a utilização de ácido fosfórico resultou em camadas híbridas uniformes e em um grande número de túbulos dentinários preenchidos com adesivo e cimento resinoso. No entanto, *tags* fraturados ocorreram como resultado do uso destes sistemas, de forma que a resistência da união foi menor em relação ao

cimento resinoso auto-adesivo. Neste sentido, confirma-se que as interações químicas entre o cimento resinoso auto-adesivo e a hidroxiapatita são efetivas no interior do canal radicular.

Erdemir et al. (2011) avaliaram a resistência da união ao micro *push-out* de cinco diferentes estratégias de cimentação, utilizando-se o pino de fibra de vidro RelyX Fiber Post (3M ESPE, Seefeld, Alemanha), comparando a técnica convencional de aplicação dos cimentos resinosos auto-adesivos RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) e Maxcem (Kerr Corporation, Orange, CA, EUA) a uma técnica modificada envolvendo o tratamento dentinário com os sistemas adesivos autocondicionantes de passo único Adper Prompt L-Pop (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) e Optibond *all-in-one* (Kerr Corporation, Orange, CA, EUA). Foram utilizados no estudo, 50 dentes humanos incisivos centrais maxilares, cujas raízes preparadas foram aleatoriamente divididas em cinco grupos de tratamento (n = 10): Grupo 1 - ED Primer II/ Panavia F 2.0 (Kuraray Medical, Tóquio, Japão); grupo 2 - RelyX Unicem (3M ESPE); grupo 3 - Maxcem (Kerr Corporation); grupo 4 - Adper Prompt L-Pop (3M ESPE) utilizado com o cimento RelyX Unicem (3M ESPE); grupo 5: Optibond *all-in-one* (Kerr Corporation) associado ao cimento Maxcem (Kerr Corporation). A associação Prompt L-Pop e RelyX Unicem ($9,91 \pm 4,82$ MPa) e o cimento RelyX Unicem ($9,48 \pm 4,84$ MPa) apresentaram os valores mais altos de resistência da união, sem diferenças significativas entre si. Não foram observadas diferenças estatísticas entre Maxcem e Optibond *all-in-one*/Maxcem. O sistema adesivo autocondicionante ED Primer II em Panavia F 2.0 produziu a formação de numerosos *tags* de resina, finos e curtos, estendendo longitudinalmente na parede dentinária. No entanto, nas estratégias auto-adesivas de RelyX Unicem e Maxcem, a formação de *tags* não foi evidente. Para os cimentos auto-adesivos, o processo de aplicação modificado produziu uma distribuição regular com a formação de numerosos e maiores *tags* de resina. No entanto, tais procedimentos não proporcionaram melhor resistência da união que as estratégias de uso convencional dos cimentos auto-adesivos. Mais uma vez se evidencia que as estratégias de cimentação auto-adesivas são vantajosas, pois proporcionam resistência da união satisfatória quando utilizadas com pinos de fibra de vidro, simplificando os procedimentos clínicos.

Em estudo semelhante, Farina et al. (2011) encontraram os maiores valores de resistência da união quando pinos de fibra de vidro foram utilizados com o

cimento auto-adesivo RelyX Unicem (3M ESPE). Os autores avaliaram, através do teste de *push-out*, a resistência da união entre pinos de fibras de vidro e carbono e a dentina radicular utilizando-se um cimento auto-adesivo (RelyX Unicem) e um cimento resinoso que necessita de condicionamento dentinário (Cement-Post, Angelus, Londrina, PR, Brasil). Foram selecionados quarenta dentes caninos humanos maxilares extraídos, para os quais pinos de resina epóxica reforçados com fibra de vidro (Angelus) e fibra de carbono (Angelus) foram utilizados. Os pinos de fibra de vidro foram limpos pela aplicação de ácido fosfórico a 37% por 5 segundos, lavados e secos com um jato de ar. Logo após, receberam duas camadas de silano. Os pinos de fibra de carbono não receberam a aplicação de silano, conforme as especificações do fabricante. Apenas foram limpos com ácido fosfórico a 37% por 5 segundos, lavados e secos com um jato de ar. Para o cimento resinoso Cement-Post (Angelus), ácido fosfórico 37% foi aplicado no interior do canal radicular por 15 segundos. Realizou-se o enxágue com água e a remoção do excesso de umidade com papel absorvente. Em seguida, o sistema adesivo Adper Scotchbond Multi-Purpose (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi aplicado de acordo com as recomendações do fabricante. Partes iguais de pastas base e catalisadora foram manipuladas por 10 segundos e o cimento levado ao canal radicular. Realizou-se a cimentação do pino, permitindo-se a polimerização química do cimento. O cimento auto-adesivo RelyX Unicem foi manipulado conforme as instruções do fabricante e aplicado no interior do canal. Após a cimentação do pino, realizou-se a fotoativação por 40 segundos (Ultraled, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) com potência de 500 mW/cm². As raízes foram seccionadas em sentido transversal, obtendo-se discos de 2 mm de espessura, os quais foram submetidos ao teste de *push-out* em máquina universal de ensaios (EMIC DL 2000, São José dos Pinhais, PR, Brasil), com velocidade de 0,5 mm/min. Neste estudo, os pinos de fibra de vidro apresentaram os maiores valores de resistência da união para ambos os cimentos utilizados (RelyX Unicem e Cement-Post) e RelyX Unicem apresentou os maiores valores de resistência da união para ambos os pinos. A análise das fraturas demonstrou a predominância de fratura coesiva do pino para RelyX Unicem e fratura adesiva entre dentina/cimento e mista para Cement-Post.

Em relação ao tratamento da superfície do pino, no estudo realizado por Oliveira et al. (2011), o agente de união silano praticamente não teve efeito significativo ou mesmo prejudicou a resistência da união entre os cimentos resinosos

auto-adesivos e os pinos de fibra de vidro. Os autores avaliaram a resistência da união ao cisalhamento entre quatro cimentos resinosos auto-adesivos e pinos de fibra de vidro, com ou sem um agente de união silano. Os cimentos auto-adesivos testados foram: Maxcem Elite (Kerr Corporation, Orange, CA, EUA), RelyX Unicem (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), seT (SDI, Bayswater, Victoria, Austrália), e SmartCem 2 (Dentsply Caulk, Milford, DE, EUA). O cimento convencional RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) foi avaliado como referência. Pinos retangulares de resina epóxica com reforço de fibra de vidro (6 x 5 – 2 mm de espessura) foram confeccionados pela empresa Angelus (Londrina, PR, Brasil). Em metade da amostra, um agente pré-hidrolizado silano (Angelus) foi aplicado na superfície do pino e seco ao ar por 60 segundos. Após a manipulação e inserção dos cimentos resinosos, os corpos de prova foram fotopolimerizados por 30 segundos utilizando-se um diodo emissor de luz (Radii, SDI) com irradiância de 600 mW/cm². Para o teste de cisalhamento, um fio de aço (0,2 mm de diâmetro) foi posicionado em torno de cada cilindro e alinhado com a interface de união. O teste foi realizado em uma máquina de ensaios mecânicos (DL500; EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil) com velocidade de 0,5 min/mm até a fratura. Para cada material, 40 exemplares foram testados (20 silanizados e 20 não silanizados). Ambos os fatores "tratamento da superfície do pino" e "cimento resinoso" foram significativos, bem como sua interação ($p < 0,001$). Para Maxcem Elite (Kerr Corporation), RelyX ARC (3M ESPE) e seT (SDI), os grupos silanizados apresentaram resistência da união significativamente maior que os corpos-de-prova não-silanizados ($p < 0,001$). Para SmartCem 2 (Dentsply Caulk), o silano não teve influência significativa na resistência de união ($p = 0,094$) e, para RelyX Unicem (3M ESPE), o grupo silanizado apresentou resistência da união significativamente menor quando comparado ao grupo não silanizado ($p < 0,001$). Comparando-se os cimentos resinosos, o cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE) apresentou resistência da união ao cisalhamento significativamente menor em relação a todos os materiais auto-adesivos quando os pinos não foram silanizados ($p < 0,001$); RelyX Unicem (3M ESPE) apresentou os maiores valores, enquanto Maxcem Elite (Kerr Corporation), SmartCem 2 (Dentsply Caulk) e seT (SDI) apresentaram valores intermediários. Quando os pinos foram silanizados, seT (SDI) obteve os maiores valores, seguido por Maxcem Elite (Kerr Corporation), RelyX ARC (3M ESPE) e SmartCem 2 (Dentsply Caulk), enquanto RelyX Unicem (3M ESPE) apresentou os

menores valores de resistência de união. A predominância de falhas adesivas foi detectada para todos os grupos, independentemente do cimento resinoso e do tratamento do pino. No entanto, um maior número de falhas mistas envolvendo o cimento resinoso foi detectado quando os pinos foram silanizados, exceto para RelyX Unicem (3M ESPE). Neste estudo, como a resistência da união de todos os cimentos resinosos auto-adesivos foi maior que a do cimento convencional quando os pinos não foram silanizados, a silanização da superfície de pinos de fibra de vidro parece não ser necessária quando são utilizados cimentos resinosos auto-adesivos.

Quanto ao grau de conversão dos cimentos resinosos, Kim et al. (2009) encontraram uma significativa redução do grau de conversão do cimento resinoso de cura dual Variolink II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) de acordo com a profundidade do espaço preparado para o pino e o tipo de pino utilizado. Foram selecionados dois sistemas de pinos translúcidos, D.T. Light-Post (Bisco, Inc., Schaumburg, IL, EUA) e FRC Postec Plus (Ivoclar Vivadent) e o sistema opaco Snowpost (Carbotech, Ganges, França). A transmissão de luz por cada pino de fibra de vidro foi medida utilizando-se espectrofotometria (UV-1650pc, Shimadzu, Quioto, Japão). Quinze dentes pré-molares humanos mandibulares foram distribuídos aleatoriamente em três grupos (n = 5). O cimento resinoso Variolink II foi inserido no interior do canal e fotopolimerizado por 40 segundos, com intensidade de potência de 600 mW/cm^2 , permitindo a transmissão da luz ao longo do eixo longitudinal do pino. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C , durante 24 horas e, após esse período, foram seccionados longitudinalmente em sentido vestibulo-lingual (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA). Cada superfície seccionada foi tratada com ácido fosfórico a 37% por 10 segundos, solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) 2% por um minuto, lavada com água e seca ao ar. O grau de conversão de cada grupo (n = 10) foi mensurado utilizando-se espectrofotometria de infravermelho por transformada de Fourier - FTIR (IRPrestige-21; Shimadzu, Quioto, Japão) conectada a um microscópio (AIM-8800, Shimadzu). Os resultados demonstraram que os dois tipos de pinos de fibra translúcidos D.T. Light-Post e FRC Postec Plus tiveram uma capacidade média de transmissão da luz de 10,2% e 7,7%, respectivamente, a 470 nm. O pino opaco Snowpost apresentou capacidade de transmissão da luz de menos de 1% para todos os comprimentos de onda testados e exibiu um valor de 0,5% a 470 nm, significativamente inferior em relação aos dois pinos translúcidos ($p < 0,001$). Quanto ao grau de conversão de Variolink II, os

valores médios variaram entre 32,78% e 69,73% de acordo com a profundidade radicular e com o tipo de pino. Uma diminuição gradual no grau de conversão foi observada em todos os grupos, em relação à profundidade. Em todos os grupos houve uma significativa diminuição do grau de conversão na região média quando comparada à região cervical ($p < 0,05$). Não houve diferença quanto ao grau de conversão entre os grupos de pinos D.T. Light-Post e FRC Postec Plus, enquanto o grupo de pinos Snowpost exibiu valores estatisticamente mais baixos.

Cantoro et al. (2011) avaliaram, por meio do teste de *push-out*, da microscopia de luz e da microscopia eletrônica de varredura, a resistência da união e a integridade marginal da interface dentina-cimento-pino dos cimentos resinosos auto-adesivos RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Alemanha), Maxcem Elite (Kerr Corporation, Orange, CA, EUA) e seT (SDI, Bayswater, Victoria, Austrália), utilizados para a cimentação de pinos de fibra de vidro RelyX (3M ESPE). Nesse estudo, a região do espaço preparado para o pino (cervical, média e apical) não representou um fator significativo para a retenção do pino de fibra de vidro. Os valores de resistência da união de RelyX Unicem ($9,3 \pm 2,6$ MPa) foram significativamente superiores aos de Maxcem Elite ($6,7 \pm 2,7$ MPa) e seT ($5,4 \pm 3,1$ MPa), os quais foram comparáveis entre si. A resistência da união ao *push-out* foi significativamente afetada pelo cimento resinoso ($p < 0,001$), mas não pela região do espaço preparado para o pino (cervical, média e apical). Através da análise em microscópio eletrônico de varredura, RelyX Unicem exibiu uma interação superficial com a dentina e uma camada híbrida distinta não pôde ser reconhecida. Embora o cimento resinoso tenha aparecido intimamente adaptado à superfície do pino, espaços vazios foram marcados por depósito de nitrato de prata na interface cimento-dentina. Em Maxcem Elite, a penetração do agente traçador foi observada na interface dentina-cimento, bem como dentro da camada de cimento. Os espécimes de seT exibiram depósitos de nitrato de prata intratubulares, revelando uma pobre capacidade de selamento da *smear layer* hibridizada. Assim, ressalta-se que os três novos cimentos resinosos auto-adesivos exibiram propriedades semelhantes de selamento da camada híbrida, embora RelyX Unicem pareça ter uma capacidade superior de reter um pino de fibra de vidro.

Kahnamouei et al. (2012) avaliaram a resistência da união ao *push-out* de diferentes cimentos resinosos *total-etch* e *self-adhesive*, utilizados para a cimentação de pinos de fibra de quartzo em dentina radicular. Foram selecionados

90 dentes pré-molares unirradiculares humanos tratados endodonticamente. Os pinos de fibra de quartzo foram cimentados com os cimentos resinosos: Nexus NX3 (Kerr, Orange, CA, EUA), Duo-Link (BISCO, Schaumburg, IL, EUA), RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), Maxcem Elite (Kerr, Orange, CA, EUA), BisCem (BISCO, Schaumburg, IL, EUA) e RelyX Unicem (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA). Após a cimentação, as raízes foram seccionadas em sentido transversal para a obtenção de fatias dentina/pino, as quais foram submetidas ao teste de *push-out*, com velocidade de 0,5 mm/min. Verificou-se que a resistência da união foi influenciada pelo tipo de cimento resinoso (*total-etch* ou *self-adhesive*) e pela região do espaço preparado para o pino. Os cimentos resinosos auto-adesivos (Maxcem Elite, BisCem e RelyX Unicem) exibiram valores de resistência da união ou *push-out* significativamente maiores que os dos cimentos *total-etch* (Nexus NX3, Duo-Link e RelyX ARC). Em relação à região do espaço preparado para o pino, os valores de resistência da união dos cimentos auto-adesivos foram mais elevados no terço apical e menores nos terços coronal e médio. No grupo dos cimentos resinosos *total etch*, os maiores valores de resistência da união foram observados no terço cervical. Os valores obtidos no terço médio foram significativamente menores que os do terço cervical. Na região apical, os valores não foram distintos dos terços cervical e médio. Neste estudo, a cimentação de pinos de fibra de quartzo com cimentos resinosos auto-adesivos proporcionou maiores valores de resistência da união ao *push-out*, em especial na região apical.

2.4 Substrato dental

A resistência estrutural de um dente depende da quantidade e da resistência inerente da dentina e da integridade de sua forma anatômica. Após o tratamento endodôntico, há uma perda apreciável de dentina, incluindo estruturas anatômicas como cúspides, cristas marginais e o teto da câmara pulpar (ASSIF e GORFIL, 1994). A estrutura dental remanescente e a demanda funcional são fatores determinantes para a escolha de um sistema de pino intrarradicular. Segundo Faria et al. (2011), uma estrutura dental remanescente mínima necessitará de um pino de fibra de vidro ou carbono por apresentarem módulo de elasticidade mais compatíveis, permitindo que as forças oclusais sejam uniformemente distribuídas ao longo da raiz, reduzindo-se o risco de fraturas.

