



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
FACULDADE DE FARMÁCIA ODONTOLOGIA E ENFERMAGEM  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
MESTRADO EM ODONTOLOGIA**

**AMINTHAS ALVES BRASIL NETO**

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DA INTERFACE  
ADESIVA DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO E A DENTINA  
RADICULAR**

**FORTALEZA  
2007**

AMINTHAS ALVES BRASIL NETO

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DA INTERFACE ADESIVA DE PINOS  
DE FIBRA DE VIDRO E A DENTINA RADICULAR

Dissertação submetida à Coordenação do  
Curso de Pós-Graduação em Odontologia,  
da Universidade Federal do Ceará, como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Mestre em Clínica Odontológica.

Área de Concentração: Clínica  
Odontológica

Orientador: Prof. Dr. Vicente de Paulo  
Aragão Saboia

FORTALEZA  
2007

B83a Brasil Neto, Aminthas Alves

Avaliação da resistência de união da interface adesiva de pinos de fibra de vidro e a dentina radicular / Aminthas Alves Brasil Neto. 2007.

90 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Vicente de Paulo Aragão Saboia

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Faculdade de Farmácia Odontologia e Enfermagem, Fortaleza, 2007.

1. Dentina. 2. Cimento de Resina. I. Sabóia, Vicente de Paulo Aragão (Orient.). II. Título.

CDD 617.675

AMINTHAS ALVES BRASIL NETO

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DA INTERFACE ADESIVA DE PINOS  
DE FIBRA DE VIDRO E A DENTINA RADICULAR

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica.

Aprovada em \_\_\_ / \_\_\_ / 2007.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Vicente de Paulo Aragão Saboia (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof. Dr. Emmanuel Arraes de Alencar Júnior  
Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof. Dr. Luis Alexandre Maffei Sartini Paulillo  
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Aos meus pais, irmãs, amigos, colegas de trabalho e a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por me iluminar em momentos de grandes dificuldades.

Ao meu orientador Vicente de Paulo Aragão Saboia, pela ajuda fundamental na orientação deste trabalho.

À 3M do Brasil e Angelus Indústria de Produtos Odontológicos LTDA., pelo fornecimento de parte do material utilizado nesta dissertação.

À Universidade de Fortaleza (UNIFOR), pelo apoio concedido durante a execução deste trabalho.

Aos professores Maria Virgínia Gelfuso e Roberto Ney Ciarlini Teixeira do departamento de Engenharia da UNIFOR, pela disponibilização do equipamento empregado na confecção dos espécimes.

Ao funcionário da UNIFOR Wellington, pela ajuda na confecção dos espécimes.

Aos alunos da UNIFOR Samuel, Anne Cristiane e Thiane, pelo auxílio durante o tratamento endodôntico dos espécimes.

Ao funcionário e aluno da UFC Yarly, pelo auxílio durante a realização dos ensaios mecânicos.

Ao colega Marco Aurélio Falcão, pela ajuda na digitação das referências bibliográficas.

Aos colegas de Mestrado: Nívea, Juliana, Darwin, José Carlos, Denuza, Daniel, Marjorie, Patrícia, Carlos, Dijane e Fátima, que me ajudaram, como verdadeiros amigos, durante todo o curso.

Aos professores do Mestrado, que contribuíram de forma fundamental para o meu crescimento e amadurecimento profissional durante o curso.

Aos pacientes, que cederam os dentes utilizados nesta pesquisa.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de união da interface adesiva de pinos de fibra de vidro e dentina radicular, em três regiões do conduto, fixados com três sistemas de cimentação. Vinte e quatro dentes humanos hígidos, recém-extraídos por razões ortodônticas ou periodontais, tiveram suas coroas removidas na junção cimento-esmalte com um disco diamantado, sob irrigação. As raízes receberam tratamento endodôntico e foram obturadas com guta-percha e um cimento endodôntico contendo eugenol (Endofil). A desobstrução foi realizada uma semana após o término do tratamento endodôntico em uma profundidade de 9 mm medida da região cervical da raiz. O pino (Reforpost Fibra de Vidro n° 3) foi cimentado no conduto radicular com um dos três sistemas de fixação descritos a seguir (n = 8): no grupo 1 foi utilizado o sistema Single Bond 2/ RelyX ARC, no grupo 2 foi utilizado o sistema ED Primer/Panavia 21 e no grupo 3 foi utilizado o cimento RelyX Unicem. Todos os cimentos e sistemas adesivos foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes. Posteriormente, as raízes foram seccionadas em uma máquina de corte, sob irrigação, em três porções, correspondentes aos terços cervical, médio e apical da região do conduto preparada para o pino. Os espécimes foram submetidos ao teste de extrusão por cisalhamento ("push-out") em uma máquina de ensaio universal a uma velocidade de 0,5 mm/min e os valores de resistência de união máxima foram registrados e submetidos à análise estatística ( $p < 0,05$ ). A análise de variância (ANOVA) mostrou diferença estatística significativa entre os terços (cervical, médio e apical) somente para o grupo do cimento Panavia 21, no qual o terço apical apresentou menor média de resistência de união do que os terços cervical e médio (teste de Tukey). Quando se comparou a resistência de união em cada região da raiz, avaliando-se os materiais de cimentação, a análise de variância (ANOVA) mostrou diferença estatística significativa para as três regiões do conduto. Para os terços médio e apical, o cimento Panavia 21 apresentou média de resistência de união significativamente menor do que os cimentos Single Bond 2/RelyX ARC e RelyX Unicem, sendo estes estatisticamente iguais entre si. Para o terço cervical, o cimento RelyX Unicem apresentou maiores valores de resistência de união do que o cimento Panavia 21, tendo sido o cimento Single Bond 2/RelyX ARC estatisticamente semelhante aos outros dois materiais.

Palavras-chave: Dentina. Cimentos de Resina. Adesivos Dentinários. Resistência ao Cisalhamento. Pinos de Fibra de Vidro.

## ABSTRACT

The aim of this study was to assess the bond strength at the adhesive interface of fiber glass posts and root dentin, in three regions of the canal, fixed with three cementation systems. Twenty-four healthy human teeth, recently extracted for orthodontic or periodontal reasons, had their crowns removed at the cement-enamel junction with a diamond disk, under irrigation. The roots were endodontically treated and were filled with gutta percha and an endodontic cement containing eugenol (Endofil). One week after endodontic treatment ended, the obstruction was removed at a mean depth of 9mm in the cervical region of the root. The posts (Reforpost Fibra de Vidro No. 3) were cemented in the canals prepared with one of the three fixation systems described as follows (n = 8): in group 1 the Single Bond 2/ RelyX ARC system was used; in group 2 the ED Primer/Panavia 21 system, and in group 3 RelyX Unicem cement was used. All the cements and adhesive systems were used in accordance with the manufacturers' instructions. Afterwards, the roots were sectioned in a cutting machine under irrigation, into three portions corresponding to the cervical, middle and apical thirds of the root canal region prepared for the post. The specimens were submitted to the pushout test in a universal test machine at a speed of 0.5 mm/min and the maximum bond strength values were recorded and submitted to statistical analysis ( $p < 0.05$ ). Analysis of variance (ANOVA) showed statistically significant difference between the cervical, middle and apical thirds only for the Panavia 21 cement group, in which the apical third presented a lower mean bond strength value than the cervical and middle thirds (the Tukey's test). When the bond strength in each region of the root was compared to assess the cementing materials, the analysis of variance (ANOVA) showed statistically significant different for the three regions of the canal. For the middle and apical thirds, the Panavia 21 cement presented significantly lower mean bond strength than the Single Bond 2/RelyX ARC and RelyX Unicem cements, these being statistically equal between them. For the cervical third, RelyX Unicem cement presented higher bond strength values than the Panavia 21 cement and the Single Bond 2/RelyX ARC cement was statistically equal to the other two materials.

**Key Words:** Dentin. Resin Cements. Dentin-Bonding Agents. Shear Strength. Glass Fiber Posts.

## LISTA DE FIGURAS

1 - Pino Reforpost Fibra de Vidro n° 3 .....	55
2 - Sistema adesivo Single Bond 2 e cimento resinoso RelyX ARC .....	55
3 - Sistema adesivo ED Primer e cimento resinoso Panavia 21 .....	56
4 - Cápsula e embalagem do cimento resinoso RelyX Unicem .....	56
5 - Quadro de distribuição dos grupos experimentais, combinando-se os sistemas adesivos com os cimentos .....	58
6 - Desobstrução do conduto .....	59
7 - Broca de Largo n° 5 .....	59
8 - Cápsula do RelyX Unicem posicionada no aparelho ativador .....	62
9 - Cápsula do RelyX Unicem posicionada no aparelho aplicador .....	62
10 - Raiz unida ao bloco de resina com cera pegajosa, com o auxílio de delineador .....	63
11 - Seccionamento das raízes com disco diamantado em baixa rotação .....	64
12 - Aferição da espessura dos espécimes com paquímetro .....	64
13 - Espécime posicionado sobre suporte de aço e pino metálico pressionando o pino de fibra .....	64
14 - Representação esquemática do teste de “push-out”, adaptado de Bolhuis et al. (2004) .....	65
15 - Resistência de união do terço cervical do conduto radicular de acordo com os materiais de cimentação.....	70
16 - Resistência de união do terço médio do conduto radicular de acordo com os materiais de cimentação.....	71
17 - Resistência de união do terço apical do conduto radicular de acordo com os materiais de cimentação.....	71
18 - Resistência de união dos terços cervical, médio e apical para o RelyX ARC/Single Bond 2.....	72
19 - Resistência de união dos terços cervical, médio e apical para o Panavia 21/ED Primer.....	72
20 - Resistência de união dos terços cervical, médio e apical para o RelyX Unicem.....	73

## LISTA DE TABELAS

1 - Composição, classificação e fabricante do pino intra-radicular Reforpost Fibra de Vidro e dos sistemas de fixação utilizados.....	53
2 - Resultados da resistência de união média com seus respectivos desvio-padrão nos terços das raízes para todos os cimentos utilizados .....	66
3 - Análise de Variância (ANOVA) para comparação da resistência de união entre os terços (cervical, médio e apical), ao se utilizar o cimento Panavia 21/ED Primer.....	66
4 - Análise de Variância (ANOVA) para comparação da resistência de união entre os terços (cervical, médio e apical), ao se utilizar o cimento RelyX ARC/Single Bond 2.....	67
5 - Análise de Variância (ANOVA) para comparação da resistência de união entre os terços (cervical, médio e apical), ao se utilizar o cimento RelyX Unicem .....	67
6 - Comparação dos terços, ao se utilizar o cimento Panavia 21 .....	67
7 - Análise de Variância (ANOVA) para comparação da resistência de união medida no terço cervical entre os tipos de cimento testados .....	68
8 - Análise de Variância (ANOVA) para comparação da resistência de união medida no terço médio entre os tipos de cimento testados .....	68
9 - Análise de Variância (ANOVA) para comparação da resistência de união medida no terço apical entre os tipos de cimento testados .....	68
10 - Comparação dos resultados dos cimentos utilizados para o terço cervical .....	69
11 - Comparação dos resultados dos cimentos utilizados para o terço médio .....	69
12 - Comparação dos resultados dos cimentos utilizados para o terço apical .....	69

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1 Material .....</b>	<b>53</b>
<b>3.2 Seleção e preparo dos dentes .....</b>	<b>57</b>
<b>3.3 Tratamento endodôntico e desobstrução do conduto radicular .....</b>	<b>58</b>
<b>3.4 Preparo das superfícies dos pinos .....</b>	<b>59</b>
<b>3.5 Cimentação dos pinos de fibra do grupo 1 (cimento RelyX ARC e adesivo Single Bond 2) .....</b>	<b>60</b>
<b>3.6 Cimentação dos pinos de fibra do grupo 2 (cimento Panavia 21 e adesivo ED Primer) .....</b>	<b>60</b>
<b>3.7 Cimentação dos pinos de fibra do grupo 3 (cimento RelyX Unicem) .....</b>	<b>61</b>
<b>3.8 Seccionamento das raízes e teste de extrusão (“push-out”) .....</b>	<b>62</b>
<b>3.9 Cálculo da resistência de união e análise estatística .....</b>	<b>65</b>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>66</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>74</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>82</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>89</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A restauração de dentes tratados endodonticamente é um tópico extensivamente estudado e que permanece controverso em muitos aspectos (SCHWARTZ; ROBBINS, 2004). A principal modificação que ocorre em um dente após o tratamento endodôntico é a significativa perda de estrutura dental, causando enfraquecimento do dente e maior suscetibilidade à fratura (CONCEIÇÃO; CONCEIÇÃO; BRAZ, 2005; FUSAYAMA; MAEDA, 1969). Em dentes extensamente destruídos, muitas vezes é necessário se colocar um pino intra-radicular para reter a restauração coronária a ser realizada sobre o mesmo. Entretanto, além dos pinos não promoverem reforço do remanescente dental (PONTIUS; HUTTER, 2002), a utilização de pinos pré-fabricados metálicos ou cerâmicos e núcleos metálicos fundidos (NMF) provocam maior incidência de fraturas verticais na raiz (FUSS et al., 2001; PONTIUS; HUTTER, 2002). Portanto, a escolha dos materiais utilizados nas restaurações de dentes com tratamento endodôntico tem mudado do uso exclusivo de materiais muito rígidos (metal e cerâmica) para materiais com características mecânicas que mais se aproximam da dentina, como as resinas compostas e os pinos de fibra (BOSCHIAN PEST et al., 2002). Deste modo, uma unidade mecanicamente homogênea pode ser criada (BOSCHIAN PEST et al., 2002).

O aumento no uso de pinos de fibra decorre de dois fatores principais: primeiro, são pré-fabricados e por isso reduzem o tempo clínico; segundo, reduzem o risco de fratura radicular, uma vez que seu módulo de elasticidade é semelhante ao da dentina (BOSCHIAN PEST et al., 2002; CHEUNG, 2005; CONCEIÇÃO; CONCEIÇÃO; BRAZ, 2005; FERRARI; VICHI; GARCÍA-GODOY, 2000; FERRARI et al., 2000; GIACHETTI et al., 2004; LANZA et al., 2005). Adicionalmente, os pinos de fibra são livres de metal, não causando alergia e corrosão, como pode acontecer com a utilização de núcleos metálicos fundidos (CHEUNG, 2005). A presença de fibras nos pinos é uma vantagem porque estas distribuem a tensão em uma área de superfície maior, aumentando consideravelmente o limiar de carga no qual o material começa a mostrar microfraturas. Estes materiais apresentam também alta resistência ao impacto, boa resistência à flexão (MANNOCCHI; SHERRIFF; WATSON, 2001) e resistência à fadiga aumentada (BOSCHIAN PEST et al., 2002).

Os pinos de fibra podem ser classificados, quanto ao seu material de composição, em pinos de fibra de vidro, de carbono, de quartzo ou de

carbono/quartzo (CONCEIÇÃO; CONCEIÇÃO; BRAZ, 2005). Os pinos de fibra de carbono (Composipost) foram os primeiros a serem introduzidos no mercado, tendo sido desenvolvidos na França, em 1990 (FERRARI et al., 2000). Eles são compostos de fibras de carbono unidirecionais embebidas em uma matriz de resina epóxica (KURTZ et al., 2003; PERDIGÃO; GERALDELI; LEE, 2004) e induzem menor tensão sob carga, ocasionando menor incidência de fratura radicular do que os pinos metálicos de aço inoxidável (KURTZ et al., 2003). Os pinos de fibra de carbono, entretanto, por serem escuros, podem comprometer a aparência estética de restaurações em dentes anteriores (GIACHETTI et al., 2004). Por esse motivo, os pinos de fibra de vidro brancos e translúcidos foram introduzidos no mercado. Os pinos de fibra de vidro translúcidos deveriam permitir a transmissão da luz para dentro do canal radicular, aumentando o grau de conversão dos cimentos resinosos duais, com a conseqüente melhoria de suas propriedades mecânicas. De acordo com Giachetti et al. (2004), porém, a habilidade de transmitir a luz por meio do pino ainda teria que ser confirmada. Estes pinos estéticos foram também desenvolvidos para maximizar os efeitos ópticos das restaurações estéticas abaixo das coroas de cerâmica pura (KURTZ et al., 2003).

O uso de sistemas adesivos para a cimentação destes pinos tem aumentado e cimentos resinosos têm sido propostos para uso em associação com uma técnica adesiva (BELL et al., 2005; FERRARI; VICHI; GRANDINI, 2001). A razão para se usar cimentos adesivos está baseada na idéia de que o seu uso reforçará o dente e ajudará a reter o pino e a restauração, além de possuírem menor solubilidade do que os cimentos convencionais (BOUILLAGUET et al., 2003; PONTIUS; HUTTER, 2002). Os cimentos resinosos possuem a vantagem de apresentarem módulo de elasticidade semelhante ao da dentina (BOSCHIAN PEST et al., 2002; CONCEIÇÃO; CONCEIÇÃO; BRAZ, 2005) e uma resistência de união ao pino e à dentina maior do que o cimento de fosfato de zinco (BOLHUIS et al., 2004; CHEYLAN; GONTHIER; DEGRANGE, 2002; ROSIN et al., 2000; SEN; POYRAZOGLU; TUNCELLI, 2004). Adicionalmente, o selamento endodôntico de um cimento resinoso utilizado para cimentar um pino é melhor do que o encontrado com um cimento de fosfato de zinco (MANOCCI; FERRARI; WATSON, 2001).

O cimento e o sistema adesivo empregados são dois dos principais fatores para o sucesso do tratamento com pinos intra-radulares (VARELA et al., 2003). Diferentes tipos de sistemas adesivos podem ser usados em associação com

um número de cimentos resinosos diferentes. Estes materiais podem ser polimerizados quimicamente, por luz, ou por uma associação dos dois métodos (dual) (BOUILLAGUET et al., 2003). Quando se usa cimentos resinosos para a fixação de pinos endodônticos, alguns fatores podem interferir na resistência adesiva à dentina, como: visualização, acesso e limpeza do canal; aplicação e fotoativação do adesivo e cimento; controle da umidade (BOUILLAGUET et al., 2003; CARVALHO et al., 2004); adaptação não uniforme do material de cimentação e/ou sua polimerização incompleta (GORACCI et al., 2004). Talvez por estes motivos, alguns autores não indicam a utilização de cimentos resinosos em canais radiculares (CARVALHO et al., 2004; GASTON et al., 2001).

Por causa da dificuldade encontrada durante a cimentação dos pinos de fibra no canal radicular, foi lançado recentemente no mercado um cimento resinoso denominado de auto-adesivo, o RelyX Unicem. Este material não necessita de condicionamento ácido e aplicação de sistema adesivo antes de sua utilização, o que, teoricamente, evita os inconvenientes causados quando do uso destes produtos no interior do canal. Além dos dados fornecidos pelo fabricante, entretanto, pouca informação está disponível sobre a eficácia deste novo material para a cimentação de pinos de fibra à dentina intra-radicular (GORACCI et al., 2005c).

Frente às dúvidas a respeito de qual o melhor material a ser utilizado para a fixação de pinos de fibra de vidro, é de grande relevância clínica avaliar as resistências de união destes pinos cimentados à dentina intra-radicular com cimentos resinosos de características diferentes. Diante do exposto, os objetivos deste estudo *in vitro* foram: 1) avaliar a resistência de união da interface adesiva de pinos de fibra de vidro, fixados com três sistemas de cimentação, com a dentina radicular; 2) comparar as possíveis diferenças de resistência de união da interface adesiva dos pinos de fibra de vidro com a dentina radicular, para cada sistema de cimentação, em três diferentes regiões da raiz.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Fusayama e Maeda (1969) verificaram o efeito da remoção da polpa na dureza da dentina. Para tanto, utilizaram 40 caninos em dez cães adultos para estudar o problema. As polpas foram removidas de 20 dentes do lado direito e os 20 do lado esquerdo foram deixados intactos como controle. Doze dos 20 canais foram obturados com cones de guta-percha e cimento de óxido de zinco e eugenol e foram selados com amálgama. Os outros oito canais foram deixados abertos. Os cães foram sacrificados após quatro, seis ou nove meses. Para a determinação da dureza Knoop da dentina, foram utilizados 18 pares de dentes, os outros dois pares foram omitidos por fratura nos dentes com tratamento endodôntico. Os resultados mostraram que tanto a dureza quanto a espessura da dentina dos dentes tratados endodonticamente foram geralmente menores do que aquelas dos dentes vitais. Este fato pareceu indicar que a remoção da polpa parou o crescimento e maturação da dentina. A diferença na dureza da dentina entre dentes tratados e não tratados foi observada principalmente nas porções coronárias de dentes jovens. A dureza da dentina de dentes tratados endodonticamente seria definitivamente menor do que em dentes vitais. A razão para tal diferença estaria no impedimento do crescimento e maturação da dentina em vez do enfraquecimento resultante da remoção da polpa. Em dentes vitais, a dentina continuaria a crescer e maturar. Portanto, a remoção da polpa seria particularmente significativa em dentes jovens.

Roydhouse (1970) foi o primeiro autor a utilizar o teste de “push-out” em Odontologia. Nesta época, este ensaio mecânico era denominado de “punch-shear test” e consistia em forçar um pino metálico contra um disco do material a ser testado contra uma matriz perfurada. Neste estudo, um pino metálico de diâmetro determinado foi forçado a perfurar um disco ou placa de um dos materiais que foram avaliados (amálgama, ouro, cera, metacrilato de metila, folhas de alumínio, entre outros). O autor concluiu que o “punch-shear test”, apesar de não satisfatório para propósitos teóricos, era um ensaio mecânico versátil e que permitiu a comparação de materiais odontológicos restauradores e de tecidos dentais.

Uma análise com elemento finito do teste de “push-out” foi realizada por Dhert et al. (1992). Nesse estudo, os autores analisaram a influência das condições de teste nos resultados do teste de “push-out” utilizado para a avaliação da resistência da interface osso/implante. Foi avaliada a influência de quatro

parâmetros na distribuição da tensão nesta interface: a) o espaço livre do orifício no dispositivo de suporte; b) o módulo de Young do implante; c) a espessura da cortical óssea; e d) o diâmetro do implante. Os resultados da análise mostraram que o espaço livre do orifício no dispositivo de suporte e o módulo de Young do implante seriam os parâmetros que mais fortemente influenciariam a distribuição da tensão na interface osso/implante. O primeiro seria o mais crítico dos parâmetros avaliados, porém o mais fácil de ser controlado. Os autores recomendaram que o espaço livre entre o orifício do implante e o orifício do suporte fosse de pelo menos 0,7 mm e que os resultados a um teste de “push-out” somente poderiam ser comparados quando os materiais possuíssem o mesmo módulo de Young.

Watanabe e Nakabayashi (1994), em uma revisão sobre os métodos empregados no Japão para medir-se a adesão de materiais à dentina, encontraram o teste de “push-out” como um dos ensaios mecânicos menos empregados. Ele foi utilizado somente em um trabalho de pesquisa, sendo que o teste de tração convencional e o teste de cisalhamento ainda eram os mais aplicados. Este método seria mais susceptível aos efeitos da contração de polimerização do que o teste de cisalhamento convencional e seria mais difícil medir-se a verdadeira resistência adesiva. Poderia ser, todavia, útil para a avaliação da resistência adesiva de materiais restauradores poliméricos em cavidades dentais. Os autores observaram que o “push-out” deveria ser mais utilizado para que se pudesse observar suas reais indicações e vantagens com relação aos outros testes.

Patierno et al. (1996) foram os primeiros a utilizar o teste de extrusão ou “push-out” para avaliar a adesão de materiais resinosos à dentina do canal radicular. A resistência adesiva de uma resina composta (Herculite XRV) utilizada com um sistema adesivo dual à dentina cervical bovina foi avaliada, utilizando-se dois métodos de polimerização (direta e indireta). Quarenta e oito incisivos bovinos foram selecionados e seccionados transversalmente na junção cimento-esmalte e 5 mm apical à junção cimento-esmalte, produzindo um espécime de raiz cervical. Após esse procedimento, os espécimes foram reduzidos com discos abrasivos até ficarem com uma espessura de 4 mm. Uma cavidade com formato cônico foi realizada no centro de cada espécime e estes foram divididos em dois grupos de 24 unidades, sendo que quatro espécimes de cada grupo foram reservados para análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Todas as amostras foram tratadas com um sistema adesivo (“primer” e adesivo dual) e então restauradas com uma técnica

direta ou indireta, esta última utilizando-se de “inlays” de resina composta já polimerizada. Os espécimes foram colocados num suporte metálico sobre uma máquina de ensaio universal e o teste de “push-out” foi realizado até o deslocamento da resina de dentro da cavidade. Os resultados mostraram que o valor médio de resistência adesiva para a técnica indireta foi significativamente maior do que o mesmo valor para a técnica direta. A avaliação em MEV revelou que a técnica indireta demonstrou um aumento nos “tags” de resina em comprimento e densidade quando comparada com a técnica direta.

Drummond et al. (1996) compararam dois tipos de teste de cisalhamento (convencional e “push-out”) com relação ao efeito que teriam nos resultados da avaliação da interface dentina/adesivo. Mediante análise com elemento finito, verificaram que o teste de “push-out” forneceria melhor estimativa de resistência ao cisalhamento do que o teste de cisalhamento convencional, uma vez que o primeiro forçaria a fratura a ocorrer ao longo da interface dentina/adesivo. Isto faria com que ficasse limitado qualquer torque na interface dentina/resina e realmente pudesse ser medida a resistência ao cisalhamento. Este teste, porém, seria mais susceptível a problemas de alinhamento e necessitaria de mais tempo no preparo dos espécimes.

Em 1998, foi publicado um estudo laboratorial realizado por Love e Purton para comparar a retenção de um pino pré-fabricado de aço inoxidável (Para-post) cimentado no canal radicular com cimento de ionômero de vidro (Ketac-Cem), dois cimentos resinosos (Scotchbond Resin Cement e Panavia 21) ou dois cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (Vitremer e Fuji DUET). Cinquenta dentes unirradiculares tiveram suas coroas removidas, foram tratados endodonticamente e depois fixados em blocos de resina acrílica. Preparos para os pinos foram realizados em uma profundidade de 10 mm com brocas fornecidas pelo fabricante do Para-post. Os pinos foram cimentados (n = 10) com um dos cinco cimentos a serem avaliados e submetidos a um teste de tração com velocidade de cinco mm/min. Os resultados mostraram que os pinos cimentados com o Scotchbond Resin Cement foram estatisticamente melhores do que aqueles cimentados com o Panavia 21 ou com os cimentos Vitremer e Fuji DUET, mas não foram melhores do que os pinos cimentados com o Ketac-Cem. A retenção dos pinos cimentados com o Panavia 21 ou Ketac-Cem foram significativamente melhores do que com os cimentos híbridos (Vitremer e Fuji DUET). Não houve diferença estatística na retenção entre os cimentos híbridos. Os autores concluíram que os cimentos de ionômero de vidro

modificados por resina (Fuji DUET e Vitremer) não deveriam ser recomendados para uso na cimentação de pinos no canal radicular.