O substrato dental remanescente é constituído de dentina intrarradicular mineralizada. Essa dentina, semelhante à dentina coronal, contém túbulos que se estendem da polpa à periferia dental (MJÖR et al., 2001). Segundo Caiado et al. (2010), a avaliação micromorfológica da dentina coronária profunda, intacta, de dentes pré-molares humanos, revelou uma distribuição homogênea de dentina intertubular e peritubular. De forma distinta, a dentina do canal radicular não apresentou a formação de dentina peritubular mineralizada. Como a dentina coronal profunda é formada anos antes da dentina radicular, uma provável explicação para a ausência da dentina peritubular nesse estudo relaciona-se à integridade e à idade dos dentes utilizados. Como foram extraídos de indivíduos jovens (entre 11 e 20 anos) e apresentaram-se livres de cárie, provavelmente não houve tempo e estímulos para que os odontoblastos secretassem dentina peritubular.

O número de túbulos dentinários diminui em direção à região apical (MJÖR et al., 2001), observando-se menor formação de *tags* pelos adesivos dentinários. Em contrapartida, verifica-se maior impregnação da dentina intertubular (MANNOCCI et al., 2004). O maior conteúdo de dentina intertubular presente para a hibridização deveria elevar os valores de resistência da união no terço apical, embora muitos estudos tenham demonstrado menores valores de resistência da união nesta região (BITTER et al., 2004; KALKAN et al., 2006 e DURÃO MAURÍCIO et al., 2007) e uma camada híbrida reduzida, o que pode ser atribuído ao efeito negativo do fator-C (TRUSHKOWSKY, 2011).

A dentina do terço cervical do canal radicular exhibe numerosas projeções de forma convexa, denominadas calcosferitos, estruturas estas com densidade tubular variável e poucos canais acessórios. A densidade tubular média encontrada é de 43.948 ± 10.509 túbulos por mm^2 (CAIADO et al., 2010).

Segundo Mjör et al. (2001), o baixo número de túbulos dentinários, a estrutura irregular da dentina secundária e a presença de um tecido semelhante ao cimento nas paredes do canal radicular resultam em uma penetração reduzida dos sistemas adesivos na dentina radicular apical, quando comparada à dentina coronal. Em seu estudo, os autores destacaram que o número de túbulos registrados na região apical foi correspondente a 14.400 por mm^2 próximo à polpa ou à dentina secundária, 8.100 por mm^2 na região mediana e 2.500 por mm^2 na dentina radicular periférica. Estas densidades são menores em relação à dentina coronal, variando de 43.948 (CAIADO et al., 2010) a 8.100 mm^2 (MJÖR e NORDAHL, 1996). Assim, o número de

túbulos por mm^2 diminui da faixa de 40.000 para 14.000, da porção coronal do canal radicular para a apical (MJÖR e NORDAHL, 1996). Como consequência, um menor número de túbulos está disponível para a penetração dos sistemas adesivos. Além disso, a presença de dentina secundária irregular e de áreas desprovidas de túbulos indicou que a camada híbrida é, de fato, um pré-requisito para a união em dentina radicular.

Caiado et al. (2010) ressaltaram que a dentina peritubular mineralizada cobre os túbulos dentinários e suas ramificações laterais. Assim, embora o adesivo dentinário escoe no interior desses túbulos para formar *tags* resinosos, há pouca união ao substrato, visto que a dentina peritubular não é uma estrutura porosa. Os *tags* resinosos podem se estender pelos túbulos, embora sejam finos e apresentem pouca retenção. Quando a dentina peritubular é solubilizada pelo condicionamento ácido, o lúmen tubular aumenta de 1,0 μm em diâmetro para o valor original de 2,5 μm e as paredes tubulares tornam-se porosas e compostas por fibrilas colágenas. Quando co-mônômeros líquidos de adesivos dentinários escoam na dentina intertubular porosa, *tags* de resina localizam-se na dentina intertubular. Logo, esses *tags* de resina maiores não apenas selam os túbulos, como também fornecem alta resistência da união e retenção. Os co-mônômeros líquidos também escoam para as ramificações tubulares laterais descobertas auxiliando na infiltração da resina para a formação da camada híbrida.

O estudo de Bitter et al. (2004) avaliou, através de microscopia eletrônica confocal, a interface dentina-resina de diferentes cimentos resinosos e seus correspondentes sistemas adesivos utilizados para a cimentação de pinos de fibra de carbono Mirafit White (Hager & Werken, Duisburg, Alemanha). Observou-se que, em cada grupo, uma quantidade significativamente maior de *tags* de resina foi encontrada nas porções coronal e central do canal radicular em relação à porção apical. O condicionamento da dentina radicular com ácido fosfórico e a utilização de sistemas adesivos de um e dois frascos proporcionaram uma camada híbrida mais uniforme e mais espessa, com maior quantidade de *tags* resinosos que a observada com o uso de sistemas adesivos autocondicionantes. A partir do delineamento do estudo, os sistemas adesivos foram marcados com 0,1% de isotiocianato de rodamina B e aplicados no interior dos espaços preparados para o pino conforme as instruções dos fabricantes. Os cimentos resinosos também foram manipulados seguindo-se as especificações técnicas e inseridos no interior do espaço radicular

hibridizado. Os pinos de fibra de carbono foram, então, cobertos com um dos cinco cimentos resinosos e inseridos no canal radicular. Grupo 1: Clearfil Core/New Bond (Kuraray Medical, Osaka, Japão), grupo 2: Multilink/ Multilink Primer A & B (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), grupo 3: Panavia 2.1/ED Primer (Kuraray), grupo 4: PermaFlo DC/ PermaFlo DC Primers A & B (Ultradent, Salt Lake City, UT, EUA), e grupo 5: Variolink II/Excite DSC (Ivoclar Vivadent). Cada raiz foi seccionada em fatias de 2,0 mm de espessura a 1,0, 4,0 e 7,0 mm abaixo da junção amelo-cementária. A interface resina-dentina foi avaliada utilizando-se um microscópio eletrônico confocal Leica TCS NT (Leica, Heidelberg, Alemanha). A espessura da camada híbrida (μm) dos grupos 1 ($5,45 \pm 1,21$), 4 ($3,36 \pm 1,59$) e 5 ($4,33 \pm 1,19$) foi significativamente maior que a dos demais grupos ($p \leq 0,05$). O número de *tags* de resina observado no grupo 1 foi significativamente maior que nos grupos 2, 3 e 4 ($p < 0,05$), porém não diferiu do grupo 5. Cada grupo mostrou uma quantidade significativamente maior de *tags* de resina nas porções coronal e central do canal radicular que na porção apical ($p < 0,001$).

Kalkan et al. (2006) avaliaram se o tipo de pino de fibra de vidro e o momento da cimentação podem influenciar na resistência da união ao teste de *push-out*. Compararam, *in vitro*, os pinos de fibra de vidro Snowpost opaco (Carbotech, Ganges, França), FiberMaster translúcido (NTI, Kahla, Alemanha) e EverStick constituído de vidro elétrico (StickTech Ltd, Turku, Finlândia). Os três diferentes tipos de pino foram cimentados com Panavia F 2.0 (Kuraray Medical Inc., Osaka, Japão) em três regiões dentinárias do espaço preparado para o pino. A resistência da união entre pino e dentina foi medida em dois momentos: após as primeiras 24 horas ou uma semana após o procedimento de cimentação. Verificou-se que os valores de resistência da união ao teste de *push-out* variaram estatisticamente ($p < 0,01$) de acordo com o segmento radicular e com o sistema de pino de fibra de vidro utilizado (opaco, vidro elétrico e translúcido). Entretanto, não variaram estatisticamente de acordo com o momento do teste (após 24 horas ou uma semana). A análise estatística demonstrou uma interação significativa entre o sistema de pino e a região radicular. Com os pinos translúcidos e de vidro elétrico, os valores de resistência da união ao *push-out* dos segmentos cervicais foram significativamente maiores que os dos segmentos médios e apicais ($p < 0,01$). Quanto aos pinos opacos, não houve diferenças significativas entre os segmentos cervicais e médios ($p = 0,73$). Em microscopia eletrônica de varredura, a distribuição do cimento no canal radicular e a

interface entre o cimento e o pino também foram avaliadas. Para todos os tipos de pino observou-se uma camada híbrida com numerosos *tags* resinosos entre o cimento resinoso e a dentina.

Outro estudo, realizado por Durão Maurício et al. (2007), comparou a resistência da união ao *push-out*, entre pinos de fibra de vidro cimentados com diferentes cimentos resinosos. Os maiores valores de resistência da união foram encontrados no terço cervical e os menores valores, no terço apical. Para a realização do estudo, 60 dentes extraídos de humanos foram preparados para a cimentação de um pino opaco de resina epóxica reforçado com fibras de vidro, FRC Postec nº 3 (Ivoclar, Schaan, Liechtenstein), os quais foram limpos com etanol, silanizados com Monobond-S1 (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) por 60 segundos e secos ao ar. Os dentes preparados foram aleatoriamente designados para um dos seis grupos (n = 10) para a cimentação do pino de fibra de vidro com um dos seis cimentos resinosos: Ketac Cem Aplicap (3M-ESPE, St. Paul, MN, EUA), RelyX Unicem Aplicap (3M-ESPE), Variolink II/Excite (Ivoclar-Vivadent), Panavia F/ED Primer (Kuraray, Osaka, Japão), C&B Cement/All-Bond 2 (Bisco, Inc., Schaumburg, IL, EUA) e Multilink/Multilink Primer A/B (Ivoclar-Vivadent). Após o teste de *push-out*, valores mais elevados de resistência da união foram obtidos com os cimentos resinosos Variolink II (22.24 ± 3.73 MPa), Panavia F (21.95 ± 4.54 MPa) e Multilink (21.84 ± 3.72 MPa), seguidos pelos cimentos C&B (15.71 ± 4.63 MPa) e RelyX Unicem (12.18 ± 2.14 MPa). O cimento ionomérico Ketac Cem (8.91 ± 2.37 MPa) apresentou os menores valores de resistência da união. Com exceção de Panavia F, a falha mais freqüente em todos os terços radiculares e em todos os cimentos testados foi a adesiva na interface cimento-pino. A segunda falha mais freqüente foi a coesiva do cimento. A fratura ocorreu na interface cimento-pino em 89,5% dos espécimes de Ketac Cem, 83,1% de Variolink, 86,8% de Multilink e em 80,4% dos espécimes de RelyX Unicem. O cimento C&B exibiu menor proporção de falhas adesivas (52,5%) e maior proporção de fraturas coesivas do cimento (33,9%). Para Panavia F, o comportamento dos espécimes foi muito diferente, demonstrando 78,3% de falhas coesivas do cimento. Com exceção de RelyX Unicem, todos os cimentos resinosos estudados atingiram valores mais elevados de resistência da união no terço cervical do canal radicular e mais baixos no terço apical.

Onay, Korkmaz e Kiremitci (2009) compararam, através do teste de *push-out*, a resistência da união de diferentes cimentos resinosos. Pinos de fibra de vidro

foram cimentados em dentes unirradiculares, extraídos de humanos, com um dos seguintes cimentos resinosos: Duo-Link/All Bond SE (*self-etch*, Bisco, Inc, Schaumburg, IL, EUA), Duo-Link/ All Bond 3 (*etch-and-rinse*, Bisco, Inc, Schaumburg, IL, EUA), BisCem (*self-adhesive*, Bisco, Inc, Schaumburg, IL, EUA), e Clearfil Esthetic Cement/ Clearfil ED primer II (*self-etch*, Kuraray Medical Inc). Para cada raiz, após a termociclagem, foram obtidas três fatias de dois milímetros de espessura, cortadas em sentido transversal, para a realização do teste de *push-out*. Os valores de resistência da união de Duo-Link/All Bond SE e BisCem não diferiram entre si e foram maiores nos terços cervical e médio do canal radicular. Duo-Link/ All Bond 3 apresentou uma diferença significativa entre a região cervical e a apical ($p < 0,05$). Com o uso de Clearfil Esthetic Cement/ Clearfil ED primer II, os valores de resistência da união no terço apical foram inferiores aos obtidos nos outros dois terços radiculares. A partir dos resultados, verificou-se que resistência da união foi significativamente influenciada pela região radicular, de forma que os valores foram maiores na região cervical e diminuíram no terço apical.

Proposição

3. PROPOSIÇÃO

Avaliar, através do teste de *push-out*, a resistência da união à dentina radicular de dois cimentos resinosos auto-adesivos e de um cimento resinoso convencional, após as primeiras 24 horas e após 30 dias de envelhecimento.

A hipótese nula testada foi a de que não haveria diferenças na resistência da união dos cimentos resinosos testados em relação à profundidade da dentina radicular e ao tempo de envelhecimento.

Materiais e Método

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1. Seleção da amostra

Após a aprovação do presente projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora (CEP/ UFJF – parecer número 249/2011), foram utilizados 60 dentes terceiros molares humanos cedidos pelo Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da UFJF, os quais permaneceram imersos em solução de cloramina T 0,5%, a 4°C, até o momento do uso. Foram incluídos no estudo dentes hígidos, com ápices radiculares completamente formados e sem dilacerações radiculares extensas. As coroas clínicas foram seccionadas com o auxílio de um disco diamantado (Isomet 1000; Buehler Ltd., Lake Bluff, Ill, EUA) a 2,0 mm abaixo da junção amelo-cementária. Os segmentos radiculares foram desgastados sob irrigação constante até a obtenção do tamanho de 14 mm (Figuras 1 e 2).



Figura 1: Dentes terceiros molares humanos utilizados no estudo.



Figura 2: Dentes terceiros molares humanos seccionados a 2 mm abaixo da junção amelo-cementária.

4.2. Preparo dos corpos de prova

As raízes dentais foram endodenticamente instrumentadas com limas endodônticas manuais de aço inoxidável (*Flexofile* 1ª série, Dentsply Brasil, Petrópolis, RJ, Brasil) e brocas Gates Glidden 1 – 3 (Dentsply Brasil, Petrópolis, RJ,

Brasil) seguindo-se a técnica *step-back* (Figura 3). A irrigação dos canais radiculares foi realizada com solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) 2,5%. Para a obturação, foram utilizados cones de guta-percha Tanari (Tanariman Industrial Ltda., Manacapuru, AM, Brasil) e cimento endodôntico Endofill (Dentsply Brasil, Petrópolis, RJ, Brasil), executando-se a técnica da condensação lateral. Após a obturação, a abertura cervical dos canais radiculares foi selada com o cimento de ionômero de vidro Vidrion R (SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Os dentes foram armazenados em 100% de umidade, em estufa bacteriológica a 37°C durante 15 dias (tempo necessário para a presa final do cimento e eliminação do eugenol residual).

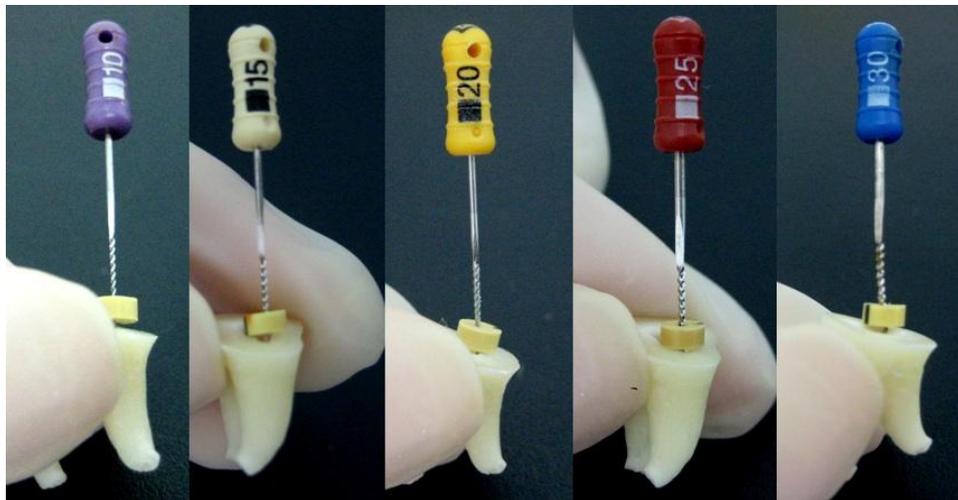


Figura 3: Instrumentação dos canais radiculares com limas endodônticas manuais *Flexofile* de tamanhos 10, 15, 20, 25 e 30.

4.3. Cimentação do pino de fibra de vidro White Post DC 1

Após os 15 dias de armazenamento, o canal mais amplo de cada segmento radicular (canal palatino dos molares superiores e canal distal dos molares inferiores) foi desobstruído utilizando-se uma broca cônica padronizada, White Post DC (FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil), com 1,2 - 1,5 mm de diâmetro, preparando-se um espaço de 10 mm para a cimentação do pino. A irrigação final do espaço para o pino foi realizada com água esterilizada e o canal foi seco com cones de papel absorvente (Tanariman Indústria Ltda., Manacapuru, AM, Brasil). As raízes preparadas foram aleatoriamente divididas em três grupos de tratamento (n = 20) de acordo com o procedimento de cimentação executado.