Um estudo clínico realizado por Ferrari et al. (2000) teve como principal objetivo avaliar o desempenho clínico e radiográfico dos pinos Composipost (C-Post), Aestheti Post e Aestheti Plus Post após um período de uso clínico variando de um a seis meses. Em seis anos, 1.304 pinos foram cimentados a dentes tratados endodonticamente por três dentistas. Destes pinos, foram usados 840 C-Posts, 215 Aestheti Posts e 249 Aestheti Plus Post. Foram utilizadas as seguintes associações de materiais de cimentação: All Bond 2 e One-Step com o cimento resinoso C&B; Scotchbond Multipurpose Plus como cimento Opal; e Single-Bond como o cimento Rely X ARC. As coroas realizadas sobre os pinos foram metalo-cerâmicas (52%), cerâmicas puras (38%) e de resina composta (10%). Os pacientes foram chamados para controle a cada seis meses e exames clínicos e radiográficos foram realizados nestas consultas. Os observadores durante os exames clínicos não eram cegos com relação ao material, uma vez que isso não era possível. Os resultados endodônticos e protéticos foram registrados. As análises estatísticas foram realizadas com um nível de confiança de 95%. A média de falha dos pinos foi de 3,2% e ocorreu por duas razões: 25 pinos descolaram durante a remoção das restaurações provisórias e 16 dentes mostraram lesões periapicais durante o exame radiográfico. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os quatro grupos avaliados. Os autores afirmaram que conclusões finais sobre o uso de pinos de fibra dependeriam dos resultados de estudos prospectivos em andamento em multicentros.

Em um estudo clínico retrospectivo, realizado por Ferrari, Vichi e García-Godoy (2000), foi avaliado o resultado do tratamento com núcleos metálicos fundidos (NMF) e um pino de fibra de carbono (Composipost ou C-Post) após quatro anos de observação clínica. Duzentos pacientes foram incluídos no estudo. Estes foram divididos em dois grupos de 100 dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos. No Grupo 1, C-Posts foram cimentados no canal radicular de acordo com as instruções do fabricante. No Grupo 2, núcleos metálicos fundidos foram cimentados no canal com fosfato de zinco. Os pacientes foram chamados para controle a cada seis meses, um, dois e quatro anos e exames clínicos e radiográficos foram realizados nestas consultas. Os resultados endodônticos e protéticos foram registrados. Os resultados encontrados no Grupo 1 foram: 95% dos dentes restaurados com C-Posts demonstraram sucesso clínico; 3% das amostras

foram excluídas por ausência dos pacientes nos retornos e 2% mostraram falha do tratamento endodôntico. No Grupo 2: sucesso clínico foi encontrado em 84% dos dentes restaurados com núcleos metálicos fundidos. 2% dos pacientes foram excluídos das amostras por ausência nos retornos, 9% exibiram fratura radicular, 2% deslocamento da coroa e 3% falha endodôntica. A análise estatística demonstrou diferenças significantes entre os grupos 1 e 2. Os resultados indicaram que o sistema Compositopost foi superior ao sistema de núcleos metálicos fundidos após quatro anos de observação clínica.

A retenção de um pino no canal é crítica para a longevidade e sucesso de uma restauração coronária retida a pino, de acordo com Rosin et al. (2000). Esses autores examinaram o efeito de vários tipos de cimentos na retenção de pinos pré-fabricados de titânio. Foram utilizados dentes humanos permanentes unirradiculares e primeiros molares superiores permanentes (somente a raiz palatina). O pino usado foi o rosqueável metálico (Perma-tex activ). As larguras dos canais tinham que ser pequenas o suficiente para permitir que instrumentos calibrados fizessem orifícios circulares perfeitos. Foram usadas 120 raízes divididas em quatro grupos de acordo com o cimento usado para cimentar o pino: Harvard (cimento de fosfato de zinco); Ketac-Cem (cimento de ionômero de vidro); Dyract Cem (compômero); e Compolute (cimento resinoso dual). Os grupos de cimentos foram subdivididos em três grupos (n = 10) de acordo com o tipo de tratamento empregado: armazenagem em água (grupo 1), armazenagem em água e termociclagem (grupo 2) e armazenagem em água, termociclagem e tensão mecânica (grupo 3). Os resultados mostraram que o valor de retenção absoluta do Dyract Cem foi tão alto quanto o do Compolute, os quais foram significativamente mais retentivos que o Ketac Cem e o Harvard. O Compolute foi o único cimento que não foi sensível à associação de termociclagem e tensão mecânica. A associação de tensão mecânica e termociclagem causou um aumento na retenção do Ketac Cem. Após termociclagem e tensão mecânica, o Harvard foi o menos retentivo dos cimentos. Os autores concluíram que sistemas de cimentação alternativos ao fosfato de zinco deveriam ser seriamente considerados para o uso clínico.

Ferrari e Mannocci (2000) apresentaram um caso clínico no qual um pino de fibra de carbono foi cimentado no canal radicular com um sistema adesivo convencional de frasco único (One-step) em associação com o seu respectivo cimento resinoso (C&B). O pino de fibra foi cimentado clinicamente em uma raiz

fraturada, extraída uma semana depois deste procedimento. Utilizando-se um microscópio eletrônico de varredura, uma metade da raiz seccionada longitudinalmente foi utilizada para observar a formação da camada híbrida e a outra metade foi utilizada para a análise da formação de “tags” de resina. Os resultados desse estudo demonstraram que um sistema adesivo convencional de frasco único poderia infiltrar na dentina intra-radicular condicionada com ácido fosfórico, formando uma camada híbrida de 3 a 5  $\mu\text{m}$  de espessura e “tags” de resina com 10 a 20  $\mu\text{m}$  de extensão com distribuição homogênea. Os autores concluíram que o adesivo utilizado poderia criar uma imbricação mecânica com a dentina condicionada sob condições clínicas.

Ferrari, Vichi e Grandini (2001) avaliaram a influência de quatro procedimentos adesivos, utilizados para a cimentação de pinos de fibra, na formação de “tags” de resina, ramificações laterais e da camada híbrida. Quarenta dentes anteriores receberam tratamento endodôntico para a realização deste estudo. As amostras foram aleatoriamente divididas em quatro grupos de dez dentes cada um. Os pinos de fibra foram cimentados no canal radicular com uma de quatro diferentes associações de sistema adesivo, cimento resinoso, modo de polimerização do adesivo e pincel de aplicação. No grupo 1, o adesivo One Step foi aplicado com um pincel fornecido pelo fabricante e fotopolimerizado antes da cimentação do pino com o cimento resinoso Dual Link. No grupo 2, o adesivo One Step foi aplicado com um “microbrush” fino e fotopolimerizado antes da cimentação do pino com o cimento resinoso Dual Link. No grupo 3, o adesivo One Step foi aplicado com um pincel fornecido pelo fabricante, porém não foi fotopolimerizado antes da cimentação do pino com o cimento resinoso Dual Link. No grupo 4, o adesivo All Bond 2 e o cimento resinoso C&B foram utilizados de acordo com as instruções do fabricante e serviram como controle. Após uma semana, as raízes foram seccionadas paralelas ao longo eixo do dente utilizando-se um disco diamantado em baixa rotação, sob irrigação, e processadas para análise em MEV. Os resultados mostraram que o grupo 2 apresentou uma percentagem de camada híbrida maior do que os grupos 1, 3 e 4. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos no terço coronário da raiz com relação à formação de “tags” de resina. Nos terços médio e apical, entretanto, o grupo 2 apresentou significativamente mais “tags” de resina do que os outros grupo avaliados. Os autores concluíram que um “microbrush” poderia ser utilizado clinicamente para a cimentação de pinos de fibra no canal radicular, pois a

sua utilização criaria uma adesão uniforme entre a dentina e o sistema adesivo ao longo das paredes do canal.

O estudo *in vitro* de Abramovitz et al. (2001) avaliou as mudanças de comportamento do selamento coronário de canais radiculares tratados endodonticamente antes e após a remoção parcial do material obturador. Trinta dentes humanos unirradiculares receberam tratamento endodôntico e a infiltração coronária foi medida, por intermédio da metodologia de transporte fluido, antes do preparo do conduto para receber o pino. Em dez destes dentes, o preparo dos canais foi realizado, deixando-se primeiramente um remanescente de material obturador de 6 mm e depois de 3 mm, com a infiltração sendo avaliada após cada um destes passos. Em dez dentes, a remoção de guta-percha foi realizada em um só passo, deixando-se 3 mm de material obturador no ápice. Os outros dez dentes, sem nenhuma remoção de material obturador, serviram como controle. Os resultados demonstraram uma diferença estatisticamente significativa com relação à infiltração entre os canais intactos e os que tiveram parte do material obturador removido. A diferença na capacidade de promover selamento coronário entre os espécimes com 3 e 6 mm de remanescente de material obturador não foi estatisticamente significativa. A ausência da diferença estatística entre o grupo com 3 mm de material obturador e o com 6 mm decorreu da grande variabilidade entre os espécimes com 3 mm de guta-percha no final da obturação endodôntica. Os resultados sugeriram que os grupos com remanescentes de obturação com 3 e 6 mm promoveram um selamento inferior ao grupo que apresentou as raízes intactas. Concluiu-se nesse estudo que uma obturação endodôntica com menos de 3 mm de material obturador no ápice resulta em um selamento coronário imprevisível.

Os objetivos da pesquisa laboratorial publicada por Boone et al. (2001) foram: (a) avaliar os efeitos da cimentação de pinos com um cimento resinoso imediatamente ou após um período da realização da obturação endodôntica; e (b) avaliar o efeito da remoção mecânica da dentina contaminada durante o preparo para colocação do pino na retenção dos pinos cimentados. Foram utilizados 120 caninos humanos, divididos em oito grupos experimentais. As variáveis avaliadas foram: o efeito do cimento endodôntico (AH26 - à base de eugenol ou Roth's 801 - à base de resina epóxica, sem eugenol); o tempo de cimentação/preparo do pino (imediate ou após sete dias) e a seqüência da obturação endodôntica (obturação antes do preparo para o pino ou depois do preparo). A medida utilizada no estudo foi

a força de tração máxima para deslocar um pino de aço inoxidável cimentado com um cimento resinoso (Panavia 21) nas raízes preparadas. Os resultados mostraram que houve aumento significativo na retenção quando o preparo para o pino foi realizado após a obturação endodôntica, quando comparado com os preparos realizados antes da obturação. Esses achados levaram os autores a especular que a remoção mecânica da dentina impregnada pelo cimento endodôntico das paredes do canal, durante o preparo do espaço para o pino, seria um passo crítico para se conseguir uma retenção ótima do pino com um cimento resinoso. Não houve diferença estatisticamente significativa com relação à retenção dos pinos quando foi utilizado o cimento endodôntico com eugenol ou sem eugenol. Também não houve diferença significativa nos valores de retenção dos pinos quando estes foram cimentados logo após a obturação dos canais e quando foi esperada a presa completa do cimento endodôntico (sete dias). Os autores sugeriram que não existiria contra-indicação na cimentação de pinos pré-fabricados de aço logo após a obturação dos canais com guta-percha e AH26 ou Roth's 801 Elite.

As fraturas verticais de dentes tratados endodonticamente são complicações frustrantes que levam à extração, de acordo com Fuss et al. (2001). O objetivo de seu estudo foi avaliar o papel dos procedimentos odontológicos na etiologia dessa complicação. Foram avaliados 154 dentes tratados endodonticamente e com fratura radicular vertical. Radiografias periapicais tiradas antes da extração, achados clínicos e procedimentos operatórios prévios foram registrados. A presença de um pino foi observada em 95 dentes (61,7%), com 66 destes pinos terminando no terço coronário da raiz. A maioria era de pinos rosqueáveis do tipo Dentatus (n = 64) e núcleos metálicos fundidos cônicos (n = 14). Uma coroa total foi observada em 118 dentes e 65 destes (55%) foram extraídos entre um a cinco anos após a finalização da coroa. Em 24 dentes, a extração ocorreu menos de um ano após a cimentação da coroa e em 28 dentes, após um período de cinco anos. Os autores concluíram que o deslocamento do pino e o tratamento endodôntico seriam os maiores fatores etiológicos das fraturas radiculares, porque os sinais e sintomas poderiam aparecer anos após a realização do procedimento na raiz e as restaurações coronárias não iriam interferir no correto diagnóstico clínico das fraturas verticais radiculares. Foi recomendado ainda que os retornos periódicos deveriam ser realizados para um diagnóstico precoce das

fraturas radiculares, especialmente em dentes susceptíveis, como pré-molares e raízes mesiais de molares inferiores.

Mannocci, Sherriff e Watson (2001) realizaram um teste de flexão em três pontos em cinco diferentes tipos de pinos de fibra: Composipost (fibra de carbono); AesthetiPlus (fibra de quartzo); Carbotech (fibra de carbono); Ligth Post (fibra de vidro); e Snowpost (fibra de sílica). Os testes foram realizados após armazenamento dos pinos por um ano em três condições diferentes: armazenagem a seco em temperatura ambiente; em água a 37°C e em dentes bovinos com tratamento endodôntico realizado e restaurados com resina composta. Os dentes foram observados antes e durante os testes por microscopia confocal. Mais espaços vazios foram encontrados dentro do pino Composipost do que nos outros pinos. Os pinos de todos os grupos que estavam armazenados em água exibiram menores valores de resistência flexural do que os pinos mantidos secos. Em todos os meios de armazenamento, os pinos Carbotech mostraram maiores valores de resistência flexural do que os pinos Composipost e Snowpost e os pinos Aestheti-Plus exibiram maiores valores de resistência do que os pinos Snowpost. Os pinos armazenados em dentes bovinos mostraram resistência flexural parecida com a resistência dos pinos mantidos secos. Os autores concluíram que os pinos de fibra não devem ser mantidos em contato com os fluidos orais e que, durante um ano de armazenagem em dentes bovinos, estes pinos foram suficientemente protegidos deste contato pela obturação endodôntica apical e pela restauração de resina composta na parte coronária do dente.

Manocci, Ferrari e Watson (2001) avaliaram, por microscopia, a microinfiltração de dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos de fibra e núcleos coronários de resina composta. 72 pré-molares inferiores foram tratados endodonticamente e divididos em seis grupos de 12 dentes cada qual. Os grupos 2, 4 e 6 foram obturados com guta-percha e um cimento endodôntico contendo eugenol (Pulp Canal Sealer) e restaurados temporariamente com um cimento contendo eugenol (IRM). Os grupos 1, 3 e 5 foram obturados com guta-percha e um cimento livre de eugenol (AH 26) e restaurados temporariamente com uma resina composta (Z100) sem nenhum procedimento adesivo. Essas restaurações temporárias foram removidas após uma semana de armazenagem em solução salina. Os preparos para os pinos foram realizados nos canais com brocas recomendadas pelos fabricantes. Nos grupos 1, 2 e 6, foram utilizados pinos de fibra

de quartzo (RTD) e nos grupos 3, 4 e 5 foram utilizados pinos de fibra de carbono (Tech 2000). Os pinos dos grupos 1 e 2 foram cimentados com o adesivo All Bond 2 + cimento resinoso C&B e um núcleo coronário de resina (Bis Core) foi construído sobre eles. Os pinos dos grupos 3 e 4 foram cimentados com o adesivo ED Primer + cimento resinoso Panavia 21 e o núcleo coronário foi construído com a resina Clearfil Photocore. Nos dentes do grupo 5, o adesivo ED Primer foi utilizado com o cimento Panavia F. Os pinos do grupo 6 foram cimentados com fosfato de zinco e o núcleo coronário foi construído com a resina Bis Core sem adesivo. Os dentes foram submetidos à carga intermitente de 2 ciclos por segundo em meio úmido e depois 300.000 ciclos imersos em corante Rodamina B, por 48 horas. Um microscópio confocal foi usado para observar a infiltração nos dentes. Dois dentes de cada grupo não foram submetidos às cargas e foram apresentados como controle. Os resultados mostraram que em todos os grupos onde os pinos foram cimentados com cimentos resinosos houve menos microinfiltração do que no grupo onde os pinos foram cimentados com cimento de fosfato de zinco. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos que utilizaram materiais à base de eugenol e os que não utilizaram estes materiais. Os dentes restaurados com o sistema All Bond II + cimento resinoso C&B infiltraram significativamente menos do que aqueles restaurados com os sistemas ED Primer + Panavia F ou Panavia 21.

O objetivo do estudo realizado por Gaston et al. (2001) foi medir, mediante um teste de microtração, as resistências adesivas por região (1/3 apical, médio e cervical) de cimentos resinosos cimentados à dentina intra-radicular humana. Vinte dentes (caninos unirradiculares) foram preparados para a pesquisa mediante a remoção de suas coroas na altura da junção cimento-esmalte. Os condutos foram preparados para a fixação de pinos com brocas Gates-Glidden de número 1 a 6. As raízes foram lixadas em suas faces mesiais ou distais para que ficassem planas e fosse possível o acesso a todo o comprimento do canal radicular. As raízes foram divididas em dois grupos (n = 10) e os dois cimentos testados (Panavia 21 e C&B Metabond) foram aplicados ao canal radicular, mas sem a cimentação de pinos. Após 48 horas de armazenagem em água, os espécimes foram seccionados em palitos de 1 x 1 x 8 mm e submetidos ao teste de microtração em uma máquina de ensaio universal. Os dados obtidos no estudo indicaram que ambos os cimentos resinosos (Panavia 21 e C&B Metabond) produziram altas resistências adesivas (12-23 MPa) e que a resistência adesiva do 1/3 apical da raiz

foi significativamente mais alta do que as resistências adesivas encontradas nos terços médio e cervical, para qualquer um dos cimentos avaliados. Os autores concluíram que a metodologia utilizada nesse estudo seria promissora para a avaliação da resistência adesiva no interior do canal radicular.

Vichi, Grandini e Ferrari (2002) avaliaram a influência de dois tipos de pincéis utilizados para levar a solução de “primer”/adesivo ao canal radicular, durante a cimentação de pinos endodônticos, na formação de “tags” de resina e camada híbrida. Vinte dentes unirradiculares tratados endodonticamente foram utilizados neste estudo. As amostras foram aleatoriamente divididas em dois grupos de dez dentes cada. No grupo 1, os pinos de fibra translúcidos foram cimentados no canal radicular com um “microbrush”, o adesivo Single Bond e o cimento resinoso RelyX ARC. No grupo 2, os pinos foram cimentados com pincéis pequenos de plástico, o adesivo Single Bond e o cimento RelyX ARC. O sistema adesivo e o cimento resinoso foram utilizados seguindo-se as recomendações dos fabricantes, com o adesivo sendo fotopolimerizado antes da aplicação do cimento. Após a cimentação dos pinos, as raízes foram seccionadas longitudinalmente e processadas para a avaliação em MEV. Os resultados mostraram que o adesivo utilizado apresentou a formação de uma camada híbrida, de “tags” de resina e de extensões laterais de adesivo. A análise em MEV revelou que o grupo 1 exibiu maior percentagem de camada híbrida do que o grupo 2. Nas amostras do grupo 1, a morfologia da camada híbrida foi bem detectada e uniforme nos três terços do canal radicular. No grupo 2, a camada híbrida não foi visível no terço apical. O grupo 1 mostrou maior número de “tags” de resina do que o grupo 2 somente no terço apical da raiz. No terço apical das raízes do grupo 2, os “tags” de resina exibiram uma morfologia menos uniforme e com menores comprimentos do que aqueles observados nos outros dois terços da raiz.

Investigar qual o efeito que três diferentes cimentos endodônticos (Kerr's Pulp Canal Sealer - cimento à base de eugenol, AH26 - cimento à base de resina epóxica e Sealapex - cimento à base de hidróxido de cálcio) possuem na retenção de pinos endodônticos (Parapost) cimentados com um cimento resinoso (Panavia 21) no canal radicular foi o objetivo do estudo *in vitro* de Hagge, Wong e Lindemuth (2002). Foram utilizados 64 dentes humanos unirradiculares, divididos em 16 amostras para cada grupo. Os dentes tiveram suas coroas removidas na junção cimento-esmalte e os canais foram tratados com um dos cimentos citados

anteriormente. Em um dos grupos, o tratamento endodôntico não foi realizado e serviu como controle. Os autores utilizaram uma broca do tipo Gates-Glidden número 6 para preparar o canal para um pino número 5 do Parapost. Todos os espécimes foram submetidos ao teste de tração, no qual os pinos foram removidos de suas raízes por uma garra montada em uma máquina de ensaio universal. Os autores concluíram que os cimentos endodônticos formulados com eugenol, resina e hidróxido de cálcio não tiveram influência estatisticamente significativa nos valores de resistência adesiva média de pinos endodônticos passivos cimentados ao canal radicular com um cimento resinoso.

A proposição da investigação de Pontius e Hutter (2002) foi comparar a taxa de sobrevivência e a resistência à fratura de incisivos centrais superiores tratados endodonticamente e restaurados com diferentes sistemas de confecção de núcleo. Os sistemas de pinos investigados foram: um pino pré-fabricado metálico de liga nobre com um núcleo coronário fundido (grupo A); um pino de zircônia com um núcleo coronário pré-fabricado de cerâmica (grupo B); e um pino experimental de resina com um núcleo coronário pré-fabricado de cerâmica (grupo C). Foram confeccionados ainda “copings” de cerâmica pura (Procera) cimentados aos núcleos com Panavia 21 TC (somente para os grupos A, B e C). No grupo sem reforço corono-radicular (grupo D), a cavidade de acesso endodôntico foi fechada com uma resina composta fotopolimerizável. Cada espécime foi submetido a uma carga intermitente e termociclado antes dos testes finais de resistência à fratura. As taxas de sobrevivência após 1.200.000 de ciclos foram de 90% (grupo A); 80% (grupo B); 60% (grupo C) e 100% (grupo D). Foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre todos os grupos, com exceção dos grupos A e B, quando a falha durante a carga cíclica foi incluída. As amostras com núcleos metálicos fundidos demonstraram mais fraturas verticais na raiz. Os espécimes do grupo D demonstraram maior resistência à fratura do que os espécimes de todos outros grupos. Os autores concluíram que a preservação de estrutura dental interna e externa seria de extrema importância quando da restauração de dentes tratados endodonticamente.

Cheyland, Gonthier e Degrange (2002) realizaram um estudo *in vitro* com o objetivo de comparar a resistência de união, por meio do teste de “push-out”, de cimentos de ionômero de vidro modificados por resina a cimentos convencionais e cimentos adesivos. Foram utilizados noventa terceiros molares hígidos. Os dentes

foram seccionados, perpendicularmente ao longo eixo do dente, em uma máquina de corte com disco diamantado de 0,3 mm de espessura, em secções de 2,2 mm de altura. Em todos os discos de dentina foram confeccionadas cavidades cônicas com uma ponta diamantada, onde posteriormente ocorreu a cimentação de “inlays” de Ni-Cr com os diferentes cimentos a serem avaliados: Zinc Cement Improved, Durelon Maxicap, Fuji I, Fuji PLUS, Dyract Cem, Panavia 21, Super-Bond C&B. Uma máquina de teste universal foi usada para aplicar uma carga por meio de um pino de aço perpendicular à superfície do “inlay”, a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados mostraram que os maiores valores de resistência adesiva ocorreram com o cimento resinoso à base de 4-META (Super-Bond C&B) após a aplicação de monômero ativador. Os menores valores foram obtidos com os cimentos de fosfato de zinco (Zinc Cement Improved) e poliacrilato de zinco (Durelon Maxicap). O cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji PLUS) e o compômero ou resina composta modificada por poliácidos (Dyract Cem) apresentaram resistências ao “push-out” semelhantes aos cimentos resinosos (Super-Bond C&B e Panavia 21).

Boschian Pest et al. (2002) avaliaram a união entre a dentina radicular e materiais resinosos e entre pinos de fibra e materiais resinosos pelo teste de “push-out”. Foram selecionados 50 dentes humanos unirradiculares, onde as coroas foram removidas na junção cimento-esmalte por um disco diamantado em baixa velocidade. Os dentes foram tratados endodonticamente por intermédio de instrumentação mecânica e uso de soluções irrigadoras (NaOCl a 5% e EDTA a 17%) e obturados com guta-percha e cimento endodôntico (Pulp Canal Sealer ET). Os primeiros 8 mm do canal foram desobstruídos com uma broca cilíndrica e os cimentos resinosos foram inseridos no espaço preparado com uma ponta metálica descartável. As raízes foram então seccionadas transversalmente e quatro secções de 2 mm de espessura foram obtidas para cada dente. Outro teste foi realizado para avaliar a união entre pinos de fibra e diferentes materiais de cimentação. 60 suportes plásticos de 3 mm de espessura foram utilizados para fixar os pinos com materiais resinosos. Foram realizados testes de “push-out” e os resultados mostraram que todas as amostras obtiveram altos valores de resistência adesiva (entre 26 e 30 MPa) para os testes entre pino e resina composta ou cimento resinoso, embora os valores obtidos com a associação do pino Tech 2000 ou Tech 21 com o cimento Panavia F ou Liner Bond 2V tenham sido estatisticamente maiores. Os autores concluíram que a técnica de fixação de pinos com resina composta é uma técnica

comparável e de alguma forma superior à técnica tradicional de fixação dos pinos com cimentos resinosos.

A proposição do estudo de Varela et al. (2003) foi analisar o efeito do tratamento com hipoclorito de sódio (NaOCl) a 10% na resistência à tração e união adesiva de variados protocolos de cimentação de pinos *in vitro*. As coroas de 120 dentes unirradiculares foram removidas com um disco diamantado sob irrigação e todos receberam tratamento endodôntico e obturação com guta-percha e Top Seal. 11 mm de guta-percha foram removidos e foram confeccionados os preparos para os pinos. Os espécimes foram divididos em dois grupos de 60 dentes. No grupo I, não foi realizado tratamento com NaOCl; no grupo II, foi realizado tratamento com NaOCl a 10% e lavagem do canal com água. Quatro diferentes protocolos de cimentação dos pinos foram propostos para cada grupo: Panavia 21 Ex sem adesivo; Panavia 21 Ex com o adesivo ED Primer; Dual Cement sem adesivo e Dual Cement com o adesivo ED Primer. Dos 15 dentes usados para cada tipo de cimentação, cinco espécimes foram utilizados para análise em MEV e os outros dez foram submetidos ao teste de tração em máquina de ensaio universal. Os resultados do estudo mostraram que: 1) o adesivo ED Primer aumentou a resistência adesiva dos cimentos resinosos; 2) não houve diferença estatística entre o Panavia 21 e o Dual Cement; 3) NaOCl associado com o Panavia 21 diminuiu a resistência adesiva e NaOCl combinado com o adesivo ED Primer aumentou a resistência adesiva; 4) o tratamento com NaOCl criou “tags” de resina sólidos e cilíndricos; 5) Os “tags” de resina aumentaram a resistência adesiva à tração. Baseados nos dados observados, os autores concluíram que o NaOCl com o adesivo ED Primer aumenta a resistência adesiva entre os cimentos resinosos e a dentina em dentes tratados endodonticamente.

Avaliar o efeito do cimento endodôntico, sistema adesivo e região da raiz na resistência adesiva ao “push-out” de três pinos estéticos foi o intuito do estudo laboratorial realizado por Kurtz et al. (2003). Vinte e quatro incisivos centrais e caninos superiores humanos, recém-extraídos, foram tratados endodonticamente e obturados utilizando-se guta-percha e dois diferentes cimentos endodônticos (Roth’s 801 e AH26). Após a desobstrução de 6 ou 9 mm do material obturador, os pinos (Cosmopost, Fibrekor ou Parapost Fiber White) foram fixados com um dos dois cimentos resinosos a serem testados. Foram obtidas para cada dente quatro secções de corte com 2 ou 3 mm de espessura, sendo uma delas acima da junção

cimento-esmalte e 3 abaixo. Após o seccionamento, realizado perpendicularmente ao longo eixo do dente em uma máquina de corte de precisão, o teste de “push-out” foi realizado. Os resultados mostraram que o tipo de pino afeta a resistência adesiva ao “push-out”, com os pinos cerâmicos (Cosmopost) apresentando valores de resistência adesiva significativamente menores do que os outros pinos. Houve significativa diferença na resistência adesiva da porção coronária do dente quando comparada com as três porções radiculares. O tipo de cimento endodôntico, entretanto, à base de eugenol (Roth’s 801) ou à base de resina (AH26), ou o tipo de sistema adesivo, condicionamento ácido total e fotopolimerizável (One Step) ou autocondicionante e autopolimerizável (Parapost Cement Conditioner), não tiveram influência sobre a resistência adesiva.