Grupo G1: Cimentação do pino de fibra de vidro White Post DC 1 (FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) com o cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), conforme a técnica descrita na Tabela 1.

Grupo G2: Cimentação do pino de fibra de vidro White Post DC 1 (FGM) com o cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), conforme a técnica descrita na Tabela 1.

Grupo G3: Cimentação do pino de fibra de vidro White Post DC 1 (FGM) com o cimento resinoso auto-adesivo BisCem (Bisco, Inc., Schaumburg, IL, EUA), conforme a técnica descrita na Tabela 1.

Tabela 1: Materiais e técnica utilizada para a confecção dos grupos, de acordo com os fabricantes.

Grupo	Materiais	Técnica de utilização
G1 (n = 20)	Pino de fibra de vidro White Post DC 1 (FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) Cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA)	<p>Aplicação de ácido fosfórico 35% Scotchbond (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) em todo o canal radicular com auxílio de uma ponteira endodôntica, por 15 s. Irrigação durante 10 s para a remoção do ácido. Secagem do canal radicular com pontas de papel absorvente.</p> <p>Aplicação de Adper Single Bond 2 (3M-ESPE, St. Paul, MN, EUA) em todo o canal radicular por 15 s, utilizando-se um aplicador endodôntico Nano-Brush (Denbur, Inc., EUA). Leve jato de ar por 5 s e fotopolimerização por 10 s (Demetron LC), com intensidade de potência de 600 mW/cm².</p> <p>Dispensar uma dose única das pastas A e B do cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE) tipo clicker e misturá-las por 10 s.</p> <p>Realizar a limpeza do pino White Post DC (FGM) com álcool 70%.</p> <p>Aplicar uma camada de Silano Prosil (FGM) sobre a superfície de todo o pino e aguardar a secagem do mesmo.</p> <p>Aplicação do sistema adesivo Adper Single Bond 2 sobre a superfície do pino e fotopolimerização por 10 s.</p> <p>Aplicação do cimento resinoso em toda a superfície do pino de fibra de vidro.</p> <p>Posicionar o pino White Post DC 1 (FGM) no espaço do canal radicular preparado. Remover os excessos e fotopolimerizar por 40 s (Demetron LC), com intensidade de potência de 600 mW/cm².</p>

Tabela 1 (continuação): Materiais e técnica utilizada para a confecção dos grupos, de acordo com os fabricantes.

Grupo	Materiais	Técnica de utilização
G2 (n = 20)	<p>Pino de fibra de vidro White Post DC 1 (FGM)</p> <p>Cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100 (RelyX Unicem 2, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA)</p>	<p>Limpeza do espaço radicular preparado para o pino com água esterilizada.</p> <p>Realizar a limpeza do pino White Post DC (FGM) com álcool 70%.</p> <p>Dispersar uma dose única das pastas A e B do cimento resinoso RelyX U100 (3M ESPE), tipo clicker e misturá-las por 10 s.</p> <p>Aplicação da mistura em toda a superfície do pino de fibra de vidro.</p> <p>Posicionar o pino White Post DC 1 (FGM) no espaço preparado no canal radicular. Remover os excessos e fotopolimerizar por 40 s (Demetron LC), com intensidade de potência de 600 mW/cm².</p>
G3 (n = 20)	<p>Pino de fibra de vidro White Post DC 1 (FGM)</p> <p>Cimento resinoso auto-adesivo BisCem (Bisco, Inc., Schaumburg, IL, EUA)</p>	<p>Limpeza do espaço radicular preparado para o pino com água esterilizada.</p> <p>Realizar a limpeza do pino White Post DC (FGM) com álcool 70%.</p> <p>Dispersar igualmente as pastas A e B (seringa dupla) do cimento resinoso BisCem (Bisco, Inc.) e misturá-las por 10 s.</p> <p>Aplicação da mistura em toda a superfície do pino de fibra de vidro.</p> <p>Posicionar o pino White Post DC 1 (FGM) no espaço preparado no canal radicular. Remover os excessos e fotopolimerizar por 40 s (Demetron LC), com intensidade de potência de 600 mW/cm².</p>

4.4. Teste de *push-out*

Após a cimentação dos pinos de fibra de vidro, as raízes foram armazenadas em água deionizada a 37 °C, durante 24 horas. Terminado este tempo, as raízes foram seccionadas em fatias de 1 mm de espessura (Isomet 1000; Buehler Ltd., Lake Bluff, EUA) a partir da porção coronal de cada raiz, perpendicularmente ao longo eixo. O primeiro corte foi realizado a 1 mm da extremidade cervical da raiz e a fatia obtida foi descartada. A partir da superfície padronizada, obteve-se 3 fatias para cada raiz (correspondentes aos terços radiculares cervical, médio e apical). Em cada grupo, metade dos corpos de prova (fatias de dentina-pino) foi imediatamente

submetida ao teste de *push-out* em máquina universal de ensaios mecânicos Emic modelo DL 2000 (São José dos Pinhais, PR, Brasil) calibrada com velocidade de 1 mm/min até a fratura. Os demais corpos de prova permaneceram armazenados em estufa bacteriológica a 37 °C em 100% de umidade, durante 30 dias. Ao final deste período de envelhecimento, os corpos de prova foram submetidos ao teste de *push-out*, conforme acima descrito (Figuras 4-a, b e c).

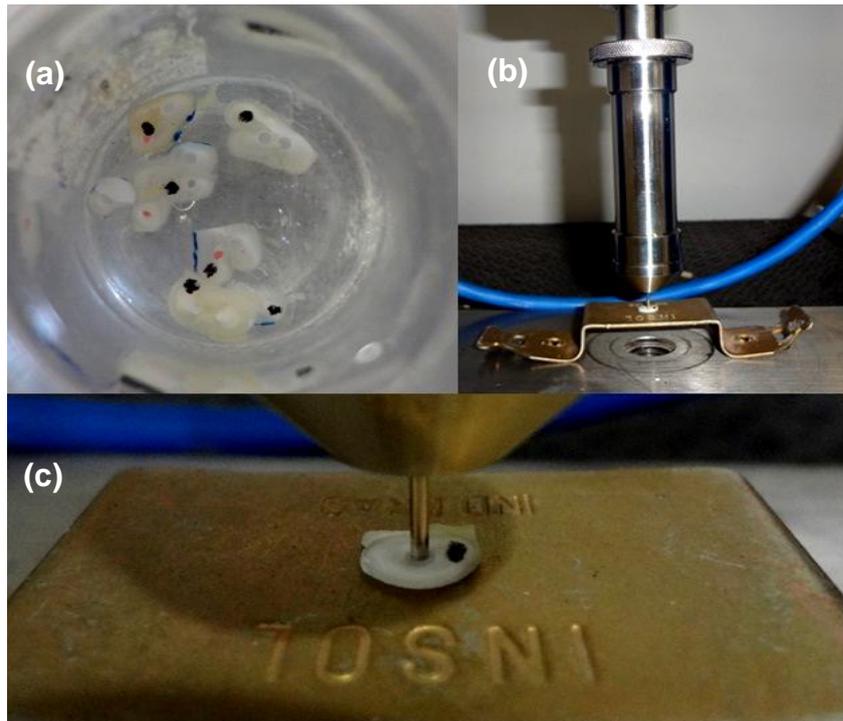


Figura 4: Em (a), fatias de dentina-pino imersas em água deionizada. Em (b) e (c): amostra posicionada para a realização do teste de *push-out* na máquina universal de ensaios mecânicos EMIC DL 2000.

A força necessária para expulsar o pino durante o ensaio foi registrada em Newton. Para cada terço radicular, a área da superfície lateral do pino foi calculada em mm² (Figura 5).

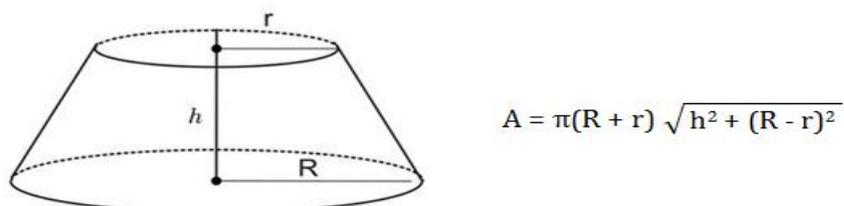


Figura 5: Ilustração representativa da secção transversal do pino e fórmula para cálculo da área lateral.

A resistência da união ao *push-out* foi registrada em MPa dividindo-se a força (N) pela área lateral do pino (mm^2).

4.5. Análise em Microscópio Eletrônico de Varredura LEO Zeiss

A análise microscópica da interface de união dentina-cimento foi realizada no Núcleo de Microscopia e Microanálise da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Os corpos de prova submetidos ao teste de *push-out* foram mantidos em um ambiente dessecador até o momento da análise em MEV. Para a visualização da interface de união, os discos de dentina foram seccionados ao meio com auxílio de um cinzel. A fixação das metades de cada disco de dentina nos *stubs* foi realizada com verniz cosmético e liga de prata (Dispersalloy, Dentsply Brasil, Catanduva, Brasil). Os *stubs* permaneceram armazenados em ambiente dessecador durante uma semana para a eliminação da umidade presente no verniz (Figura 6).



Figura 6: Fixação dos corpos de prova nos *stubs*.

Para a visualização em MEV, as amostras secas foram posicionadas em um metalizador e receberam uma fina cobertura de ouro, com a finalidade de aterramento, permitindo a passagem do feixe de elétrons (Figura 7).

Terminada a metalização, realizou-se a varredura de toda a interface de união em microscópio LEO 1430 vp Zeiss, obtendo-se imagens em aumentos de 100x, 1.000x, 4.000x e 10.000x.

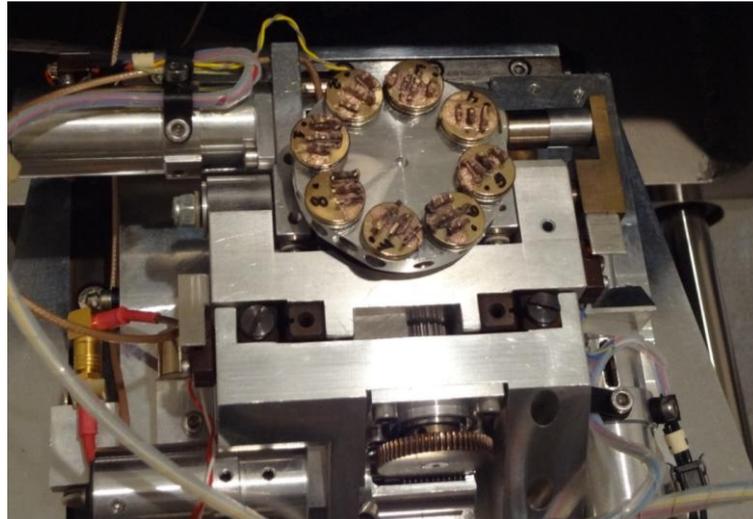


Figura 7: *Stubs* posicionados no microscópio LEO 1430 vp Zeiss.

4.6. Análise dos tipos de fratura

O tipo de fratura determinado através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi classificado de acordo com os seguintes critérios: **(1)** falha coesiva da camada híbrida, **(2)** falha mista entre a dentina, o sistema adesivo e cimento resinoso, **(3)** falha mista entre a dentina, o cimento resinoso e o pino, **(4)** falha coesiva da zona de interação, **(5)** falha coesiva do cimento, **(6)** falha mista entre a dentina e o cimento resinoso.

4.7. Análise Estatística

Para a análise estatística dos dados, utilizou-se o Software SPSS Statistics versão 12.0 (IBM Corporation) para o sistema operacional Windows (Microsoft Corporation). Para todos os grupos foram calculados média, desvio-padrão e erro padrão. Em seguida, os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para a avaliação da normalidade da amostra.

Confirmada a normalidade dos dados de resistência da união nas diferentes combinações entre os níveis das variáveis independentes (cimento resinoso, região radicular e tempo), realizou-se a análise de variância ANOVA *three-way* e o teste de Tuckey para a comparação entre os grupos. O nível de significância estabelecido foi $p = 0,05$.

Resultados

5. RESULTADOS

5.1. Resistência da união ao *push-out*

Os valores médios de resistência da união ao *push-out* e seus respectivos desvios-padrão estão listados na Tabela 2.

Tabela 2: Análise descritiva dos dados. Média e desvio-padrão dos valores de resistência da união ao *push-out* dos grupos testados.

Cimento	Região do canal radicular	Tempo de armazenamento	Média (MPa)	Desvio-padrão (\pm)
RelyX ARC	Cervical	24 horas	11,16	1,14
		30 dias	5,67	1,94
	Médio	24 horas	7,80	3,24
		30 dias	3,88	0,43
	Apical	24 horas	6,39	1,57
		30 dias	3,16	0,93
RelyX U100	Cervical	24 horas	14,47	4,67
		30 dias	12,18	0,79
	Médio	24 horas	13,85	4,59
		30 dias	11,16	2,41
	Apical	24 horas	15,94	5,41
		30 dias	13,09	1,67
BisCem	Cervical	24 horas	12,17	1,23
		30 dias	9,13	0,70
	Médio	24 horas	10,13	2,14
		30 dias	8,06	0,65
	Apical	24 horas	14,37	1,06
		30 dias	11,13	1,32

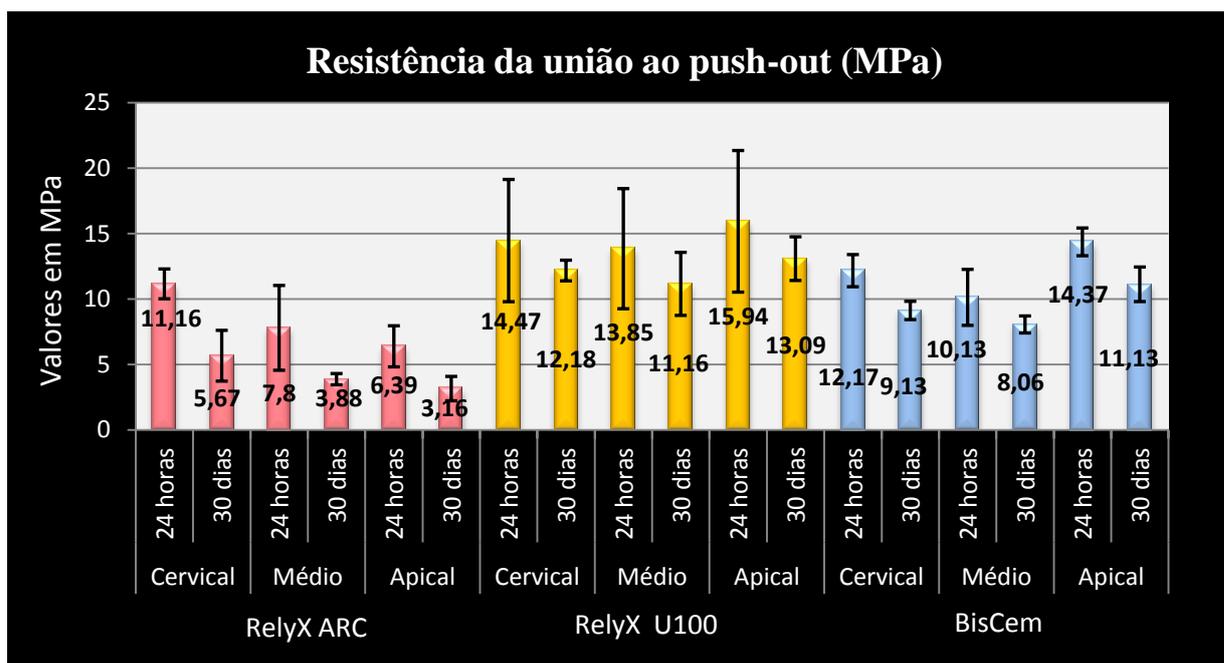


Gráfico 1: Resistência da união ao *push-out* dos grupos testados.

A partir do teste de Shapiro-Wilk (Tabela 3), observou-se que a resistência da união ao *push-out* distribuiu-se normalmente ($p > 0,05$) para cada combinação dos níveis das variáveis independentes (cimento resinoso, terço radicular e tempo).

Tabela 3: Teste de Shapiro-Wilk confirmando a distribuição normal ($p > 0,05$) da resistência da união para todas as combinações entre as variáveis independentes.

Combinação entre variáveis independentes	Shapiro-Wilk
ARC + 24 horas + Terço Cervical	$p = 0,160$
ARC + 24 horas + Terço Médio	$p = 0,257$
ARC + 24 horas + Terço Apical	$p = 0,685$
ARC + 30 dias + Terço Cervical	$p = 0,159$
ARC + 30 dias + Terço Médio	$p = 0,660$
ARC + 30 dias + Terço Apical	$p = 0,336$
U100 + 24 horas + Terço Cervical	$p = 0,500$
U100 + 24 horas + Terço Médio	$p = 0,426$
U100 + 24 horas + Terço Apical	$p = 0,502$
U100 + 30 dias + Terço Cervical	$p = 0,385$
U100 + 30 dias + Terço Médio	$p = 0,766$
U100 + 30 dias + Terço Apical	$p = 0,983$
BisCem + 24 horas + Terço Cervical	$p = 0,060$
BisCem + 24 horas + Terço Médio	$p = 0,254$
BisCem + 24 horas + Terço Apical	$p = 0,122$
BisCem + 30 dias + Terço Cervical	$p = 0,623$
BisCem + 30 dias + Terço Médio	$p = 0,492$
BisCem + 30 dias + Terço Apical	$p = 0,603$

Tabela 4: Dados extraídos do programa SPSS Statistics, exibindo o efeito das variáveis e de suas associações sobre a resistência da união ao *push-out*. ANOVA *three-way*.

Fonte	Tipo III Soma dos Quadrados	df	Quadrado da Média	F	Sig.
Modelo Corrigido	1184,029a	17	69,649	11,332	,000
Interceptar	9382,786	1	9382,786	1526,618	,000
cimento	774,821	2	387,410	63,033	,000
substrato	50,802	2	25,401	4,133	,020
tempo	231,040	1	231,040	37,591	,000
cimento * substrato	106,654	4	26,664	4,338	,003
cimento * tempo	11,640	2	5,820	,947	,393
substrato * tempo	1,997	2	,999	,162	,850
cimento * substrato * tempo	7,075	4	1,769	,288	,885
Erro	442,521	72	6,146		
Total	11009,336	90			
Total Corrigido	1626,550	89			

a. Quadrado R = ,728 (Quadrado R Ajustado = ,664)

A análise de variância ANOVA *three-way* demonstrou que os três fatores cimento resinoso ($p < 0,001$), tempo ($p < 0,001$) e terço radicular ($p = 0,020$), bem como a interação cimento/terço radicular ($p = 0,003$) influenciaram significativamente na resistência da união ao *push-out* do pino de fibra de vidro à dentina radicular (Tabela 4).

Para o fator material, o cimento resinoso convencional RelyX ARC apresentou valores de resistência da união estatisticamente inferiores aos valores do cimento auto-adesivo RelyX U100 nos dois momentos de avaliação (Tabela 5). BisCem apresentou valores de resistência da união semelhantes aos de RelyX ARC nos terços cervical e médio após 24 horas de armazenamento. Após 30 dias, RelyX ARC exibiu valores estatisticamente mais baixos (Tabela 5).

Em relação à região do canal radicular, RelyX ARC apresentou os maiores valores de resistência da união no terço cervical e os menores valores no terço apical, na avaliação de 24 horas (Tabela 6). Para os cimentos RelyX U100, os valores de resistência da união foram semelhantes em todas as regiões do canal radicular nos dois momentos de avaliação (Tabela 6). Para BisCem, após o armazenamento por 24 horas, houve diferença estatística apenas entre os valores de resistência da união dos terços médio e apical (Tabela 6). No entanto, após o armazenamento durante 30 dias, os valores de resistência da união obtidos em cada região do canal radicular não diferiram entre si (Tabela 6).

Quanto ao fator tempo, não houve redução significativa na resistência da união para o cimento RelyX U100 após 30 dias de envelhecimento (Tabela 7). O cimento RelyX ARC apresentou redução na resistência da união nos três terços radiculares. O cimento resinoso BisCem não apresentou diferenças entre os valores obtidos após 24 horas e 30 dias de envelhecimento para os terços cervical e médio (Tabela 7). No entanto, no terço apical, os valores obtidos após 30 dias foram significativamente menores que os valores registrados após 24 horas (Tabela 7).

Tabela 5: Comparações pareadas em relação ao fator material (cimento resinoso), extraídas do software SPSS Statistics.

Comparações Pareadas								
Variável Dependente: Resistência da união ao push-out								
Terço radicular	Momento da avaliação	(I) Cimento Resinoso	(J) Cimento Resinoso	Diferença Média (I-J)	Erro Padrão	Sig. ^a	Intervalo de 95% de Confiança para a Diferença ^a	
							Limite Inferior	Limite Superior
Cervical	24 horas	ARC	U100	-3,310*	1,568	,038	-6,436	-,184
			BisCem	-1,014	1,568	,520	-4,140	2,112
		U100	ARC	3,310*	1,568	,038	,184	6,436
			BisCem	2,296	1,568	,147	-,830	5,422
		BisCem	ARC	1,014	1,568	,520	-2,112	4,140
			U100	-2,296	1,568	,147	-5,422	,830
	30 dias	ARC	U100	-6,514*	1,568	,000	-9,640	-3,388
			BisCem	-3,460*	1,568	,031	-6,586	-,334
		U100	ARC	6,514*	1,568	,000	3,388	9,640
			BisCem	3,054	1,568	,055	-,072	6,180
		BisCem	ARC	3,460*	1,568	,031	,334	6,586
			U100	-3,054	1,568	,055	-6,180	,072
Médio	24 horas	ARC	U100	-6,048*	1,568	,000	-9,174	-2,922
			BisCem	-2,332	1,568	,141	-5,458	,794
		U100	ARC	6,048*	1,568	,000	2,922	9,174
			BisCem	3,716*	1,568	,020	,590	6,842
		BisCem	ARC	2,332	1,568	,141	-,794	5,458
			U100	-3,716*	1,568	,020	-6,842	-,590
	30 dias	ARC	U100	-7,282*	1,568	,000	-10,408	-4,156
			BisCem	-4,186*	1,568	,009	-7,312	-1,060
		U100	ARC	7,282*	1,568	,000	4,156	10,408
			BisCem	3,096	1,568	,052	-,030	6,222
		BisCem	ARC	4,186*	1,568	,009	1,060	7,312
			U100	-3,096	1,568	,052	-6,222	,030
Apical	24 horas	ARC	U100	-9,550*	1,568	,000	-12,676	-6,424
			BisCem	-7,974*	1,568	,000	-11,100	-4,848
		U100	ARC	9,550*	1,568	,000	6,424	12,676
			BisCem	1,576	1,568	,318	-1,550	4,702
		BisCem	ARC	7,974*	1,568	,000	4,848	11,100
			U100	-1,576	1,568	,318	-4,702	1,550
30 dias	ARC	U100	-9,928*	1,568	,000	-13,054	-6,802	
		BisCem	-7,968*	1,568	,000	-11,094	-4,842	
	U100	ARC	9,928*	1,568	,000	6,802	13,054	
		BisCem	1,960	1,568	,215	-1,166	5,086	
	BisCem	ARC	7,968*	1,568	,000	4,842	11,094	
		U100	-1,960	1,568	,215	-5,086	1,166	

Com base em estimativas das médias marginais.

*. A diferença média é significativa ao nível de 0,05.

a. Ajuste para comparações múltiplas: Mínima Diferença Significativa (equivalente a nenhum ajuste).

Tabela 6: Comparações pareadas em relação ao fator terço radicular, extraídas do software SPSS Statistics.

Comparações Pareadas								
Variável Dependente: Resistência da união ao push-out								
Cimento Resinoso	Momento da avaliação	(I) Terço radicular	(J) Terço radicular	Diferença Média (I-J)	Erro Padrão	Sig. ^a	Intervalo de 95% de Confiança para a Diferença ^a	
							Limite Inferior	Limite Superior
ARC	24 horas	Cervical	Médio	3,356*	1,568	,036	,230	6,482
			Apical	4,762*	1,568	,003	1,636	7,888
		Médio	Cervical	-3,356*	1,568	,036	-6,482	-,230
			Apical	1,406	1,568	,373	-1,720	4,532
		Apical	Cervical	-4,762*	1,568	,003	-7,888	-1,636
			Médio	-1,406	1,568	,373	-4,532	1,720
	30 dias	Cervical	Médio	1,790	1,568	,257	-1,336	4,916
			Apical	2,508	1,568	,114	-,618	5,634
		Médio	Cervical	-1,790	1,568	,257	-4,916	1,336
			Apical	,718	1,568	,648	-2,408	3,844
		Apical	Cervical	-2,508	1,568	,114	-5,634	,618
			Médio	-,718	1,568	,648	-3,844	2,408
U100	24 horas	Cervical	Médio	,618	1,568	,695	-2,508	3,744
			Apical	-1,478	1,568	,349	-4,604	1,648
		Médio	Cervical	-,618	1,568	,695	-3,744	2,508
			Apical	-2,096	1,568	,186	-5,222	1,030
		Apical	Cervical	1,478	1,568	,349	-1,648	4,604
			Médio	2,096	1,568	,186	-1,030	5,222
	30 dias	Cervical	Médio	1,022	1,568	,517	-2,104	4,148
			Apical	-,906	1,568	,565	-4,032	2,220
		Médio	Cervical	-1,022	1,568	,517	-4,148	2,104
			Apical	-1,928	1,568	,223	-5,054	1,198
		Apical	Cervical	,906	1,568	,565	-2,220	4,032
			Médio	1,928	1,568	,223	-1,198	5,054
BisCem	24 horas	Cervical	Médio	2,038	1,568	,198	-1,088	5,164
			Apical	-2,198	1,568	,165	-5,324	,928
		Médio	Cervical	-2,038	1,568	,198	-5,164	1,088
			Apical	-4,236*	1,568	,009	-7,362	-1,110
		Apical	Cervical	2,198	1,568	,165	-,928	5,324
			Médio	4,236*	1,568	,009	1,110	7,362
	30 dias	Cervical	Médio	1,064	1,568	,500	-2,062	4,190
			Apical	-2,000	1,568	,206	-5,126	1,126
		Médio	Cervical	-1,064	1,568	,500	-4,190	2,062
			Apical	-3,064	1,568	,055	-6,190	,062
		Apical	Cervical	2,000	1,568	,206	-1,126	5,126
			Médio	3,064	1,568	,055	-,062	6,190

Com base em estimativas das médias marginais.

*. A diferença média é significativa ao nível de 0,05.

a. Ajuste para comparações múltiplas: Mínima Diferença Significativa (equivalente a nenhum ajuste).

Tabela 7: Comparações pareadas em relação ao fator tempo (momento da avaliação), extraídas do software SPSS Statistics.

Comparações Pareadas								
Variável Dependente: Resistência da união ao push-out								
Cimento Resinoso	Terço radicular	(I) Momento da avaliação	(J) Momento da avaliação	Diferença Média (I-J)	Erro Padrão	Sig. ^a	Intervalo de 95% de Confiança para a Diferença ^a	
							Limite Inferior	Limite Superior
ARC	Cervical	24 horas	30 dias	5,490*	1,568	,001	2,364	8,616
		30 dias	24 horas	-5,490*	1,568	,001	-8,616	-2,364
	Médio	24 horas	30 dias	3,924*	1,568	,015	,798	7,050
		30 dias	24 horas	-3,924*	1,568	,015	-7,050	-,798
	Apical	24 horas	30 dias	3,236*	1,568	,043	,110	6,362
		30 dias	24 horas	-3,236*	1,568	,043	-6,362	-,110
U100	Cervical	24 horas	30 dias	2,286	1,568	,149	-,840	5,412
		30 dias	24 horas	-2,286	1,568	,149	-5,412	,840
	Médio	24 horas	30 dias	2,690	1,568	,091	-,436	5,816
		30 dias	24 horas	-2,690	1,568	,091	-5,816	,436
	Apical	24 horas	30 dias	2,858	1,568	,072	-,268	5,984
		30 dias	24 horas	-2,858	1,568	,072	-5,984	,268
BisCem	Cervical	24 horas	30 dias	3,044	1,568	,056	-,082	6,170
		30 dias	24 horas	-3,044	1,568	,056	-6,170	,082
	Médio	24 horas	30 dias	2,070	1,568	,191	-1,056	5,196
		30 dias	24 horas	-2,070	1,568	,191	-5,196	1,056
	Apical	24 horas	30 dias	3,242*	1,568	,042	,116	6,368
		30 dias	24 horas	-3,242*	1,568	,042	-6,368	-,116

Com base em estimativas das médias marginais.

*. A diferença média é significativa ao nível de 0,05.

a. Ajuste para comparações múltiplas: Mínima Diferença Significativa (equivalente a nenhum ajuste).

Tabela 8: Comparação entre os valores de resistência da união dos grupos testados, dispostos em relação ao terços radiculares e ao tempo de armazenamento.

Tempo	Terço radicular	RelyX U100	BisCem	RelyX ARC
24 horas	Cervical	14,47 ± 4,67 A^a	12,17 ± 1,23 AB^{ab}	11,16 ± 1,14 A^b
	Médio	13,85 ± 4,59 A^a	10,13 ± 2,14 B^b	7,80 ± 3,24 B^b
	Apical	15,94 ± 5,41 A^a	14,37 ± 1,06 A^a	6,39 ± 1,57 B^b
30 dias	Cervical	12,18 ± 0,79 A^a	9,13 ± 0,70 B^a	5,67 ± 1,94 C^b
	Médio	11,16 ± 2,41 A^a	8,06 ± 0,65 B^a	3,88 ± 0,43 C^b
	Apical	13,09 ± 1,67 A^a	11,13 ± 1,32 B^a	3,16 ± 0,93 C^b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si com nível de significância de 5%, pelos testes ANOVA e Tukey. Letras maiúsculas comparam linhas e letras minúsculas comparam colunas.

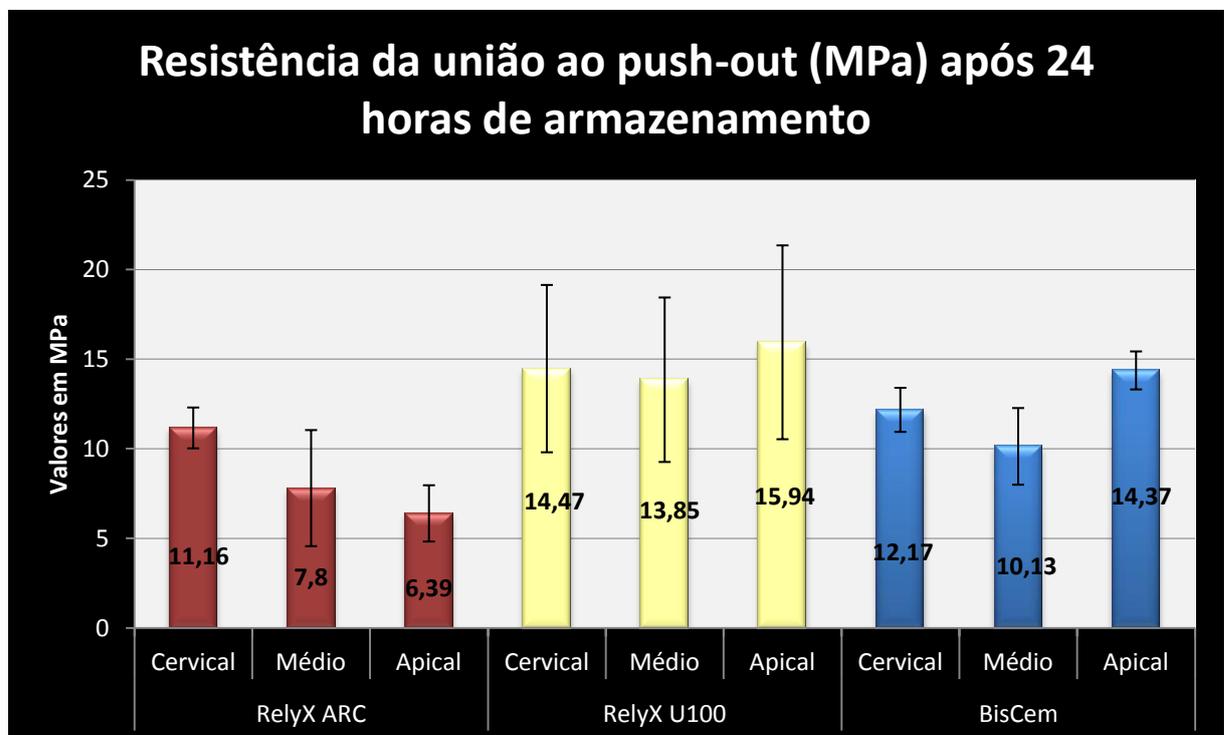


Gráfico 2: Valores de resistência da união ao *push-out* dos cimentos resinosos testados, em relação aos terços do canal radicular e ao tempo de 24 horas de armazenamento.