Em tese de doutorado, Cordeiro (2003) avaliou a resistência ao cisalhamento por extrusão (“push-out”) entre a dentina intra-radicular e pinos de fibra de vidro nas regiões cervical, média e apical de raízes, utilizando dois sistemas de cimentação adesiva. Foram selecionados 20 pré-molares inferiores unirradiculares hígidos e livres de trincas. As coroas destes dentes foram removidas na altura da junção cimento-esmalte. As polpas dentais foram removidas e os condutos preparados com uma broca largo nº 5, com 8 mm de penetração. As raízes foram divididas em 2 grupos de 10: Grupo 1 – pino fixado com adesivo ED Primer e cimento Panavia F; Grupo 2 – pino fixado com adesivo Single Bond e cimento RelyX. A porção mais apical das raízes foi seccionada até a altura em que a raiz apresentasse 8 mm de comprimento e posteriormente estas foram seccionadas transversalmente em três discos de 2,7 mm de espessura. Cada disco correspondia a uma porção do pino (cervical, média e apical). O teste de “push-out” foi realizado em uma máquina de ensaio universal, onde uma haste metálica produziu a carga para deslocar o pino. Os resultados mostraram que os valores médios de resistência não apresentaram diferenças estatísticas significantes no terço cervical da raiz entre os dois cimentos. Nas regiões média e apical, os valores médios do Grupo 2 foram significativamente superiores aos do Grupo 1. Para os dois grupos, somente houve diferença estatística quando as regiões média e cervical foram comparadas à região apical do pino. A análise em MEV mostrou que a zona de interdifusão adesivo/dentina produzida pelo adesivo de frasco único Single Bond se apresentou mais espessa do que a zona de interdifusão apresentada pelo adesivo autocondicionante ED Primer. Houve áreas desmineralizadas com presença de

túbulos dentinários abertos, porém parcialmente preenchidos por resina em ambos os grupos. Também foram observadas bolhas que variaram de tamanho e forma na camada de cimento junto à área da interface de união e mais constantes no terço apical das raízes.

Hedlung, Johansson e Sjogren (2003) avaliaram a retenção de pinos pré-fabricados feitos de materiais diferentes recentemente introduzidos. Os pinos avaliados foram: CosmoPost, Composipost fibra de carbono, Composipost Aestheti-Plus, Composipost Ligth-Post e Para Post Fiber White. Os pinos foram cimentados em pré-molares humanos e os núcleos coronários foram construídos em resinas compostas recomendadas pelos fabricantes. Foram também utilizados núcleos metálicos fundidos em liga de ouro cimentados nos canais com fosfato de zinco, como referência. Foram realizados teste de tração para verificar as resistências adesivas dos pinos. Somente o CosmoPost (pino de óxido de zircônio) apresentou valores de retenção significativamente mais baixos do que os núcleos metálicos fundidos cimentados com fosfato de zinco. A força necessária para remover os pinos CosmoPost foi significativamente menor do que a força para remover os pinos Composipost Aestheti-Plus e Composipost Ligth-Post. A força necessária para remover os pinos Para Post Fiber White foi significativamente menor do que a força para remover os pinos Composipost Ligth-Post. Outras associações não apresentaram diferenças significantes estatisticamente. Os autores concluíram que, quando pinos cerâmicos de óxido de zircônio (CosmoPost) são cimentados com resina composta, a adesão entre o pino e a resina parece ser fraca.

Bouillaguet et al. (2003) avaliaram, por meio de teste de microtração, a resistência adesiva entre cimentos resinosos e a dentina intra-radicular. A hipótese testada seria de que a resistência adesiva de cimentos adesivos aplicados ao canal radicular diminuiria em função do fator-C, do processo de polimerização e do tipo de material de cimentação. A outra hipótese seria a de que a resistência adesiva atingiria valores menores perto do terço apical do dente. Caninos e pré-molares humanos foram preparados para a cimentação de pinos utilizando os sistemas de cimentação Single Bond/RelyX ARC, ED Primer/Panavia F, C&B Metabond e Fuji Plus. Os espécimes foram divididos em dois grupos. Para os grupos que utilizaram as raízes intactas, os pinos foram cimentados nos condutos, utilizando-se um procedimento clínico padrão. Para os grupos que utilizaram as raízes seccionadas ao meio longitudinalmente, os pinos foram cimentados diretamente nos condutos

totalmente expostos pelo seccionamento da raiz. Todas as raízes foram seccionadas e os espécimes foram preparados para serem submetidos ao teste de microtração. Os resultados mostraram, para todos os cimentos, significativa diminuição da resistência adesiva no grupo que utilizou raízes intactas em comparação com o grupo que usou raízes seccionadas ao meio. As resistências adesivas à microtração dos pinos cimentados em raízes intactas não apresentaram diferenças estatisticamente significantes para os cimentos Single Bond/RelyX ARC e Panavia F, porém ambos apresentaram resistências significativamente inferiores às encontradas com os cimentos C&B Metabond e Fuji Plus. Para os cimentos Single Bond/RelyX ARC e Fuji Plus, houve significativo decréscimo da resistência adesiva na dentina próxima ao terço apical da raiz.

O propósito da pesquisa de Bitter et al. (2004) foi avaliar a interface dentina/resina de sistemas adesivos diferentes e seus correspondentes cimentos utilizados para a cimentação de pinos de fibra no canal radicular. Cinquenta incisivos e caninos superiores foram utilizados. Após o tratamento endodôntico, os dentes foram aleatoriamente divididos em cinco grupos de dez dentes cada qual. Os pinos foram cimentados com diferentes sistemas adesivos e seus correspondentes cimentos resinosos. O grupo 1 utilizou o sistema Clearfil Core/ New Bond, o grupo 2 usou o cimento Multilink, o grupo 3 empregou o Panavia 21/ ED Primer, o grupo 4 aplicou o PermaFlo DC e o grupo 5 fez uso do sistema de cimentação Variolink II/ Excite DSC. Cada raiz foi seccionada em seções de 2 mm de espessura a 1, 4 e 7 mm abaixo da junção cimento-esmalte. A interface dentina/resina foi avaliada em um microscópio de varredura a laser e a espessura da camada híbrida e o número de "tags" de resina foram mensurados. Os resultados mostraram que a espessura da camada híbrida para os grupos 1, 4 e 5 foi significativamente maior do que nos outros grupos. O número de "tags" de resina observados no grupo 1 foi significativamente maior do que nos grupos 2, 3 e 4, porém não diferiu do grupo 5. Os autores concluíram que o condicionamento da dentina intra-radicular com ácido fosfórico e o uso de um sistema adesivo convencional de dois ou três passos levou à formação de uma camada híbrida mais espessa e mais uniforme do que o uso de sistemas adesivos autocondicionantes. Este fato deveria levar à formação de uma adesão mais duradoura dos pinos à dentina intra-radicular.

Erdemir et al. (2004) avaliaram, mediante teste de microtração, o efeito de dois solventes de guta-percha (clorofórmio e halotano) na resistência adesiva da

dentina do canal radicular. Trinta dentes humanos unirradiculares foram cortados na junção cimento-esmalte, instrumentados até a lima 70 e aleatoriamente divididos em três grupos de dez dentes cada um. Os canais radiculares foram tratados com água, clorofórmio ou halotano por 60 segundos. Todos os canais radiculares foram obturados com C&B Metabond (cimento resinoso de presa química). Depois de 24 horas de armazenagem em água destilada, cortes transversais da raiz, da junção cimento-esmalte até o ápice, foram realizados em série com 1 mm de espessura. Estas secções de raiz foram então recortadas para se conseguir palitos para o teste de microtração. As resistências adesivas à microtração da dentina radicular apical, média e cervical foram medidas utilizando-se uma máquina de ensaio universal Instron. De acordo com os dados obtidos, os resultados indicaram que as raízes tratadas com água tiveram significativamente maior resistência adesiva do cimento resinoso à dentina do que os grupos que utilizaram clorofórmio e halotano (controle: 23,9 MPa; clorofórmio: 18,3 MPa; halotano: 17 MPa). Os autores concluíram que os solventes de guta-percha têm um efeito adverso na resistência adesiva de cimentos resinosos à dentina do canal radicular.

O propósito do estudo de Sen, Poyrazoglu e Tuncelli (2004) foi comparar a retenção de dois diferentes pinos pré-fabricados cimentados ao canal radicular com quatro diferentes cimentos adesivos e um cimento de fosfato de zinco. As coroas de 100 dentes humanos recém-extraídos (incisivos centrais e laterais inferiores) foram removidas na junção cimento-esmalte e as raízes foram então divididas em dois grupos principais: grupo A = ParaPost (pino não rosqueável) e grupo B = Flexi-Post (pino rosqueável) e depois divididas em 5 subgrupos para avaliar o efeito de cinco cimentos diferentes (RelyX ARC, Panavia F, ParaPost Cement, Flexi-Flow Natural e Adhesor), cada um com dez amostras. Espaços para os pinos foram confeccionados em todas as raízes seguindo as instruções dos fabricantes. Cada amostra foi submetida a testes de resistência à tração com a força aplicada até a fratura. Para todos os grupos de cimentos, as amostras de Flexi-Post demonstraram uma retenção estatisticamente maior do que as amostras de ParaPost. Nos grupos A e B, o RelyX ARC (cimento resinoso dual) foi estatisticamente superior aos cimentos Panavia F, ParaPost Cement, Flexi-Flow Natural e Adhesor. O subgrupo do Adhesor (cimento de fosfato de zinco) foi significativamente menor em resistência adesiva do que todos os outros subgrupos. Os cimentos resinosos demonstraram um potencial muito alto de resistência adesiva

por causa de forte adesão à dentina. Os autores concluíram que os cimentos resinosos aumentaram significativamente a retenção dos pinos quando comparados ao cimento de fosfato de zinco.

Giachetti et al. (2004) verificaram o desempenho de sistemas de cimentação adesiva fotopolimerizáveis e de polimerização dual (como controle), quando usados em associação com pinos de fibra translúcidos, mediante análise de testes de tração e observações em MEV. Quarenta canais radiculares de dentes humanos hígidos, extraídos por problemas periodontais, foram tratados endodonticamente e aleatoriamente divididos em dois grupos de 20 espécimes cada qual. O grupo 1 utilizou o sistema foto-ativado Excite e Tetric Flow; o grupo 2 utilizou o sistema de cimentação dual: All Bond II + RelyX ARC. Foram utilizados pinos de fibra translúcidos cônicos (Ligth Post) com diâmetro de 2,1/1,4 mm. Os dentes foram armazenados em solução de NaCl a 0,9% a 37°C. Uma semana depois, o teste de tração foi realizado. Dez espécimes testados para cada grupo e seus pinos correspondentes foram observados em MEV. A análise estatística foi realizada aplicando-se o teste ANOVA seguido do teste *t*. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística entre o grupo com sistema de polimerização por luz e o grupo com polimerização dual. As observações em MEV confirmaram boa adesão entre a dentina e o pino em ambos os métodos empregados. As falhas ocorreram principalmente entre cimento e dentina, com os pinos cobertos com uma camada de cimento, durante análise em MEV. Os autores concluíram que o sistema de polimerização dual All-Bond II + RelyX ARC parecia ser o mais apropriado para a cimentação, uma vez que ele permitiu a cura de áreas que não atingidas pela luz do fotopolimerizador. Por outro lado, nas áreas apicais, a polimerização incompleta do sistema Excite + Tetric Flow poderia melhorar a adaptação do pino e permitir a realização de um selamento apical melhor e uma distribuição mais uniforme da tensão ao longo das paredes do canal.

De acordo com a revisão da literatura realizada por Schwartz e Robbins (2004), a restauração de dentes tratados endodonticamente é um tópico extensivamente estudado e que ainda permanece controverso em muitos aspectos. Segundo os autores, muitos estudos clássicos propuseram que a dentina em dentes tratados endodonticamente é substancialmente diferente da dentina encontrada em dentes vitais. A contaminação do sistema de canais radiculares com bactérias deveria ser prevenida durante e após o tratamento endodôntico. Para evitá-la, os

preparos para os pinos realizados em dentes tratados endodonticamente deveriam ser restaurados imediatamente em decorrência das dificuldades encontradas com a manutenção de um selamento provisório. Pinos só deveriam ser indicados quando outras opções não estivessem disponíveis para reter um núcleo. Em dentes anteriores com tratamento endodôntico que vão receber uma coroa, um pino seria freqüentemente indicado. Em molares, a proteção de cúspides seria indicada para se evitar fratura, porém, em muitos casos, não haveria necessidade de colocação de um pino. Pré-molares são, em muitos casos, unirradiculares com câmaras pulpares relativamente pequenas, portanto, eles necessitam do uso de pinos mais freqüentemente do que os molares. A adesão de pinos de fibra à dentina seria de certo modo imprevisível por causa da variabilidade da dentina em geral e da dentina radicular em particular.