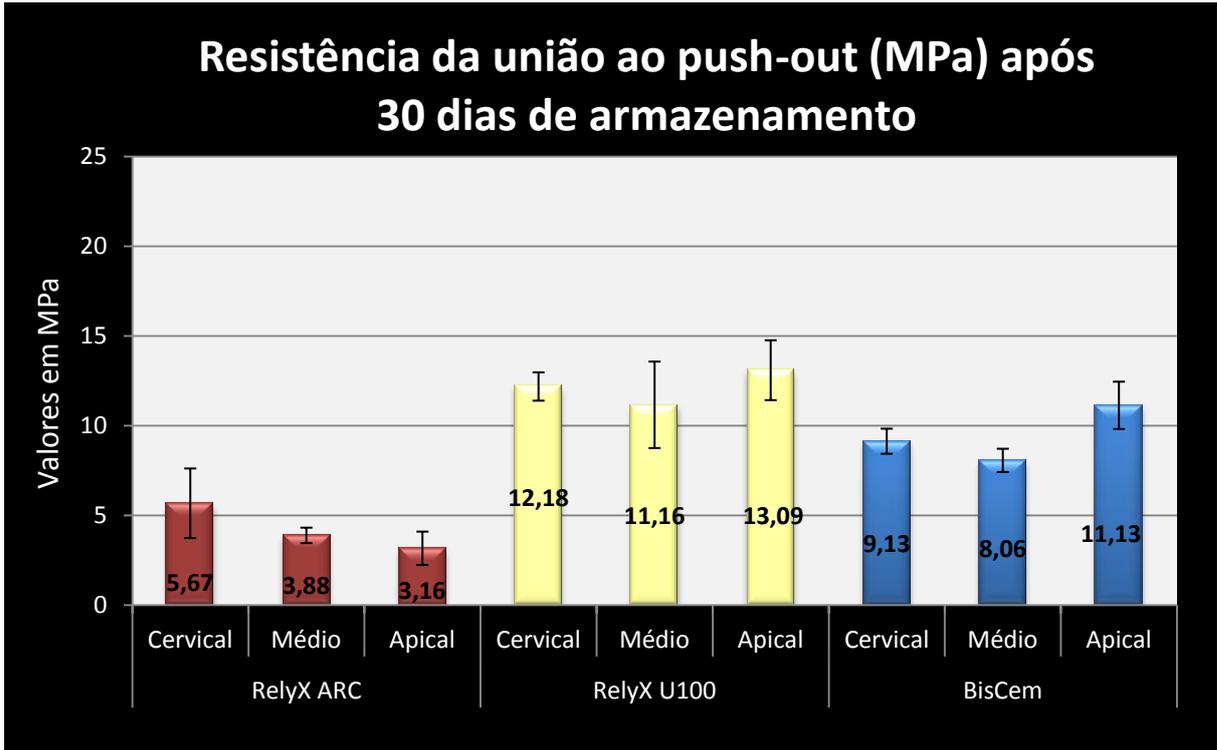


Gráfico 3: Valores de resistência da união ao *push-out* dos cimentos resinosos testados, em relação aos terços do canal radicular e ao tempo de 30 dias de armazenamento.

5.2. Tipos de fratura

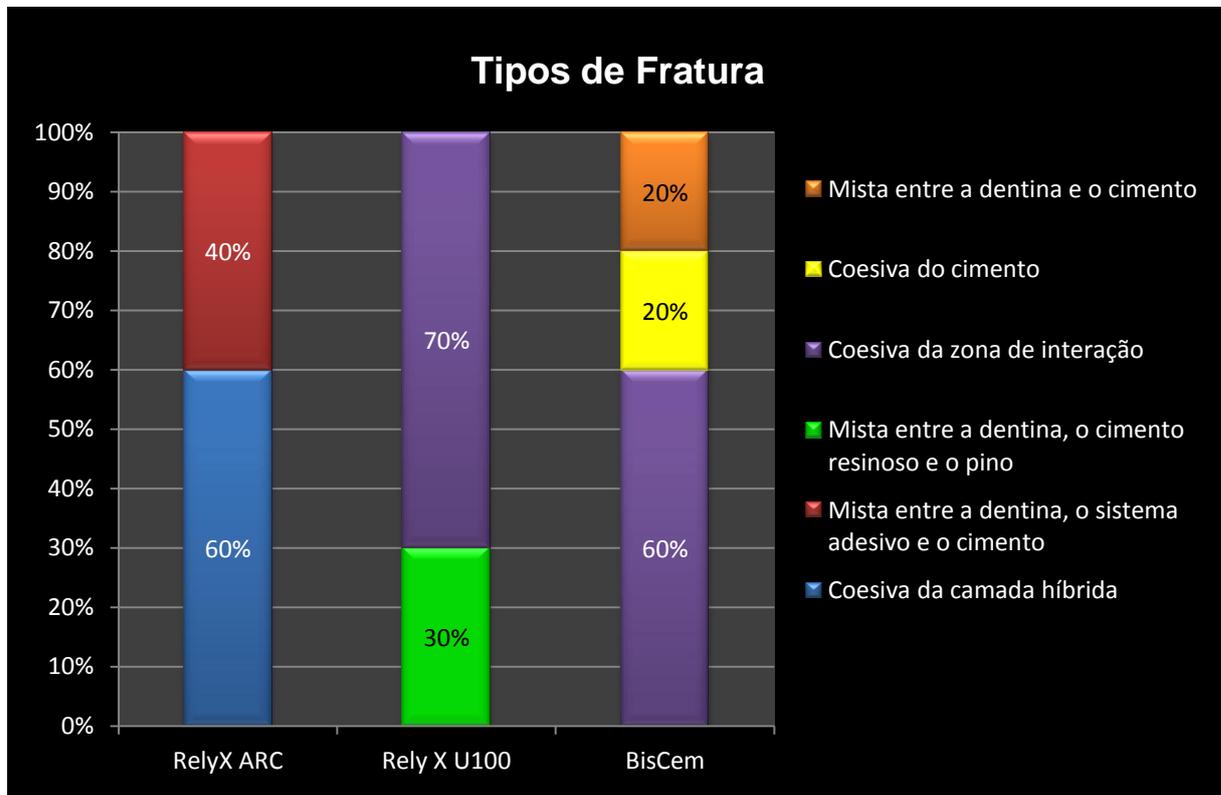


Gráfico 4: Frequência dos tipos de fratura para cada cimento resinoso.

Tabela 9: Frequência dos tipos de fratura de acordo com o cimento resinoso utilizado.

Cimento resinoso	Tipo de fratura (%)					
	Coesiva da camada híbrida	Mista entre a dentina, o sistema adesivo e o cimento resinoso	Mista entre a dentina, o cimento resinoso e o pino	Coesiva da zona de interação	Coesiva do cimento	Mista entre a dentina e o cimento
RelyX ARC	60%	40%	0	0	0	0
RelyX U100	0	0	30%	70%	0	0
BisCem	0	0	0	60%	20%	20%

A avaliação dos tipos de fratura (Tabela 9 e Gráfico 4) revelou que o cimento resinoso convencional RelyX ARC exibiu 60% de falhas coesivas da camada híbrida (Figura 8) e 40% foram do tipo mista entre a dentina, o sistema adesivo e o cimento resinoso (Figura 9).

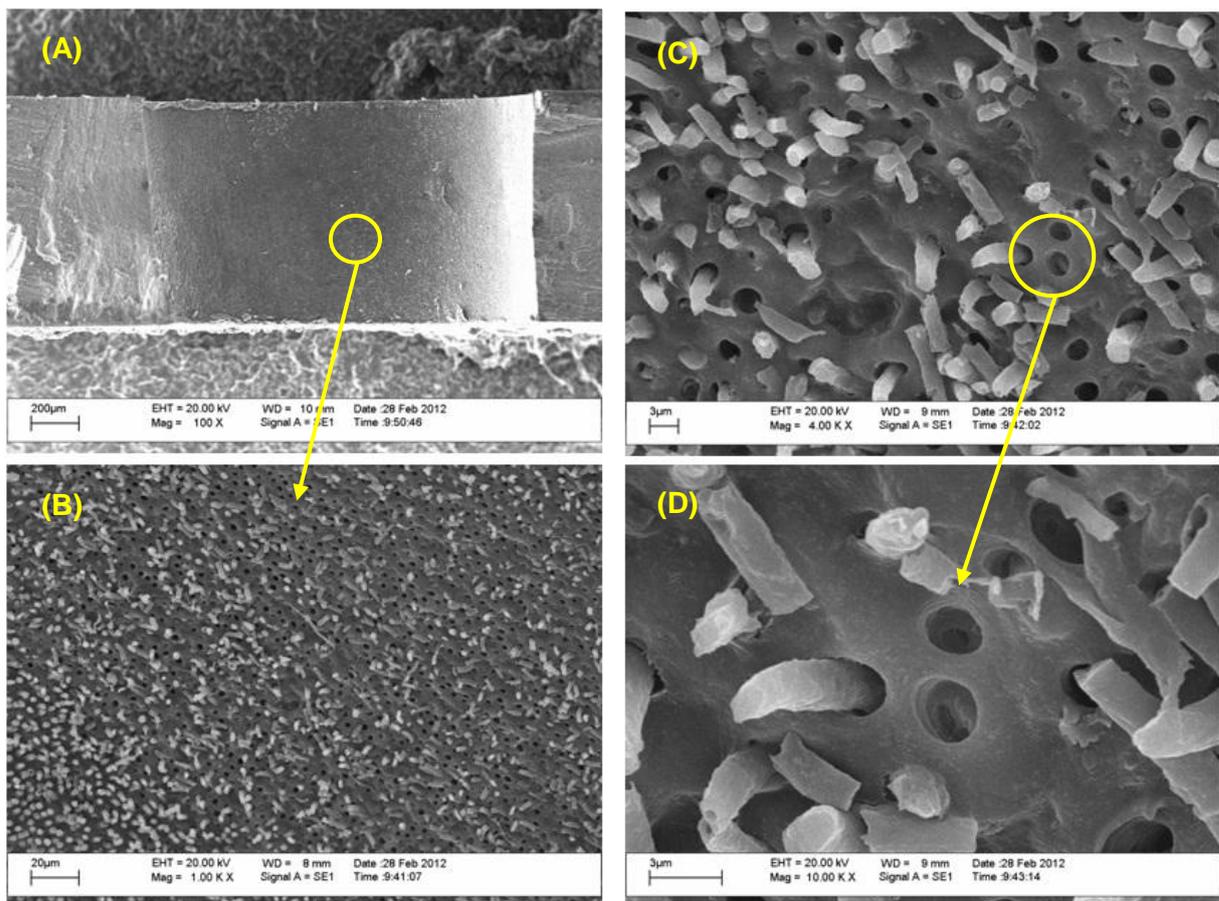


Figura 8: Imagens em MEV do cimento resinoso RelyX ARC após o teste de *push-out*. (A) representa a falha coesiva da camada híbrida. Em (B) observa-se a presença de numerosos túbulos dentinários e de *tags* fraturados. (C) e (D), em maiores aumentos, exibem os túbulos dentinários abertos, com fibrilas colágenas desmineralizadas pelo ácido fosfórico e os *tags* resinosos.

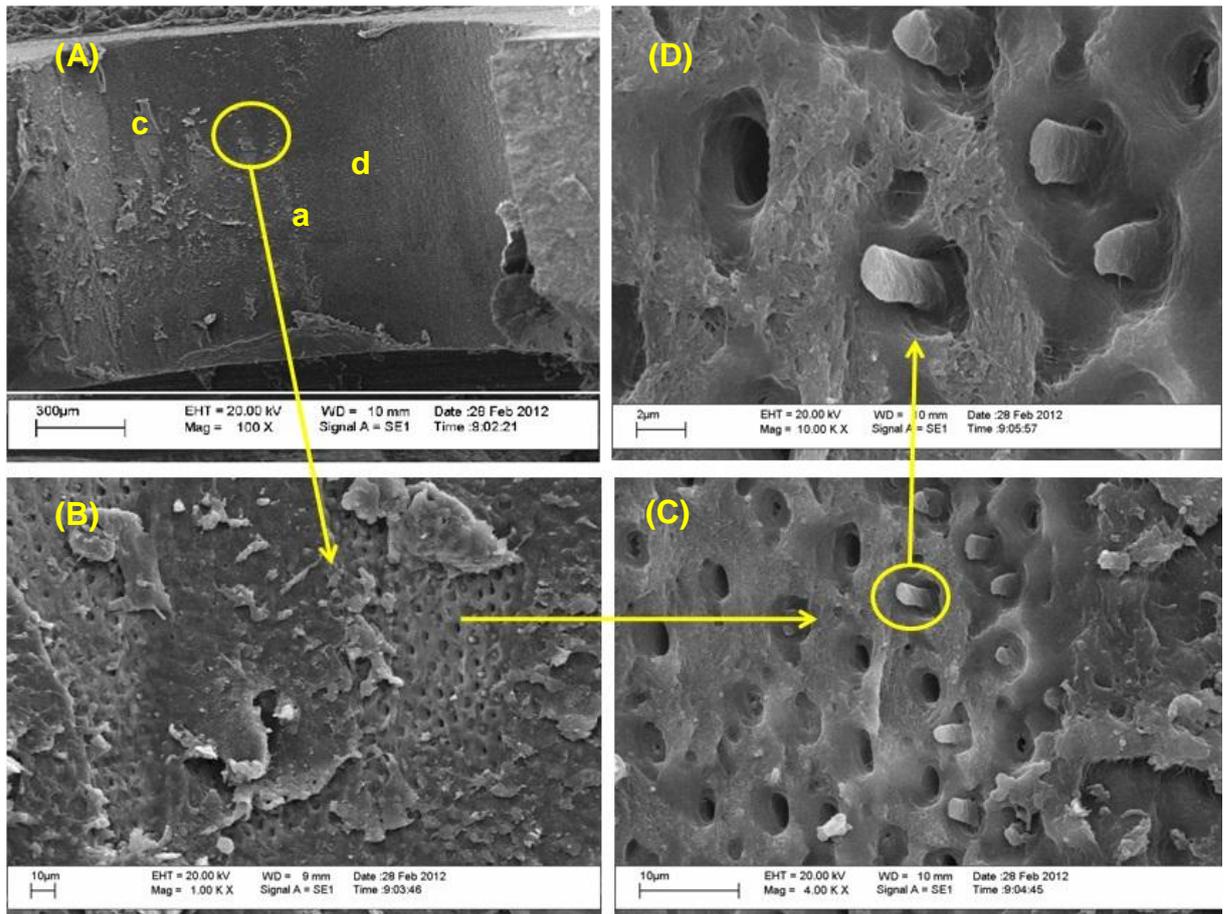


Figura 9: Imagens em MEV do cimento resinoso RelyX ARC após o teste de *push-out*. (A) representa a falha mista entre a dentina (d), o sistema adesivo (a) e o cimento resinoso (c). Em (B) observa-se a presença de túbulos dentinários. Em (C) e (D), são visualizados os túbulos dentinários abertos e a presença de *tags* fraturados.

Para o cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100, 70% das falhas foram do tipo coesiva da zona de interação (Figura 10). As demais (30%) foram classificadas como mistas entre a dentina, o cimento e o pino (Figura 11).

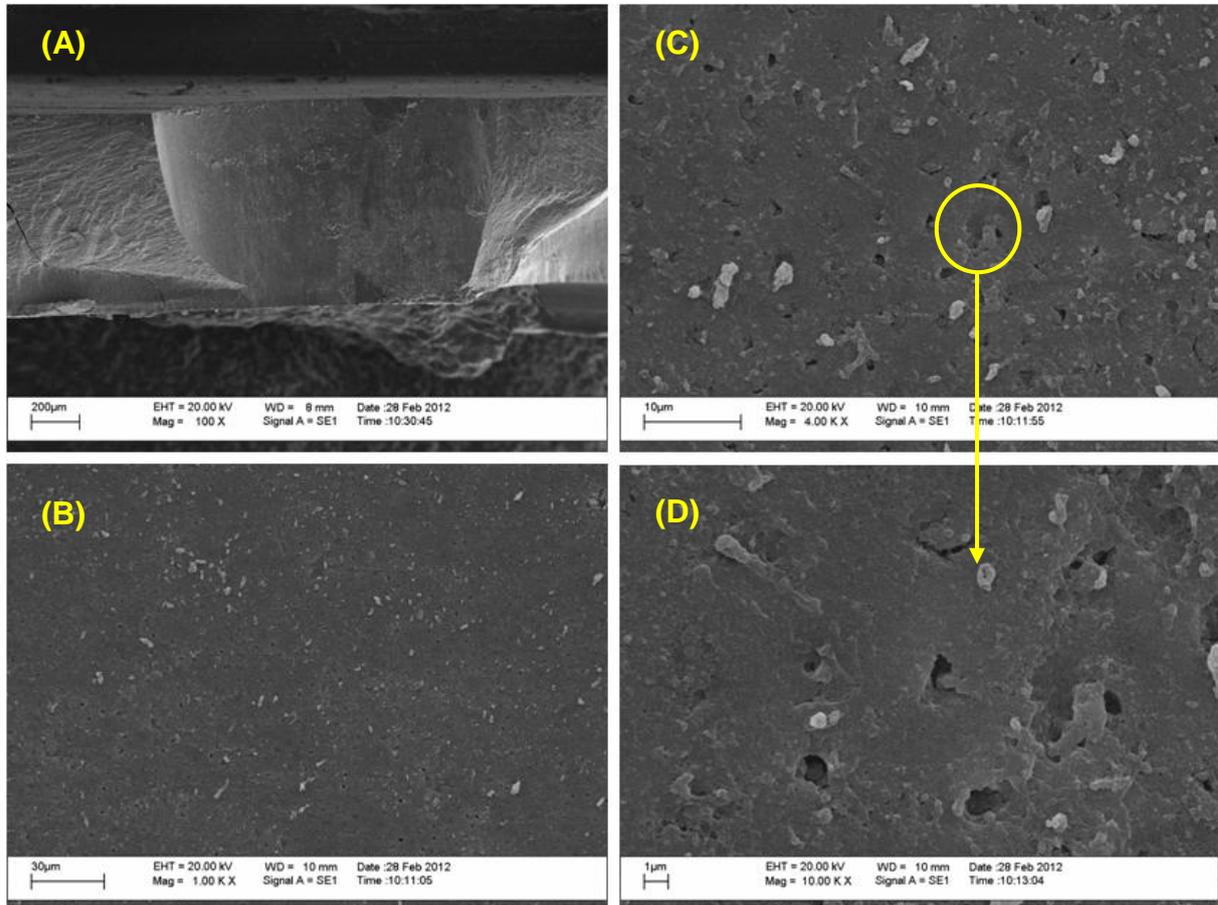


Figura 10: Fotomicrografia do cimento resinoso RelyX U100 após o teste de *push-out*. (A) representa a falha do tipo coesiva da zona de interação. Em (B) e (C), observa-se a presença da *smear layer* e dos túbulos dentinários parcialmente ocluídos. (D) visualiza-se a menor desmineralização da dentina e a leve interação do cimento com o substrato.

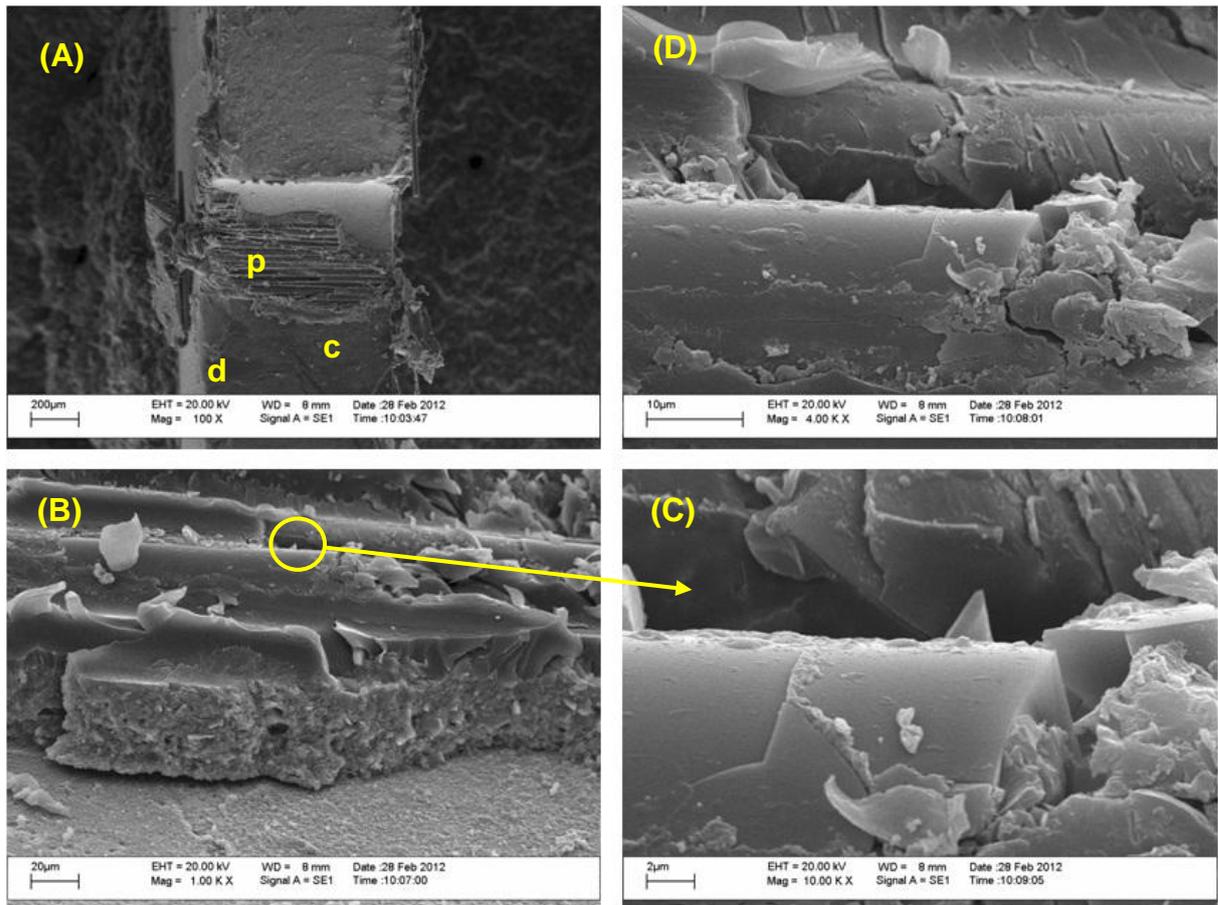


Figura 11: Fotomicrografia do cimento resinoso RelyX U100 após o teste de *push-out*. (A) representa a falha do tipo mista ente a dentina (d), o cimento resinoso (c) e o pino (p). Em (B), (C) e (D) visualiza-se fibras longitudinais do pino de fibra de vidro, em maiores aumentos.

Em relação ao cimento resinoso auto-adesivo BisCem, 60% das fraturas foram classificadas como coesivas da zona de interação (Figura 12). Fraturas do tipo coesiva do cimento (Figura 13) foram visualizadas em 20% da amostra e as 20% restantes foram do tipo mista entre a dentina e o cimento resinoso (Figura 14).

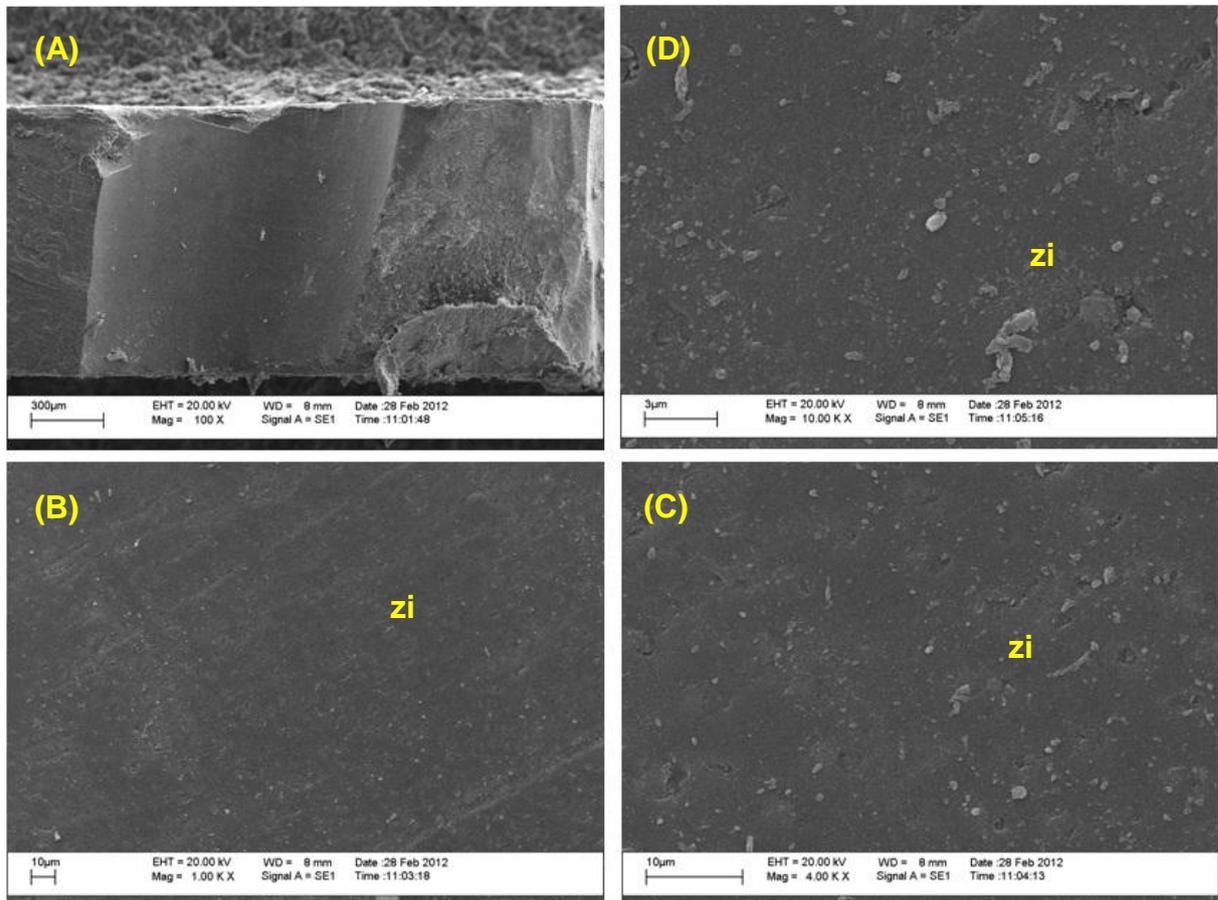


Figura 12: Fotomicrografia do cimento resinoso BisCem após o teste de *push-out*. (A) representa a falha do tipo coesiva da zona de interação (zi). Em (B), (C) e (D), observa-se a presença da *smear layer* e dos túbulos dentinários ocluídos (zi).

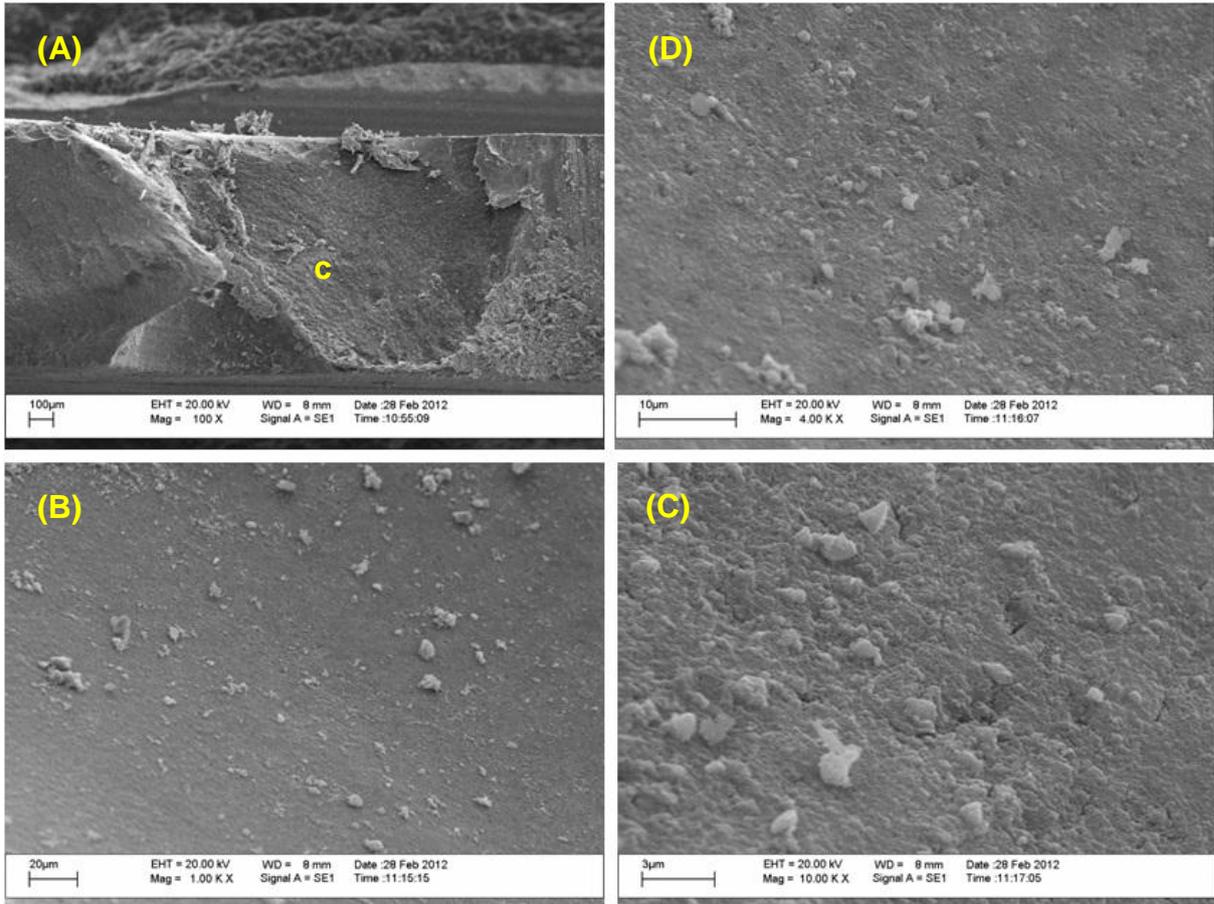


Figura 13: Fotomicrografia do cimento resinoso BisCem após o teste de *push-out*. (A) Fratura do tipo coesiva do cimento. Em (B), (C) e (D) observa-se o cimento resinoso fraturado, em maiores aumentos.