Em uma revisão sobre sistemas adesivos realizada por Carvalho et al. em 2004, foi afirmado que a cimentação de pinos no canal radicular talvez seja o procedimento adesivo no qual se manifestam de forma mais evidente os inconvenientes da incompatibilidade entre adesivos e cimentos. Os fatores que devem ser considerados para a cimentação de pinos intra-radulares com técnicas adesivas são: a limpeza do conduto, o controle da umidade, a aplicação e foto-ativação do adesivo, a foto-ativação e o modo de polimerização do cimento. Os autores recomendaram evitar a utilização de hipoclorito de sódio, assim como da água oxigenada, para a limpeza de condutos previamente à aplicação de sistemas adesivos. Estes são agentes oxidantes, podendo provocar comprometimento significativo na posterior polimerização dos agentes adesivos e, conseqüentemente, na adesão. Na aplicação do sistema adesivo, o controle da umidade (secagem) deve ser feito com cones de papel absorvente e o adesivo aplicado com instrumentos longos que assegurem a sua correta deposição em todas as paredes e evitem acúmulo na região apical. Durante a polimerização do adesivo, foi estimado que o material localizado além dos 10 mm iniciais do conduto iria sofrer prejuízos de polimerização. O uso de dispositivos transmissores de luz, aparelhos de alta potência e tempo de exposição prolongado podem ser recursos empregados para minimizar este problema. No quesito compatibilidade entre cimento e adesivo e polimerização do cimento, os autores acentuaram que, mesmo que se consiga polimerizar adequadamente o adesivo dentro do conduto, ainda assim a camada mais superficial permanecerá sem se polimerizar em decorrência da inibição pelo

oxigênio. Se o adesivo utilizado for simplificado, uma camada ácida se formará e na presença de cimentos resinosos de polimerização química ou dual pode ocorrer uma incompatibilidade entre eles, prejudicando a adesão. Diante de tantos inconvenientes, qualquer comprometimento nas interfaces adesivo/dentina radicular, adesivo/cimento e cimento/pino pode simplesmente eliminar as vantagens adicionais da cimentação adesiva, como aumento da retenção e reforço da estrutura dentária. Portanto, considerando as limitações da técnica de cimentação adesiva de pinos, os autores admitiram a execução do procedimento empregando os cimentos tradicionais de fosfato de zinco e ionômero de vidro.

Goracci et al. (2004) compararam o teste de “push-out” com o teste de microtração em relação a sua capacidade de medir com precisão a adesão entre pinos de fibra de vidro (Ghimas White) e as paredes do canal radicular. Foram comparadas duas variações do teste de microtração com um teste denominado de “micro push-out”. Foram utilizados 30 dentes anteriores superiores extraídos por motivos periodontais. Estes elementos tiveram suas coroas removidas na junção cimento-esmalte com um disco diamantado sob irrigação e todos foram tratados endodonticamente e obturados com guta-percha e AH26. O preparo do espaço para o pino foi realizado com brocas recomendadas pelo fabricante numa profundidade de 9 mm, medida da vestibular do dente. Os dentes foram divididos em Dois grupos: no Grupo A, os pinos foram cimentados nas 15 raízes com o adesivo Excite DSC e com o cimento Variolink II; e no Grupo B, os pinos foram cimentados com o cimento auto-adesivo RelyX Unicem. Após uma semana armazenadas em água a temperatura ambiente, as raízes foram preparadas para os testes. Os espécimes foram preparados em forma de ampulheta para um dos testes de microtração, sendo usadas seis raízes do Grupo A e seis do Grupo B. Para o teste de microtração em forma de palito foram usadas três raízes do grupo A e três do grupo B e para o teste de “push-out” foram usadas seis raízes do Grupo A e seis do Grupo B. Houve grande número de falhas prematuras no preparo dos espécimes para os dois tipos de teste de microtração e nenhuma falha durante o preparo dos espécimes para o “push-out”. Com o teste de “push-out”, a variabilidade da distribuição dos dados foi aceitável e foi possível se verificar diferenças na resistência adesiva entre distintas regiões da raiz. Os autores concluíram que, quando se for medir a resistência adesiva de pinos de fibra cimentados na dentina radicular, o teste “push-out” parece ser mais confiável do que o teste de microtração.

Avaliar a Influência da carga de fadiga no desempenho de cimentos adesivos (Panavia 21) e não-adesivos (PhosphaCem/C) utilizados na cimentação de núcleos metálicos fundidos em dentes humanos foi o objetivo do estudo de Bolhuis et al. (2004). Foram utilizados 16 pré-molares superiores unirradiculares, sem cáries e recentemente extraídos e as suas porções coronárias foram removidas na junção cimento-esmalte. Após o tratamento endodôntico, foram confeccionados núcleos metálicos fundidos para cada um dos dentes e estes foram cimentados no canal radicular com um dos dois cimentos a serem testados, sendo utilizados oito dentes para cada grupo. Metade dos espécimes de cada grupo foi submetida à carga de fadiga (1.000.000 de ciclos) quase perpendicular (85°) ao longo eixo do dente e a outra metade foi usada como controle. Os dentes foram seccionados, perpendicularmente ao longo eixo, em três secções de 1,5 mm de espessura e estes espécimes foram utilizados para avaliação da influência da carga de fadiga. Para cada espécime, a integridade do cimento foi avaliada por MEV e a resistência de união foi avaliada com testes de “push-out”. Os resultados mostraram que o cimento resinoso (Panavia 21) foi significativamente melhor do que o cimento de fosfato de zinco (PhosphaCem/C), tanto para avaliação em MEV quanto para o teste de “push-out”. A carga de fadiga, entretanto, não exibiu nenhum efeito sobre os cimentos avaliados.

Perdigão, Geraldeli e Lee (2004) avaliaram o efeito de sistemas de cimentação e regiões radiculares na resistência adesiva ao “push-out” de pinos de fibra de vidro e um pino de zircônia. Trinta e dois dentes anteriores (incisivos centrais e caninos) sem cáries foram utilizados no estudo. As coroas dos dentes foram removidas 2 mm acima da junção cimento-esmalte com um disco diamantado sob irrigação. Após o tratamento endodôntico, estes foram armazenados em estojos de filme pretos com 100% de umidade por sete dias. Os preparos para os pinos foram realizados em um profundidade de 6 ou 9 mm da junção cimento-esmalte, de acordo com o comprimento da raiz, deixando-se um mínimo de 5 mm de guta-percha no ápice. Os dentes foram divididos em oito grupos de quatro espécimes cada um e os pinos foram então cimentados de acordo com a correta associação pino/adesivo/cimento. Em uma máquina de corte, foram obtidas três secções de corte para cada raiz com 2 ou 3 mm de espessura. Os testes de “push-out” foram realizados a uma velocidade de 1 mm/minuto até o deslocamento do pino. Os resultados mostraram que os pinos de fibra exibiram maiores valores de resistência

de união independentemente do sistema de cimentação utilizado e os pinos de zircônia (Cosmopost) mostraram os menores valores de resistência, também independentemente do sistema de cimentação.

No estudo de Pirani et al. (2005), foi avaliada a hipótese de que a hibridização da dentina intra-radicular eliminaria as falhas interfaciais, melhorando, portanto, o selamento coronário e a retenção de dentes restaurados com pinos de fibra. Quarenta incisivos unirradiculares tiveram suas coroas removidas e os canais tratados endodonticamente. Os condutos radiculares foram preparados para receber dois tipos de pinos de fibra (Tech 2000 e EndoPost), que foram cimentados nos canais radiculares com quatro métodos de cimentação. Nos grupos 1 e 2, os pinos Tech 2000 foram cimentados com o adesivo Single Bond e com o cimento resinoso RelyX ARC. No grupo 1, os pinos foram cimentados sem a fotopolimerização do adesivo e, no grupo 2, o adesivo foi fotopolimerizado antes da cimentação dos pinos. Nos grupos 3 e 4, os pinos EndoPost foram cimentados com o adesivo All-Bond 2 e com o cimento resinoso Duo-Link. No grupo 3, os pinos foram cimentados com o adesivo no modo de polimerização químico e, no grupo 4, o adesivo foi fotopolimerizado antes da cimentação dos pinos. Após uma semana de armazenagem em água, cada espécime foi seccionado longitudinalmente em duas metades e submetido à análise em MEV. Os resultados para os grupos 1 e 2 mostraram que a espessura da camada híbrida independia do modo de polimerização do adesivo e da localização na dentina intra-radicular (terço médio ou coronário). A comparação entre os grupos 3 e 4 seguiu o mesmo raciocínio. Os autores concluíram que o sucesso clínico associado com a cimentação de pinos de fibra no canal radicular decorre predominantemente da retenção friccional.

Cheung (2005) afirmou, em uma revisão da literatura sobre a restauração de dentes tratados endodonticamente, que a função principal de um pino é suportar a restauração coronária sobre ele e que este pino não reforça o dente. Os pinos devem ser utilizados mais frequentemente em pré-molares do que em molares, uma vez que muitos molares tratados endodonticamente têm mais estrutura dental e uma câmara pulpar maior para reter um núcleo de preenchimento. Se um dente anterior precisar receber uma coroa após o tratamento endodôntico porque uma boa quantidade de estrutura dental se perdeu, um pino é necessário para que o dente possa resistir às cargas mastigatórias. Com relação à conservação da estrutura dental, os pinos cônicos necessitam de menos remoção de dentina, enquanto os

pinos paralelos e rosqueáveis, apesar de mais retentivos no canal, necessitam de mais remoção dentinária no seu preparo. Os pinos de fibra possuem resistência flexural próxima à da dentina, diminuindo a chance de ocorrer fratura radicular.

Em dissertação de mestrado, Bueno (2005) avaliou a influência do cimento endodôntico e do sistema de fixação na resistência à tração de pinos pré-fabricados de fibra de vidro. Foram utilizadas sessenta e quatro raízes bovinas extraídas, divididas em oito grupos experimentais resultantes da interação cimento endodôntico x sistema de fixação. A obturação dos canais radiculares foi realizada com guta-percha e cimento endodôntico contendo eugenol (CC) ou apenas com guta-percha termo-plastificada (SC). Foram utilizados dois sistemas de fixação RelyX/ Single Bond (SB/RX) e C&B/All-Bond 2 (CB/AB) e a associação dos mesmos RelyX/ All-Bond 2 (RX/AB) e C & B/ Single Bond (CB/SB), distribuídos nos seguintes grupos: GI – SB/RX/CC; GII – AB/CB/CC; GIII – AB/RX/CC; GIV – SB/CB/CC; GV – SB/RX/SC; GVI – AB/CB/SC; GVII – AB/RX/SC; GVIII – SB/CB/SC. Após a inclusão das raízes, as amostras foram submetidas ao teste de resistência à tração a velocidade de 0,5mm/min. Os resultados mostraram não haver efeito estatístico significativo para o fator cimento endodôntico e para a interação cimento endodôntico X sistema de fixação. A análise estatística, porém, mostrou que a maior média de resistência à tração foi apresentada pelo sistema de fixação Single Bond/RelyX, porém não apresentou diferença estatística significativa da média do sistema All-Bond 2/C&B. Por outro lado, a menor média de resistência à tração foi apresentada pelo sistema Single Bond/C&B, não apresentando diferença estatística significativa para o sistema All-Bond 2/RelyX. Desta forma, concluiu-se que o cimento endodôntico não influenciou a resistência à tração dos sistemas de fixação de pinos intra-radulares de fibra de vidro e que os sistemas de fixação All-Bond 2/C&B e Single Bond/RelyX apresentaram o mesmo comportamento em relação à resistência à tração. Além disso, a associação de adesivo que possui monômeros ácidos, em sua composição, e cimento resinoso quimicamente ativado diminuiu significativamente a resistência à tração.

Bell et al. (2005), avaliaram as propriedades adesivas de dois tipos de pinos de fibra cimentados no canal radicular de terceiros molares humanos. Também foram utilizados pinos de titânio que serviram como referência. As coroas dos dentes foram removidas e os condutos foram preparados para os pinos com brocas específicas, condicionados com ácido, tendo sido realizadas a aplicação e a

fotopolimerização do sistema adesivo. Os pinos receberam um tratamento com adesivo resinoso de dimetacrilato, foram fotopolimerizados e cimentados no canal com um cimento resinoso dual (Compolute Caps Cement). As amostras foram termocicladas (6000X), seccionadas em discos com diferentes espessuras (1, 2 e 4 mm), e depois foi realizado o teste de “push-out” para verificação da carga necessária para desalojar o pino da cavidade. O tipo de falha foi observado após o teste com um estereomicroscópio. Os resultados mostraram que a força de extrusão (“push-out”) aumentou com o aumento na espessura dos discos de dentina em todos os grupos. Nos discos de dentina com 4 mm de espessura, os pinos de fibra de vidro confeccionados individualmente (everStick) apresentaram os maiores valores de força de extrusão e a diferença foi estatisticamente significativa quando comparados com os valores dos pinos de titânio (Parapost XP). As diferenças entre os outros pinos não foram estatisticamente significantes.

Zogheib (2005) estudou, por meio de ciclagem mecânica e compressão, a resistência à fratura e o padrão de fratura de raízes íntegras e fragilizadas, reconstruídas internamente com resina composta e pinos de fibra de vidro (Reforpost). Trinta caninos superiores humanos com anatomia radicular semelhante foram divididos em três grupos de acordo com a espessura de dentina do terço cervical. No grupo I, foram utilizadas raízes íntegras e os grupos II e III simularam raízes parcial e amplamente enfraquecidas. Estas foram reconstruídas por meio de preenchimento com resina composta e um pino Luminex. Todos os grupos tiveram coroas totais metálicas cimentadas sobre os núcleos em resina composta. Os pinos e coroas foram cimentados com cimento resinoso dual (RelyX ARC). Os espécimes foram submetidos a 250.000 ciclos, numa frequência de 2.6 Hz e carga de 3 kg. Posteriormente, os espécimes foram carregados numa máquina de ensaio universal a uma velocidade de carga de 0,5 mm/min até sua fratura. Em ambos os testes a angulação de carga foi de 135° em relação ao longo eixo do dente sobre a face palatina. Os valores de resistência à fratura foram: grupo I-57,83 Kgf; grupo II-41,80 Kgf; grupo III-41,93 Kgf. A análise estatística detectou diferença significativa entre os grupos. A comparação individual das médias revelou diferença somente entre o grupo I e os grupos II e III. O percentual de raízes com prognóstico favorável após a fratura foi: grupo I-80%; grupo II-40% e grupo III-30%. O autor concluiu que raízes fragilizadas foram menos resistentes à fratura e apresentaram menos fraturas favoráveis à reabilitação do que as raízes íntegras.