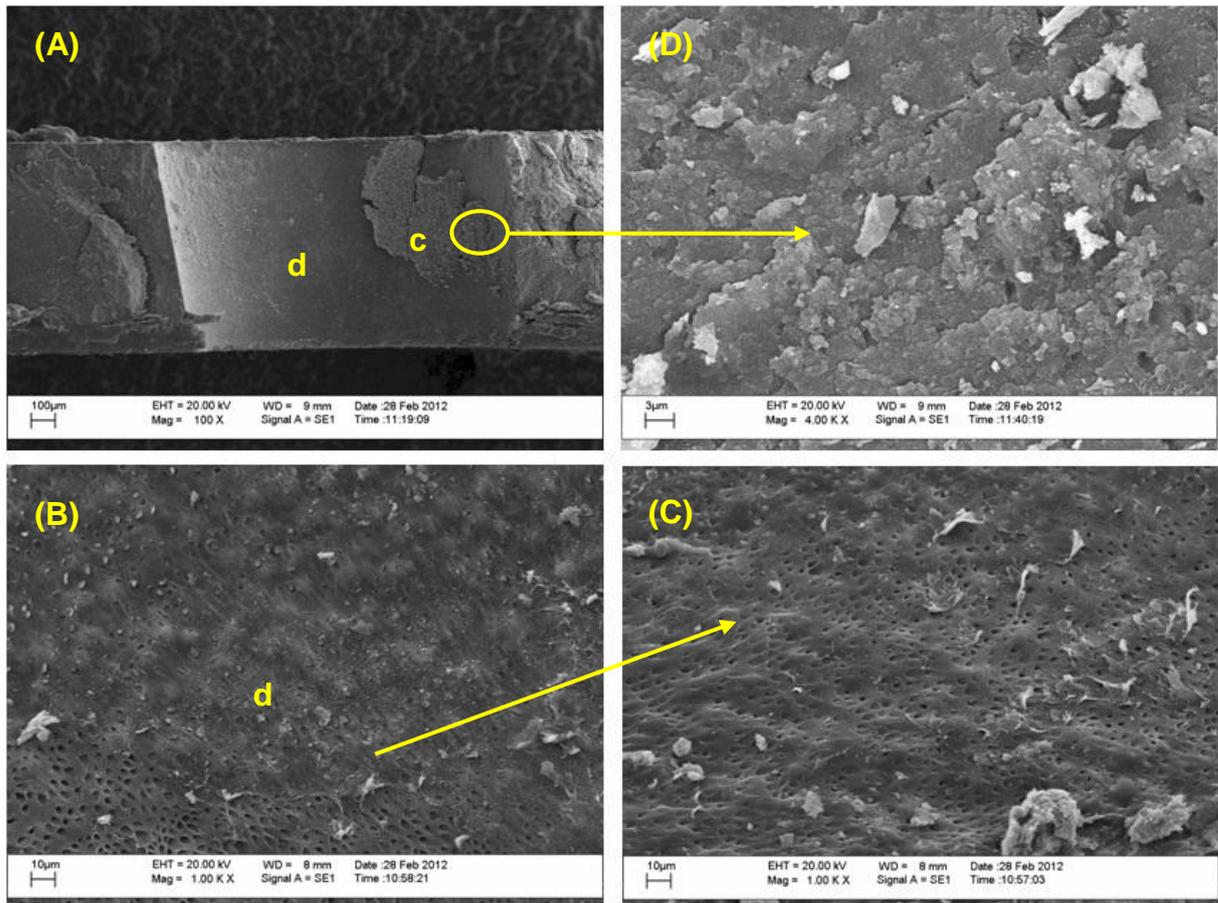


Figura 14: Fotomicrografia do cimento resinoso BisCem após o teste de *push-out*. (A) representa a falha do tipo mista entre a dentina (d) e o cimento resinoso (c). Em (B) e (C) observa-se a presença dos túbulos dentinários parcialmente ocluídos e em (D), visualiza-se parte do cimento resinoso.

Discussão

6. DISCUSSÃO

No presente estudo, a efetividade da união de dois cimentos resinosos auto-adesivos à dentina radicular foi avaliada e comparada à de um cimento resinoso convencional (*etch-and-rinse*). No interior do canal radicular, onde o Fator-C é elevado, cimentos resinosos com diferentes métodos de polimerização poderiam apresentar diferentes valores de tensões na interface de união. Assim, os três cimentos resinosos avaliados apresentaram o mesmo mecanismo de polimerização dual.

A partir dos resultados obtidos no teste de *push-out*, a hipótese nula de que não haveria diferenças na resistência da união entre os cimentos resinosos, em relação às variações regionais da dentina radicular e ao tempo de envelhecimento, foi rejeitada. O cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100 exibiu valores de resistência da união estatisticamente superiores aos do cimento convencional RelyX ARC, nos dois momentos de avaliação. O outro cimento auto-adesivo, BisCem, apresentou valores de resistência da união semelhantes aos do cimento RelyX ARC, nos terços cervical e médio, após 24 horas de armazenamento. Após 30 dias, os valores de RelyX ARC foram mais baixos.

Um estudo realizado por Bitter et al. (2009), utilizando o teste de *push-out* e uma análise por microscopia eletrônica de varredura mostrou que o cimento resinoso auto-adesivo RelyX Unicem obteve maior resistência da união que os demais cimentos resinosos utilizados. A partir de uma metodologia semelhante, Onay, Korkmaz e Kiremitci (2009) observaram que o sistema autocondicionante All Bond SE e o cimento resinoso BisCem apresentaram maiores valores de resistência da união ao *push-out* que o sistema adesivo de condicionamento ácido total All Bond 3 associado ao cimento resinoso Duo-Link. Ainda em concordância com os resultados do nosso estudo, Cantoro et al. (2011) e Kahnamouei et al. (2012) verificaram que a resistência da união dos cimentos resinosos auto-adesivos foi significativamente maior que a dos cimentos resinosos que necessitam de condicionamento ácido total. Além disso, o cimento RelyX Unicem obteve o valor mais elevado de resistência da união.

As estratégias auto-adesivas não desmineralizam/dissolvem completamente a *smear layer*. No entanto, apesar de não haver a formação de uma camada híbrida e *tags* resinosos, estudos têm relatado boa adaptação e continuidade do cimento

resinoso em dentina radicular (DE MUNK et al., 2004; MONTICELLI et al., 2008; ONAY, KORKMAZ e KIREMITCI, 2009). Cantoro et al. (2011) verificaram, através da análise em microscópio eletrônico de varredura, que o cimento auto-adesivo RelyX Unicem demonstrou uma interação superficial com a dentina, não sendo possível a visualização de uma camada híbrida distinta.

Estes achados estão de acordo com os resultados do presente estudo, conforme observado em MEV. Os cimentos resinosos auto-adesivos RelyX U100 e BisCem apresentaram padrões semelhantes de condicionamento da dentina radicular (Figuras 10 a 14). Para ambos, não se observou a formação de uma camada híbrida nem a presença de *tags* resinosos. Observou-se uma zona de interação com leve desmineralização da dentina radicular, permanecendo grande parte da *smear layer* e da *smear plug* para a interação com o cimento resinoso. Com o cimento RelyX ARC (Figuras 8 e 9), o padrão de condicionamento do substrato radicular apresentou maior profundidade de desmineralização pelo ácido fosfórico 37%, sendo observada a abertura dos túbulos dentinários e a presença de *tags* resinosos fraturados. A *smear layer* e a *smear plug* foram completamente removidas.

A qualidade da união dos cimentos resinosos auto-adesivos à dentina associa-se à desmineralização e à simultânea infiltração da dentina (DE MUNK et al., 2004; KAHNAMOU EI et al., 2012). Estas duas ações simultâneas levam à formação de uma camada de resina-dentina superficial e uniforme, ao longo da qual a hidroxiapatita residual permanece disponível para a união química (DE MUNK et al., 2004).

Utilizando-se o cimento resinoso RelyX ARC, os maiores valores de resistência da união foram registrados no terço cervical do canal radicular e os menores valores no terço apical, assim como no estudo de Onay, Korkmaz e Kiremitci, em 2009. A explicação para este resultado está atribuída a diversos fatores, tais como a configuração menos densa dos túbulos dentinários na porção apical do sistema de canais radiculares (MJÖR et al., 2001), a esclerose apical, o fator de configuração da cavidade – Fator-C (MJÖR et al., 2001, BURGESS, GHUMAN e CAKIR, 2010), a dificuldade de visualização e acesso à porção apical do sistema de canais radiculares e as restrições no fluxo de cimento para esta parte do canal radicular (DURÃO MAURICIO et al., 2007).

Para o cimento RelyX U100, os valores de resistência da união foram semelhantes em todas as regiões do canal radicular. Para BisCem, após o

armazenamento por 24 horas, houve diferença estatística apenas entre os valores de resistência da união dos terços médio e apical. No entanto, após o armazenamento durante 30 dias, os valores de resistência da união obtidos em cada região do canal radicular não diferiram entre si.

Radovic et al. (2008) ressaltaram que RelyX Unicem é o cimento auto-adesivo mais investigado na literatura e o mais explicado pelo fabricante. Informações sobre outras marcas são muito limitadas (MONTICELLI et al., 2008; RADOVIC et al., 2008). RelyX Unicem é composto principalmente de partículas de vidro, sílica, hidróxido de cálcio e ésteres fosfóricos de metacrilato. O mecanismo de união envolve uma retenção micromecânica e uma interação química entre os grupos acídicos dos monômeros e a hidroxiapatita (DE MUNK et al., 2004; MONTICELLI et al., 2008; RADOVIC et al., 2008; BURGESS, GHUMAN e CAKIR, 2010). Os grupos acídicos quelam os íons de cálcio da hidroxiapatita, promovendo parte da união química (FARINA et al., 2011). Assim como nos adesivos autocondicionantes, os monômeros de metacrilato fosforilados apresentam um baixo pH quando em contato com a água presente no substrato dental. Este baixo pH condiciona mais facilmente a dentina que o esmalte. Enquanto o condicionamento é realizado, o cimento penetra na superfície condicionada, criando uma união micromecânica com o substrato dental após a polimerização (BURGESS, GHUMAN e CAKIR, 2010).

Para o cimento auto-adesivo RelyX Unicem (3M ESPE), durante a reação de presa, o pH aumenta até atingir a neutralidade. Enquanto o cimento polimeriza, água é formada, contribuindo para a hidrofiliabilidade inicial e para a neutralização do pH ácido (BURGESS, GHUMAN e CAKIR, 2010). A hidrofiliabilidade inicial do cimento proporciona melhor adaptação à dentina e maior tolerância à umidade. Contudo, com o passar do tempo, a água é reutilizada pela reação com grupos funcionais acídicos e com íons alcalinos liberados pelas partículas inorgânicas. Este tipo de reação finalmente resulta em uma matriz hidrofóbica (RADOVIC et al., 2008; BURGESS, GHUMAN e CAKIR, 2010). Em alguns cimentos auto-adesivos, o flúor é liberado como resultado da reação entre o meio ácido e as partículas inorgânicas liberadoras de íons flúor. Como a água produzida é consumida, a matriz hidrofóbica é finalmente formada, exibindo baixa solubilidade, baixa expansão e estabilidade em longo prazo (BURGESS, GHUMAN e CAKIR, 2010). Portanto, uma ligação iônica também é formada entre o cimento RelyX U100 e a hidroxiapatita dental, aprimorando a ligação química do material à dentina (BURGESS, GHUMAN e

CAKIR, 2010). Estas razões explicam o bom desempenho dos cimentos resinosos auto-adesivos no presente estudo.

O cimento resinoso auto-adesivo BisCem apresentou os segundos melhores resultados de resistência da união ao *push-out*. De acordo com as informações do fabricante, este material é composto por Bis-fosfato-hidroxiethyl-metacrilato e dimetacrilato de tetraetilenoglicol, os quais são componentes hidrofílicos, resultando em melhor adaptação do cimento à dentina (RADOVIC et al., 2008). Em outros estudos (RADOVIC et al., 2008; MONTICELLI et al., 2008; KAHNAMOUEI et al., 2012), valores elevados de resistência da união têm sido relatados para esses dois cimentos resinosos auto-adesivos.

Valores elevados de resistência da união foram registrados na região apical quando da utilização dos cimentos resinosos auto-adesivos RelyX U100 e BisCem. Esses materiais se mostraram menos sensíveis à profundidade dentinária e à densidade tubular que o cimento resinoso RelyX ARC. Caiado et al. (2010) relataram que a densidade tubular é maior na região cervical do canal radicular, atingindo 43.948 túbulos por mm^2 . Na região apical, o número de túbulos dentinários é correspondente a 14.400 por mm^2 próximo à polpa ou à dentina secundária, 8.100 por mm^2 na região mediana e 2.500 por mm^2 na dentina radicular periférica (MJÖR et al., 2001). Logo, o número de túbulos dentinários por mm^2 diminui da faixa de 40.000 para 14.000, da porção coronal do canal radicular para a apical (CAIADO et al., 2010; MJÖR et al., 2001).

A reduzida densidade tubular no terço apical radicular implica em um menor número de túbulos disponíveis para a penetração dos sistemas adesivos, porém maior quantidade de dentina intertubular está disponível para a interação química com os cimentos resinosos.

Em relação aos cimentos resinosos auto-adesivos, Cantoro et al. (2010) mostraram que a resistência da união não foi afetada pela profundidade da dentina radicular, no entanto, Durão Maurício et al. (2007) revelaram valores de resistência da união diminuídos na região apical. Os resultados do presente estudo são consistentes com os resultados de Kahanmouei et al. (2012) que apresentaram valores elevados de resistência da união no terço apical do canal radicular. Assim, em estratégias auto-adesivas, a resistência da união à dentina parece estar mais relacionada com a dentina intertubular do que com a densidade dos túbulos dentinários.

O envelhecimento por um período de 30 dias provocou alteração nos valores de resistência da união, nos três terços radiculares, do cimento resinoso convencional RelyX ARC e no terço apical do cimento resinoso auto-adesivo BisCem. Para RelyX U100 o tempo não provocou alteração significativa na resistência da união.

As razões para a menor estabilidade da união do cimento resinoso convencional devem-se às diferenças nos padrões de condicionamento do substrato radicular e de formação da interface de união. A utilização do cimento RelyX ARC depende da remoção cautelosa do excesso da umidade radicular, de forma que as fibras colágenas permaneçam suspensas e permitam a infiltração do adesivo. Este procedimento é, muitas vezes, dificultado no interior do canal radicular, principalmente pela falta de visualização. Como consequência, regiões que acumulam maior umidade impedem a adequada formação da camada híbrida, sobretudo no terço apical. Nestas áreas, formou-se uma união fraca entre o cimento resinoso RelyX ARC e a dentina radicular, às quais se tornaram alvo da hidrólise durante o período longo de envelhecimento. Após o *push-out*, 60% das falhas foram coesivas da camada híbrida e 40% foram mistas entre a dentina, o sistema adesivo e o cimento resinoso (Figuras 8 e 9).

Os cimentos resinosos auto-adesivos foram aplicados sobre uma superfície radicular seca, em demasia, com cones de papel absorvente. A superfície de cimento resinoso formou-se de maneira mais uniforme e menos suscetível à degradação pela água. RelyX U100 exibiu 70% de falhas coesivas da zona de interação e em 30% dos casos, a falha foi mista entre a dentina, o cimento resinoso e o pino (Figuras 10 e 11). Para BisCem foram registrados 60% de falhas coesivas da zona de interação, 20% de falhas coesivas do cimento resinoso e 20% de falhas mistas envolvendo a dentina e o cimento (Figuras 12 a 14). No estudo de Farina et al. (2011), a análise das fraturas de RelyX Unicem demonstrou a predominância de fratura coesiva do pino, adesiva entre dentina/cimento e fratura mista. Destaca-se que, com a simplificação dos passos clínicos, menores foram as chances de ocorrerem erros durante a formação da interface de união, o que favoreceu os maiores valores de resistência da união para os cimentos resinosos auto-adesivos RelyX U100 e BisCem.

A restauração de dentes tratados endodonticamente tem sido alvo de muitos estudos. Os estudos são delineados no intuito de identificar a técnica que propicie a

união mais efetiva entre o elemento dental e o retentor intrarradicular. Os pinos de fibra de vidro despontaram como alternativa para a retenção intrarradicular de restaurações diretas ou indiretas por apresentarem natureza química compatível com sistemas adesivos e cimentos resinosos e módulo de elasticidade próximo ao da dentina, favorecendo a melhor distribuição das tensões ao longo do remanescente radicular (ASMUSSEN et al., 1999; THEODOSOPOULOU e CHOCHLIDAKIS, 2009). Os cimentos resinosos são utilizados em associação aos seus sistemas adesivos, *etch-and-rinse* (condicionamento ácido total) ou *self-etching* (autocondicionante). A técnica de aplicação desses materiais, seja em múltiplos passos ou a autocondicionante, é complexa e sensível. Erros nas etapas de aplicação comprometem a eficácia da união, levando a falhas na interface cimento/dentina intrarradicular, o que clinicamente se manifesta pelo deslocamento de todo o conjunto coroa, pino e cimento resinoso do interior do canal radicular, caracterizando esta região como a mais crítica de todo o sistema.

Os cimentos resinosos auto-adesivos consistem em uma nova categoria de agentes cimentantes, os quais não necessitam de condicionamento do substrato dental, nem mesmo a aplicação de *primers* e adesivos dentinários. A técnica de aplicação é mais simplificada (MONTICELLI et al., 2008; RADOVIC et al., 2008; MORMANN et al., 2009; TOMAN et al., 2009) e elimina fatores que podem levar ao insucesso da técnica restauradora. Esses novos materiais podem ser promissores para a restauração de dentes tratados endodonticamente, preservando-se, ao máximo, a estrutura dentária remanescente e combinando-se a qualidade da união estabelecida à dentina radicular e ao pino, cujas propriedades mecânicas também devem ser biocompatíveis, tais como módulo de elasticidade próximo ao da dentina humana e adequada resistência à flexão.

Conclusão

7. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos neste estudo, concluiu-se que o cimento resinoso auto-adesivo RelyX U100 apresentou maior resistência da união que o cimento resinoso convencional RelyX ARC, nos três terços radiculares, nos dois momentos de avaliação.