Bolhuis, De Gee e Feilzer (2005) avaliaram a influência da carga de fadiga na qualidade da camada de cimento entre pinos de fibra de carbono cobertos com quartzo e as paredes do canal radicular de pré-molares superiores. Dois cimentos resinosos foram selecionados para o estudo, um de presa química (Panavia 21) e um de presa dual (RelyX-ARC), além de um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (RelyX). Foram utilizados 24 pré-molares superiores unirradiculares, sem cáries e recentemente extraídos e as suas porções coronárias foram removidas na junção cimento-esmalte. Após o tratamento endodôntico das raízes, foi realizada a desobstrução do conduto (6 mm) e foram confeccionados núcleos de preenchimento com pinos de fibra e resina composta. Os pinos foram cimentados no canal radicular com um dos três cimentos a serem testados, sendo utilizados oito dentes para cada grupo. Metade dos espécimes de cada grupo foi submetida à carga de fadiga (1.000.000 de ciclos) quase perpendicular (85°) ao longo eixo do dente e a outra metade foi usada como controle. Os dentes foram seccionados, perpendicularmente ao longo eixo, em três secções de 1,5 mm de espessura e estes espécimes foram utilizados para avaliação da influência da carga de fadiga. Para cada espécime, a integridade do cimento foi avaliada por MEV e a resistência de união foi avaliada com testes de “push-out”. Os resultados mostraram que a carga de fadiga não exibiu nenhum efeito sobre os cimentos avaliados. Para a resistência ao “push-out” e avaliação em MEV da integridade da camada de cimento, os resultados melhoraram significativamente do RelyX para o RelyX-ARC, e deste último para o Panavia 21 e também da região apical para a região cervical da raiz.

O objetivo do trabalho laboratorial de Goracci et al. (2005a) foi medir a adesão entre dois tipos de pinos de fibra translúcidos (FRC Postec e Ligth-Post) e dois tipos de resinas fluidas utilizadas como material de construção do núcleo coronário (Unifilflow e Tetric Flow), com ou sem aplicação do silano (Monobond S) na superfície dos pinos. 28 pinos FRC Postec e 12 pinos Ligth-Post foram utilizados no teste. A metade dos pinos de cada grupo recebeu tratamento de superfície com o agente silano e a outra metade não. Em cada pino, foram confeccionados núcleos coronários com uma das resinas fluidas a serem testadas. Os espécimes foram então preparados para o teste de microtração mediante cortes sob irrigação, resultando em amostras em forma de palito com 1 mm de espessura (pino + resina). Os resultados do teste de microtração e a análise estatística destes mostraram que nem o tipo de pino nem o tipo de resina composta ou as interações entre esses

fatores tiveram um efeito significativo na resistência adesiva da interface pino/resina. Somente a silanização teve efeito significante. Os autores concluíram que, independentemente do tipo de pino ou material de núcleo coronário (resina) utilizado, a adesão na interface dos dois foi significativamente aumentada pelo tratamento superficial com um agente de união silano.

Goracci et al. (2005b) testaram a hipótese nula de que o uso de adesivos dentinários não produz melhora na fixação com cimentos resinosos de pinos de fibra em dentes tratados endodonticamente. Trinta e seis dentes unirradiculares tiveram suas coroas removidas 2 mm abaixo da junção cimento-esmalte com um disco diamantado sob irrigação e todos foram tratados endodonticamente e obturados com guta-percha e AH26. A obturação endodôntica foi removida dos terços cervical e médio das raízes, deixando-se pelo menos 5 mm de guta-percha nos ápices. Os pinos de fibra de vidro silanizados foram cimentados nos espaços radiculares usando-se um cimento resinoso com adesivo autocondicionante (ED primer/Panavia 21) ou de condicionamento ácido total (Excite DSC/Variolink II), acompanhados ou não de seus respectivos adesivos dentinários. As raízes foram seccionadas transversalmente em quatro a seis seções de 1 mm e foram realizados os teste de extrusão (“push-out”) em uma máquina de ensaio universal. Duas raízes de cada subgrupo foram analisadas por microscopia eletrônica de transmissão (MET) para se verificar infiltração ao longo da interface dentina/cimento. Os resultados para o teste de “push-out” mostraram que não houve diferença estatisticamente significante para ambos os cimentos entre os espécimes que usaram o respectivo adesivo dentinário e os que não o usaram. Os autores concluíram que na presença de remoção incompleta da “smear layer” e de falhas na interface adesiva, a resistência ao deslocamento de pinos de fibra cimentados à dentina intraradicular foi em grande parte influenciada pela fricção de deslizamento.

A união de pinos de fibra de vidro à dentina intra-radicular com três diferentes sistemas de cimentação foi avaliada através do “push-out” e de microscopia eletrônica de transmissão por Goracci et al. (2005c). Os cimentos testados foram Variolink II, Panavia 21 e RelyX Unicem. Em cada grupo, sete raízes de dentes humanos unirradiculares com pinos cimentados foram submetidas ao “push-out” e duas raízes com os pinos cimentados foram empregadas para a análise microscópica. A resistência de união mais alta foi alcançada pelo cimento Variolink II, sendo estatisticamente maior do que a resistência para o Panavia 21 e para o

RelyX Unicem. As observações em MET da interface do Variolink II com a dentina radicular mostraram que a “smear layer” foi totalmente removida e que uma espessa camada híbrida (8-10 microns) foi formada. Nos espécimes dos outros dois grupos, a “smear layer” não foi totalmente dissolvida e “smear plugs” estavam retidos. Fendas estavam presentes entre a camada híbrida e o adesivo dentinário para os espécimes do Panavia 21 e entre a “smear layer” e a dentina radicular não condicionada nos espécimes do RelyX Unicem. Os autores concluíram que os achados da MET e as resistências ao “push-out” estavam em concordância e que os cimentos resinosos de condicionamento ácido-total possuíam maior potencial adesivo do que os demais cimentos avaliados. Os monômeros resinosos ácidos responsáveis pelo condicionamento da dentina no Panavia 21 e no RelyX Unicem pareciam incapazes de efetivamente remover a espessa “smear layer” criada dentro do canal durante o preparo para o pino.

Monticelli et al. (2005) relataram o exame em laboratório de um protocolo clínico para criar retenções mecânicas nas superfícies de pinos de fibra utilizando peróxido de hidrogênio para remover a camada superficial da resina epóxica. Foram utilizados 60 pinos de fibra de quartzo com diâmetro máximo de 2,1 mm, divididos em cinco grupos (n = 12) de acordo com o pré-tratamento experimental utilizado. No grupo 1, os pinos foram imersos em H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 24% por dez minutos. No grupo 2, eles foram imersos em H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 10% por 20 minutos. No grupo 3, após a imersão em H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 24% por dez minutos, os pinos foram silanizados por 60 segundos. O grupo 4 utilizou a mesma metodologia do grupo 2 e depois os pinos foram silanizados por 60 segundos e no grupo 5 (controle) os pinos foram silanizados por 60 segundos. Uma só camada de silano foi aplicada nos pinos dos grupos 3 a 5. Após o tratamento superficial, dois pinos dos grupos 1 e 2 foram analisados em MEV para estudar as condições da superfície. Nos dez pinos restantes de cada grupo foram aplicados dois tipos de resinas fluidas para simular a criação de camadas híbridas e o conjunto pino/resina foi seccionado em palitos de 1 mm de espessura para a realização do teste de microtração. Os resultados das observações em MEV demonstraram que os dois tratamentos de superfície analisados (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 24% por 10 minutos e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 10% por 20 minutos) foram capazes de criar rugosidades ao longo dos pinos, de maneira similar. Os resultados do teste de microtração mostraram que a aplicação do silano em associação com o condicionamento com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> produziu os melhores resultados e que os grupos 1 e 2 foram comparáveis entre si. A resistência de união também foi

influenciada pela escolha da resina fluida, com significantes diferenças observadas entre os dois materiais quando a superfície do pino foi tratada com  $H_2O_2$  e silano.

Soares (2005), em dissertação de mestrado, avaliou o efeito da ciclagem mecânica sobre a resistência de união de pinos intra-radulares de fibra cimentados com resina à dentina. A parte coronária de 60 dentes humanos unirradulares foi seccionada, obtendo-se espécimes de 16 mm, que foram submetidos à instrumentação endodôntica e então 30 foram preparados (12 mm) para receber um pino de fibra de quartzo (D.T. Light-Post) [DT] e 30 foram preparados para um pino de fibra de vidro (FRC Postec Plus) [FRC]. Os pinos foram cimentados (All-Bond + cimento resinoso Duolink) e a parte radicular dos espécimes foi embutida em resina epóxica até 3 mm da porção cervical. Foram constituídos seis grupos (n=10), considerando o tipo de pino de fibra e o regime de ciclagem mecânica (carga: 50 N; 45° em relação ao longo eixo do espécime; frequência: 8 hz): G1- DT + sem ciclagem; G2- DT + 20.000 ciclos; G3- DT + 2.000.000 ciclos; G4- FRC + sem ciclagem; G5- FRC + 20.000 ciclos; G6- FRC + 2.000.000 ciclos. Os espécimes foram então seccionados, perpendicularmente ao seu longo eixo, obtendo-se quatro fatias de aproximadamente 2 mm, que foram submetidas ao ensaio de “push-out” em máquina de ensaio universal. A média de resistência adesiva das repetições de cada espécime foi obtida e os dados (n=10) foram submetidos à análise estatística. A análise de variância (ANOVA) mostrou que: (a) as resistências adesivas do pino DT e do pino FRC foram estatisticamente semelhantes entre si; (b) os valores obtidos para a condição sem ciclagem, 20.000 e 2.000.000 foram similares estatisticamente; e (c) os seis grupos foram estatisticamente semelhantes entre si. Concluiu-se que a ciclagem mecânica não teve efeito sobre a resistência adesiva.

Para avaliar a resistência adesiva de um sistema adesivo auto e fotopolimerizável a diferentes áreas da dentina intra-radicular, Mallmann et al. (2005) realizaram um estudo *in vitro* com 20 dentes unirradulares. Estes dentes foram seccionados 1 mm acima da junção cimento-esmalte, instrumentados e preparados para receber um pino de fibra translúcido (Ligth Post). As raízes foram divididas em dois grupos (n = 10) de acordo com o sistema adesivo usado (Single Bond [SB] ou Scotchbond Multi-Purpose Plus [SBMP]). Após a aplicação do adesivo, os pinos foram cimentados com um cimento resinoso de presa dual (RelyX ARC). Cada raiz foi então seccionada perpendicularmente em secções de 1 mm de espessura, resultando em aproximadamente quatro espécimes conforme a região (cervical,

média ou apical). Cada segmento de raiz foi então desgastado nas proximais com brocas diamantadas cônicas até que estas tocassem no pino. Os espécimes assim preparados foram fixados a um dispositivo especial e submetidos ao teste de microtração. Os dados foram analisados e mostraram que somente no terço cervical ocorreram diferenças significantes entre os adesivos, com o SBMP exibindo maiores valores de média de resistência adesiva do que o SB. Para ambos os adesivos, as regiões cervicais exibiram maiores valores de média de resistência adesiva do que as regiões médias e apicais.

Lanza et al. (2005) utilizaram a análise com elemento finito para avaliar a distribuição da tensão na dentina e camada de cimento em incisivos superiores tratados endodonticamente. Um modelo de elemento finito em terceira dimensão (3D) de um central superior foi construído. Foi aplicada uma carga estática de mastigação de 10 N em um ângulo de 125° com o longo eixo do dente na superfície palatina da coroa. As diferenças na habilidade de transferência da carga oclusal quando foram utilizados pinos de aço, fibra de vidro ou fibra de carbono fixados ao canal radicular com cimentos de módulos de elasticidade diferentes (7.0, 18.6 e 22.0 GPa) foram discutidas. Os resultados deste estudo demonstraram que os sistemas mais rígidos (pinos de aço e de fibra de carbono) possuem tendência de trabalhar contra a função natural do dente. Os autores concluíram que um pino muito rígido cria zonas de tensão e cisalhamento tanto na dentina quanto na interface cimento/pino. A influência da elasticidade da camada de cimento na redistribuição das tensões foi menos relevante à medida que a flexibilidade do pino aumentou.

Em seu livro *Restaurações estéticas: compósitos, cerâmicas e implantes*, Conceição, Conceição e Braz (2005) dedicaram um capítulo inteiro aos pinos intraradiculares. De acordo com os autores, as situações clínicas em que o dentista tem de decidir qual procedimento adotar para restaurar dentes tratados endodonticamente ainda originam muita discussão no meio odontológico. A principal modificação que ocorre em um dente após o tratamento endodôntico, apontada pelos autores, é a significativa perda de estrutura dental, principalmente do teto da câmara pulpar e cristas marginais, que são estruturas de reforço do dente. Essa situação leva a um enfraquecimento do dente, causando maior suscetibilidade à fratura. Uma classificação foi adotada para os pinos, com relação à sua técnica de confecção, à rigidez, ao material, à forma e à estética. Os autores preferem indicar a utilização de pinos intra-radiculares diretos por causa de algumas de suas

características, como: o desenho, que permite mínima remoção de tecido durante o preparo; a resistência mecânica adequada para suportar as tensões durante a função; e a possibilidade de unir-se à estrutura dentária remanescente. O módulo de elasticidade é um tópico muito importante, pois, se for o mais próximo possível ao do dente, possibilita pequena flexão quando submetido a forças externas, dissipando a tensão na estrutura dental e, assim, reduzindo o risco à fratura. O módulo de elasticidade dos pinos de fibra é de aproximadamente 8 GPa, 34 GPa e 90 GPa, se medido com a incidência de forças transversais, oblíquas e paralelas ao longo eixo das fibras, respectivamente. Já a dentina apresenta valores para esse módulo em torno de 8 GPa e 18 GPa para cargas com inclinação transversal e oblíqua ao longo eixo do dente. Essa característica associada à cimentação com um material resinoso (módulo de elasticidade entre 8-20 GPa), permite uma distribuição mais homogênea das forças que incidem sobre o dente durante a mastigação e/ou os hábitos parafuncionais.