BisCem apresentou valores de resistência da união comparáveis aos do cimento resinoso RelyX U100.

A resistência da união do cimento resinoso convencional RelyX ARC foi maior no terço cervical e menor no terço apical, após 24 horas de armazenamento.

A resistência da união dos cimentos resinosos auto-adesivos foi menos influenciada pela profundidade da dentina radicular.

O tempo de 30 dias provocou alteração na resistência da união dos cimentos resinosos RelyX ARC e BisCem.

Referências

8. REFERÊNCIAS

1. ASSIF, D.; GORFIL, C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. **J Prosthet Dent**, v. 71, n. 6, p. 565-567, 1994.
2. ASMUSSEN, E.; PEUTZFELDT, A.; HEITMANN, T. Stiffness elastic limit, and strength of newer types of endodontics posts. **J Dent**, v. 27, p. 275-8, 1999.
3. BITTER, K.; PARIS, S.; MARTUS, P.; SCHARTNER, R.; KIELBASSA, M. A confocal laser scanning microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. **Int Endod J**, v. 37, p. 840-848, 2004.
4. BITTER, K.; PARIS, S.; PFUERTNER, C.; NEUMANN, K.; KIELBASSA, A.M. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. **Eur J Oral Sci**, v. 117, p. 326 – 333, 2009.
5. BONFANTE, E.A.; PEGORARO, L.F.; DE GÓES, M.F.; CARVALHO, R.M. SEM observation of the bond integrity of fiber-reinforced composite posts cemented into root canals. **Dent Mater**, v. 24, p. 483-491, 2008.
6. BOUILLAGUET, S.; TROESCH, S.; WATAHA, J.C.; KREJCI, I.; MEYER, J.M.; PASHEY, D.H. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. **Dent Mater**, v.19, p. 199-205, 2003.
7. BURGESS, J.O.; GHUMAN, T.; CAKIR, D. Self-adhesive resin cement. **Wiley Periodicals Inc.**, v. 22, n. 6, p. 412-419, 2010.
8. BYSTROM, A.; SUNDQVIST, G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. **Scan J Dent Res**, v. 89, p. 321-328, 1981.
9. CAIADO, A.C.R.L.; DE GOES, M.F.; SOUZA-FILHO, F.J.; RUEGGEBERG, F.A. The effect of acid etchant type and dentin location on tubular density and dimension. **J Prosthet Dent**, v. 103, p. 352-361, 2010.
10. CANTORO, A.; GORACCI, C.; VICHI, A.; MAZZONI, A.; FADDA, G.M.; FERRARI, M. Retentive strength and sealing ability of new self-adhesive resin cements in fiber post luting. **Dent Mater**, v. 27, e197-204, 2011.
11. DE MUNCK, J.; VAN LANDUYT, K.; COUTINHO, E.; POINTEVIN, A.; PEUMANS, N.; LAMBRECHTS, P.; VAN MEERBEK, B. Micro-tensile bond strength of adhesives bonded to Class-I cavity-bottom dentin after thermo-cycling. **Dent Mater**, v. 21, p. 999-1007, 2005.
12. DE MUNCK, J.; VARGAS, M.; VAN LANDUYT, K.; HIKITA, K.; LAMBRECHTS, P.; VAN MEERBEEK, B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. **Dent Mater**, v. 20, p. 963-971, 2004.

13. DIMITROULI, M.; HÜSAMETTIN, G.; GEURTSSEN, W.; LÜHRS, AK. Push-out strength of fiber post depending on the type of root canal filling and resin cement. **Clin Oral Invest**, v. 15, p. 273-81, 2011.
14. DRUMMOND, J.L.; SAKAGUCHI, R.L.; RACEAN, D.C.; WOZNY, J.; STEINBERG, A.D. Testing mode and surface treatment effects on dentin bonding. **J Biomed Mater Res.**, v. 32, n.4, p. 533-541, 1996.
15. DUARTE JR. S, PHARK JH, VARJÃO FM, SADAN A. Nanoleakage, ultramorphological characteristics, and microtensile bond strengths of a new low-shrinkage composite to dentin after artificial aging. **Dent Mater**, v. 25, p. 589-600, 2009.
16. DURET, B.; REYNAUD, M.; DURET, F. Um nouveau concept de reconstitution corono-radicaire: le Composipost (1). **Chir Dent Franc**, v. 60, n. 540, p. 131-141, 1990.
17. ERDEMIR, U.; SAR-SANCAKLI, H.; YILDIZ, E.; OZEL, S.; BATUR, B. An in vitro comparison of different adhesive strategies on the micro push-out bond strength of a glass fiber post. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**, v. 16, n. 4, p. 626-34, 2011.
18. FARIA, A.C.L.; RODRIGUES, R.C.S.; ANTUNES, R.P.A.; MATTOS, M.G.C.; RIBEIRO, R.F. Endodontically treated teeth: Characteristics and considerations to restore them. **J Prosthodont Res**, v. 55, p. 69 - 74, 2011.
19. FARINA, A.P.; CECCHIN, D.; GARCIA, L.F.R.; NAVES, L.Z.; PIRES-DE-SOUZA, F.C.P. Bond strength of fibre glass and carbon fibre posts to the root canal walls using different resin cements. **Aust Endod J**, v. 37, p. 44–50, 2011.
20. FERRARI, M.; VICHI, A.; MANNOCCI, F.; MASON, P.N. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. **Am J Dent**, v. 13, p. 9B – 13B, 2000.
21. GIACHETTI, L.; GRANDINI, S.; CALAMAI, P.; FANTINI, G.; RUSSO, D.S. Translucent fiber post cementation using light- and dual- curing adhesive techniques and a self-adhesive material: Push-out test. **J Dent**, v. 37, p. 638-642, 2009.
22. HAYASHI, M.; TAKAHASHI, Y.; IMAZATO, S.; EBIZU, S. Fracture resistance of pulpless teeth restored with post-cores and crowns. **Dent Mater**, v. 22, p. 477–485, 2006.
23. HILL, E.E.; LOTT, J. A clinically focused discussion of luting materials. **Aust Dent J**, v. 56(Suppl), p. 67-76, 2011.
24. KAHNAMOUEI, M.A.; MOHAMMADI, N.; NAVIMIPOUR, E.J.; SHAKERIFAR, M. Push-out bond strength of quartz fibre posts to root canal dentin using total-etch and self-adhesive resin cements. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**, v. 17, n. 2, p.e337-44, 2012.

25. KALKAN, M.; USUMEZ, A.; OZTURK, A.N., BELLI, S.; ESKITASCIOGLU, G. Bond strength between dentin and three glass-fiber post systems. **J Prosthet Dent**, v. 96, p. 41-6, 2006.
26. KECECI, A.D.; KAYA, U.; ADANIR, N. Micro push out strengths of four fiber-reinforced composite post systems and 2 luting materials. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 115, p. 121-8, 2008.
27. KIM, Y.K.; KIM, S.K.; KIM, K.H.; KWON, T.Y. Degree of conversion of dual-cured resin cement light-cured through three fibre posts within human root canals: an ex vivo study. **Int Endod J**, v. 42, p. 667-674, 2009.
28. KIJSAMANMITH, K.; TIMPAWAT, S.; HARNIRATTISAI, C.; MESSER, H.H. Micro-tensile bond strengths of bonding agents to pulpal floor dentine. **Int Endod J**, v. 35, p. 833-839, 2002.
29. MACCARI, P.C.A.; CONCEIÇÃO, E.M.; NUNES, M.F. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with three different prefabricated esthetic posts. **J Esthet Restor Dent**, v.15, p. 25-31, 2003.
30. MANNOCCI, F.; PILECKI, P.; BERTELLI, E.; WATSON, T.F. Density of dentinal tubules affects the tensile strength of root dentin. **Dent Mater**, v. 20, p. 293–296, 2004.
31. MAURÍCIO, P.J.B.T.D.; GONZÁLES-LOPES, S.; AGUIAR-MENDONZA, J.A.; FÉLIX, S.; GONZÁLES-RODRIGUES, M.P. Comparison of regional bond strength in root thirds among fiber-reinforced posts luted with different cements. **J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater**, v. 83B: 364–372, 2007.
32. MAZZONI, A.; MARCHESI, G.; CADENARO, M.; MAZZOTTI, G.; DI LENARDA, R.; FERRARI, M.; BRESCHI, L. Push-out stress for fibre posts luted using different adhesive strategies. **Eur J Oral Sci**, v. 117, p. 447-453, 2009.
33. MJÖR, I.A.; NORDAHL, I. The density and branching of dentinal tubules in human teeth. **Arch Oral Biol**, v. 41, n. 5, p. 401-412, 1996.
34. MJÖR, I.A.; SMITH, M.R.; FERRARI, M.; MANNOCCI, F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. **Int Endod J**, v. 34, p. 346-353, 2001.
35. MONTICELLI, F.; FERRARI, M.; TOLEDANO, M. Fiber posts luting procedure. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**, v. 13, p. E214-E221, 2008.
36. MONTICELLI, F.; OSORIO, R.; MAZZITELLI, C.; FERRARI, M.; TOLEDANO, M. Limited decalcification/diffusion of self-adhesive cements into dentin. **J Dent Res**, v. 87, n. 10, p. 974-979, 2008.

37. MAZZITELLI, C.; MONTICELLI, F.; TOLEDANO, M.; FERRARI, M.; OSORIO, R. Effect of thermal cycling on the bond strength of self-adhesive cements to fiber posts. **Clin Oral Invest**, v. 14, 2011.
38. MÖRMANN, W.; WOLF, D.; ENDER, A.; BINDL, A.; GÖHRING, T.; ATTIN, T. Effect of two self-adhesive cements on marginal adaptation and strength of esthetic ceramic CAD/Cam Molar Crowns. **J Prosthodont**, v. 18, n. 403-410, 2009.
39. NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D.H. Hybridization of Dental Hard Tissues. **Quint Pub**, p. 82-3, 1998.
40. OLIVEIRA, A.S.; RAMALHO, E.S.; OGLIARI, F.A.; MORAES, R.R. Bonding self-adhesive resin cements to glass fibre posts: to silanate or not silanate?. **Int Endod J**, v. 44, p. 759 -763, 2011.
41. ONAY, E.O.; KORKMAZ, Y.; KIREMITCI, A. Effect of adhesive system type and root region on the push-out bond strength of glass–fibre posts to radicular dentine. **Int Endod J**, v. 43, p. 259-268, 2009.
42. PATIERNO, J.M.; RUEGGERBERG, F.A.; ANDERSON, R.W.; WELLER, R.N.; PASHEY, D.H. Push-out and SEM evaluation of resin composite bonded to internal cervical dentin. **J Endod Dent Traumatol**, v. 12, p. 227-36, 1996.
43. RADOVIC, I.; MONTICELLI, F.; GORACCI, C.; VULICEVIC, Z.R.; FERRARI, M. Self-adhesive resin cements: a literature review. **J Adhes Dent**, v. 10, p. 251-258, 2008.
44. RADOVIC, I.; MAZZITELLI, C.; CHIEFFI, N.; FERRARI, M. Evaluation of the adhesion of fiber posts cemented using different adhesive approaches. **Eur J Oral Sci**, v. 116, p. 557-563, 2008.
45. ROBERT, H.W.; LEONARD, D.L.; VANDEWALLE, K.S., COHEN, M.E.; CHARLTON, D.G. The effect of a translucent post on resin composite depth of cure. **Dent Mater**, v. 20, p. 617-22, 2004.
46. SCHWARTZ, R.S.; FRANSMAN, R. Adhesive dentistry and endodontics: materials, clinical strategies and procedures for restoration of access cavities: a review. **J Endod**, v. 31, p. 151-165, 2005.
47. SPENCER, P.; SWAFFORD, J.R. Unprotected protein at the dentinal-adhesive interface. **Quintessence Int**, v. 30, p. 501-507, 1999.
48. THEODOSOPOULOU, J.N.; CHOCHLIDAKIS; K.M. A systematic review of dowel (post) and core materials and systems. **J Prosthodont**, v.18, n. 6, p. 464–472, 2009.
49. TOMAN, M.; TOKSAVUL, S.; SANKANT, M.; FIRIDINOGLU, K.; AKIN, A. The evaluation of displacement resistance of glass FRC posts to root dentine using a thin slice push-out test. **Int Endod J**, v. 42, p. 802-810, 2009.

50. TRUSHKOWSKY, R.D. Esthetic and Functional Consideration in Restoring Endodontically Treated Teeth. **Dent Clin North Am**, v. 55, n. 2, p. 403 – 410, 2011.

Anexo

ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PRO-REITORIA DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP/UFJF
36036900- JUIZ DE FORA - MG - BRASIL

Parecer nº 249/2011

Protocolo CEP-UFJF: 2499.239.2011 **FR:** 453095 **CAAE:** 0234.0.180.000-11

Projeto de Pesquisa: "Resistência da união ao teste de push-out de materiais odontológicos utilizados para núcleo de preenchimento e cimentação em dentina radicular"

Area Temática: Grupo III

Pesquisador Responsável: Luciana Andrea Salvio

Data prevista para o término da pesquisa: Fevereiro de 2012

Pesquisadores Participantes: "Mariella Agostinho Gonçalves"

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia da UFJF

Itens Avaliados		Sim	Não	P	NA	
Justificativa	O estudo proposto apresenta pertinência e valor científico	X				
	Objeto de estudo está bem delineado	X				
Objetivo(s)	Apresentam clareza e compatibilidade com a proposta	X				
Material e Métodos	Atende ao(s) objetivo(s) proposto(s)	X				
	Informa	Tipo de estudo	X			
		Procedimentos que serão utilizados	X			
		Número de participantes	X			
		Justificativa de participação em grupos vulneráveis				X
		Critérios de inclusão e exclusão	X			
		Recrutamento				X
		Coleta de dados	X			
		Tipo de análise	X			
Cuidados Éticos	X					
Revisão da literatura	Atuais e sustentam o(s) objetivo(S) do estudo	X				
Resultados	Informa os possíveis impactos e benefícios	X				
Cronograma	Agenda as diversas etapas de pesquisa	X				
	Informa que a coleta de dados ocorrerá após aprovação do projeto pelo comitê	X				
Orçamento	Lista a relação detalhada dos custos da pesquisa	X				
	Apresenta o responsável pelo financiamento	X				
Referências	Segue uma normatização	X				
Instrumento de coleta de dados	Preserva o sujeito de constrangimento				X	
	Apresenta pertinência com o(s) objetivo(s) proposto(s).	X				
Termo de dispensa de TCLE	Solicita dispensa	X				
Termo de assentimento de TCLE	Apresenta o termo em caso de participação de menores				X	
TCLE	Está em linguagem adequada, clara para compreensão do sujeito				X	
	Apresenta justificativa e objetivos	X				
	Descreve suficientemente os procedimentos	X				



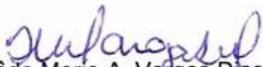
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
 PRO-REITORIA DE PESQUISA
 COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP/UFJF
 36036900- JUIZ DE FORA - MG - BRASIL

	Apresenta campo para a identificação dos sujeitos	X				
	Informa que uma das vias do TCLE deverá ser entregue ao sujeito					X
	Assegura liberdade do sujeito recusar ou retirar o consentimento sem penalidades					X
	Garante sigilo e anonimato					X
	Explicita					
	Riscos e desconfortos esperados					X
	Ressarcimento de despesas					X
	Indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa					X
	Forma de contato com o pesquisador					X
	Forma de contato com o CEP					X
	Como será o descarte de material coletado (no caso de material biológico)					X
	O arquivamento do material coletado pelo período mínimo de 5 anos					X
Pesquisador (es)	Apresentam titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa	X				
	Apresenta comprovante do Currículo Lattes do pesquisador principal e dos demais participantes.	X				
	Carta de Encaminhamento à Coordenação do CEP	X				
	Folha de Rosto preenchida	X				
Documentos	Projeto de pesquisa, redigido conforme Modelo de Apresentação de Projeto de Pesquisa padronizado pela Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPESQ)	X				
	Declaração de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa, assinada pelo responsável pelo setor/serviço onde será realizada a pesquisa	X				

P= parcialmente NA=Não se aplica

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 196/96, manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto, devendo o pesquisador entregar o relatório no final da pesquisa.

Situação: Projeto Aprovado.
 Juiz de Fora, 20 de outubro de 2011


 Prof. Dra. Iêda Maria A. Vargas Dias
 Coordenadora – CEP/UFJF