Avaliar a microdureza de resinas compostas polimerizadas dentro de canais radiculares simulados por meio de pinos plásticos transmissores de luz (Luminex), pinos de fibra de vidro (Postec) e método de fotopolimerização convencional (controle), foi o objetivo do estudo de Yoldas e Alaçam (2005). Trinta cilindros de plástico preto medindo 15 mm de comprimento e 4 mm de diâmetro interno foram divididos em três grupos de dez espécimes cada qual. Em cada um destes cilindros, foi acomodada a resina composta (Tetric Ceram), um dos dois pinos (Luminex e Postec) foi inserido e o conjunto pino/resina fotopolimerizado por 90 segundos. O grupo-controle foi fotopolimerizado diretamente, sem a colocação dos pinos. Os testes de microdureza Knoop foram realizados por dez segundos com uma carga de 100 g, após 24 h da polimerização. Para se verificar a mudança gradual das propriedades da resina pelo aumento da profundidade, foram realizados testes de microdureza em 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 mm da superfície exposta a fonte de luz. Os resultados mostraram que ocorreu um significativo aumento na microdureza da resina para ambos os grupos que utilizaram pinos, quando comparados com o grupo-controle. A microdureza da resina não foi significativamente diferente com os pinos de transmissão de luz (Luminex) e com os pinos de fibra de vidro até a profundidade de 8 mm. Em profundidade de 10 mm, a microdureza da resina foi significativamente maior com o pino Luminex do que com o pino de fibra. Após os 10

mm, os testes de microdureza da resina no grupo com pinos de fibra não puderam ser realizados pela falta de polimerização deste material.

Avaliar o efeito do silano na resistência adesiva de três pinos de fibra de vidro foi o propósito do estudo realizado por Perdigão, Gomes e Lee (2006). Cinquenta e quatro incisivos centrais e caninos superiores foram tratados endodonticamente. Após sete dias, foram realizados os preparos das raízes para receber os pinos em uma profundidade de 8 mm. Para metade dos espécimes de cada grupo, os pinos de fibra receberam tratamento com silano. Os pinos foram então cimentados, utilizando-se os sistemas de cimentação fornecidos pelo fabricante de cada um dos três pinos. Após uma semana, cada raiz foi seccionada abaixo da junção cimento-esmalte em três seções de 2 mm de espessura. Um teste de “push-out” foi realizado nas três seções diferentes de cada raiz para medir a resistência adesiva. Os resultados demonstraram que, para cada pino, o uso do silano não resultou em diferença estatisticamente significativa em nenhum nível da raiz. Quando os dados foram computados para a região da raiz, o uso do silano para cada um dos pinos não obteve um efeito estatístico nas médias de resistência adesiva. Para cada tipo de pino, o terço apical resultou em resistências adesivas menores do que o terço cervical. Os autores concluíram que o uso do silano não aumenta a resistência de união dos pinos de fibra testados.

Kalkan et al. (2006) relataram um estudo para comparar a resistência adesiva de três tipos de pinos de fibra de vidro (opaco, translúcido e elétrico) à dentina intra-radicular em três diferentes regiões da raiz (cervical, média e apical). No estudo foram utilizados 60 incisivos centrais recentemente extraídos por motivos periodontais. Os dentes foram cortados com um disco diamantado num comprimento de 14 mm para padronização dos tamanhos das raízes e, posteriormente, foram realizados os tratamentos endodônticos. As raízes foram divididas em três grupos de 20, conforme o tipo de pino a ser cimentado. Os espaços para os pinos foram preparados a uma profundidade de 10 mm com uma broca que acompanha o Snowpost. Os pinos foram então cimentados com um cimento resinoso de presa dual (Panavia F), sendo que as paredes do canal foram antes preparadas com um “primer” autocondicionante (Clearfil Liner Bond) e um adesivo de polimerização dual (Clearfil Liner Bond, Bond A e B). Após a inserção dos pinos, o cimento foi fotopolimerizado por 40 segundos. Os espécimes foram então armazenados em recipientes à prova de luz por 24 horas ou uma semana. Cada raiz foi seccionada

horizontalmente para produzir seis segmentos de 1 mm de espessura (dois apicais, dois médios e dois cervicais) e foram realizados testes de “push-out”. Os resultados mostraram que os valores de resistência variaram estatisticamente de acordo com o segmento da raiz, mas que o tipo de pino usado não variou estatisticamente de acordo com o tempo do teste (24 horas ou uma semana). A análise estatística demonstrou interação significativa entre o tipo de pino e a região da raiz. Os grupos dos pinos opacos e de vidro elétrico demonstraram maiores valores de resistência adesiva do que o grupo de pinos translúcidos. Os valores de resistência adesiva ao “push-out” nos segmentos cervicais foram significativamente maiores do que nos segmentos médio e apical para os grupos de pinos translúcidos e de vidro elétrico. No grupo dos pinos opacos, não houve diferença estatisticamente significantes entre os terços cervical e médio.

Vano et al. (2006) avaliaram o efeito da cimentação imediata *versus* a cimentação posterior (24 h e uma semana) na retenção de tipos diferentes de pinos de fibra em canais obturados com um cimento endodôntico à base de eugenol. Sessenta dentes humanos unirradiculares com canais retos foram utilizados. Cada dente foi cortado abaixo da junção cimento-esmalte, perpendicularmente ao seu longo eixo com um disco diamantado, sob irrigação. Os canais radiculares foram tratados endodonticamente e obturados com guta-percha e um cimento à base de eugenol (Pulp Canal Sealer). Os dentes foram então divididos em quatro grupos de acordo com os diferentes tipos de tempo de preparo. No grupo 1, os espaços para os pinos foram realizados imediatamente após a obturação dos dentes; no grupo 2, 24 h após a obturação; no grupo 3, depois de uma semana da obturação; e, no grupo 4, os dentes não foram obturados antes do preparo (controle positivo). Após a desobstrução do material endodôntico, os dentes de cada grupo foram divididos em três subgrupos (n=5), de acordo com o tipo de pino e cimento utilizado na sua cimentação. Um teste de “push-out” foi então realizado para avaliar a resistência de união pino/dentina intra-radicular em secções de raiz de 1 mm de espessura. Os resultados mostraram que, para o fator tipo de pino, a resistência de união do pino FRC Postec foi significativamente maior do que a do pino ENA Post. Para o fator tempo de preparo do espaço para o pino, as resistências de união conseguidas com o grupo 1 foram significativamente menores do que as conseguidas com os grupos 2 e 3. As resistências alcançadas pelo grupo-controle (4) foram estatisticamente maiores do que as do grupo 1 e iguais às dos grupos 2 e 3.

Cury et al. (2006) realizaram um estudo *in vitro* com o objetivo de avaliar o efeito da sorção de água na resistência ao deslocamento (“push-out”) de cimentos utilizados para fixar pinos de fibra de vidro. O trabalho incluiu um cimento de ionômero de vidro convencional (Ketac Cem), dois cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (GC Fuji PLUS CAPSULE e GC Fuji CEM), um cimento resinoso de condicionamento ácido total (RelyX ARC) e uma resina composta adequada para cimentar o pino e construir o núcleo (Unifil Core Adhesive System and Resin Paste). Cada um dos 50 dentes humanos selecionados, foi cortado 1 mm acima da junção cimento-esmalte, perpendicularmente ao seu longo eixo. Os dentes foram tratados endodonticamente, obturados com guta-percha e AH Plus e preparos para os pinos com 9 mm de profundidade foram realizados. As raízes foram divididas para os cinco grupos de cimentos estudados ( $n = 10$ ) e os pinos foram cimentados. Para cada grupo, metade dos espécimes foi selecionada e o segundo selamento coronário da dentina exposta ao longo da porção coronária da raiz foi realizado com um adesivo autocondicionante. Subseqüentemente, um núcleo coronário de resina composta foi construído ao redor do pino. Os espécimes foram cobertos com verniz de unha em toda a extensão da raiz e armazenados em água deionizada. A outra metade das raízes de cada grupo foi colocada em um dessecador contendo sulfato de cálcio anidro por 48 horas e o mesmo selamento e núcleo coronário de resina foi realizado. Os espécimes deste grupo-controle foram armazenados em óleo mineral. Após uma semana, os espécimes foram seccionados em segmentos de raiz de 1 mm de espessura e submetidos ao teste de “push-out”. Os resultados mostraram que o Ketac Cem exibiu a maior resistência adesiva após sorção de água e a diferença para os outros cimentos foi significativa estatisticamente. Não houve diferença estatística com relação aos materiais resinosos quando armazenados em água ou óleo. Os materiais à base de ionômero de vidro, porém, demonstraram maior resistência adesiva quando armazenados em água do que em óleo.

Bitter et al. (2006a) avaliaram os efeitos de vários pré-tratamentos na resistência adesiva de pinos de óxido de zircônio (CosmoPost), usando o cimento resinoso Panavia F. Na segunda parte da investigação, as resistências adesivas de vários cimentos aos pinos de fibra de vidro (FRC Postec) e de óxido de zircônio foram investigadas. Inicialmente, 80 pinos CosmoPost foram divididos em quatro grupos e os pinos de cada um dos grupos recebeu diferente tratamento de

superfície. Para a cimentação dos pinos, foram fabricados cilindros de plástico com orifícios de 18 mm de profundidade e com diâmetros de 3,5 mm. Os orifícios foram preenchidos com resina composta, incluída pela técnica incremental. Subseqüentemente, preparos para os pinos com 17 mm de profundidade foram confeccionados com brocas fornecidas pelo fabricante. Os pinos foram então cimentados nestas raízes artificiais com o Panavia F. No segundo momento, 120 pinos CosmoPost foram divididos em seis grupos de 20. Estes receberam tratamento de superfície com o sistema CoJet (jato de partículas de alumina cobertas com sílica) e foram cimentados com um de seis diferentes cimentos (Variolink, Multilink, PermaFlo DC, RelyX Unicem, Clearfil Core e Ketac Cem). Sessenta pinos de fibra de vidro (FRC Postec) foram divididos em seis grupos de dez, receberam o mesmo tratamento superficial e foram cimentados com os mesmos cimentos, com exceção do Ketac Cem. Após 24 horas, as amostras foram seccionadas, perpendicularmente ao longo eixo dos pinos, em quatro espécimes de 2 mm de espessura e os testes de “push-out” foram realizados. Os resultados mostraram que as resistências adesivas de todos os cimentos utilizados foram significativamente maiores com os pinos de fibra do que com os pinos de óxido de zircônio, com exceção do Multilink e PermaFlo DC, os quais obtiveram maiores resistências com os pinos CosmoPost. Os tratamentos superficiais aumentaram significativamente a resistência adesiva dos pinos CosmoPost ao Panavia F.

Avaliar as resistências adesivas de seis diferentes cimentos a pinos de fibra após vários tratamentos de superfície foi o propósito do estudo realizado por Bitter et al. (2006b). Cento e oitenta pinos de fibra (FRC Postec) foram divididos em três grupos de 60, recebendo diferentes tratamentos de superfície. O grupo 1 não recebeu nenhum tratamento, o grupo 2 recebeu tratamento com silano, o grupo 3 recebeu tratamento com CoJet (jato de partículas de alumina cobertas com sílica). Os pinos de cada grupo foram fixados em raízes artificiais, semelhantes às descritas em Bitter et al. (2006a), com seis diferentes cimentos (Panavia F, Multilink, Variolink, PermaFlo DC, RelyX, Clearfil Core). Após 24 horas, as amostras foram seccionadas, perpendicularmente ao longo eixo dos pinos, em dois espécimes de 2 mm de espessura e os testes de “push-out” foram realizados a uma velocidade de 0,5 mm/min. As resistências adesivas dos diferentes cimentos resinosos aos pinos foram significativamente afetadas pelo tipo de cimento, mas não pelo tratamento de superfície utilizado. Sem levar em consideração os tratamentos superficiais, o

cimento Clearfil demonstrou as maiores resistências adesivas, seguido pelo Panavia F e RelyX, enquanto o Multilink, Variolink e PermaFlo exibiram valores significativamente mais baixos de resistência adesiva.

Bitter et al. (2006c) investigaram os efeitos do agente de cimentação e da termociclagem na resistência adesiva de pinos de fibra cimentados no canal radicular. Nesse estudo, as coroas dos dentes (144 caninos superiores) foram removidas na junção cimento-esmalte, as raízes receberam tratamento endodôntico e depois foi realizada uma restauração provisória com Cavit. Após 24 horas, as raízes foram preparadas para a fixação dos pinos (FRC Postec) em uma profundidade de 12 mm. Os pinos foram cimentados com um dos seis materiais a serem testados (Panavia F, Multilink, Variolink II, PermaFlo DC, RelyX Unicem e Clearfil Core). Posteriormente, as amostras foram seccionadas, perpendicularmente ao longo eixo do dente, em seis segmentos de 1 mm de espessura (dois coronários, dois médios e dois apicais) e foram realizados os testes de “push-out” com velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados demonstraram que o RelyX Unicem alcançou resistência adesiva significativamente maior do que os outros cimentos testados. O Variolink II apresentou valores de resistências adesivas significativamente menores do que os demais materiais, com exceção do Multilink. A região apical revelou resistências adesivas significativamente maiores do que as demais regiões (média e apical) do canal radicular. Nenhum material foi alvo de influência significativa da termociclagem, com exceção do RelyX Unicem.

Sadek et al. (2006), relataram estudo em que compararam as resistências de união, imediatas e após 24 h, de pinos de fibra cimentados com diferentes cimentos resinosos e um cimento de fosfato de zinco. Vinte e cinco pinos de fibra de vidro (FRC Postec Plus) foram cimentados a segmentos de raízes de dentes anteriores com 17 mm de comprimento, após tratamento endodôntico e desobstrução para o pino, com um dos sistemas de cimentação a serem avaliados (All Bond2/Duolink; Optibond Solo Plus Dual Cure/Nexus 2; Multilink; RelyX Unicem; Zinc Phosphate Cement). Imediatamente após a presa dos materiais, cada pino cimentado na raiz foi seccionado transversalmente em cinco a seis secções de 1 mm de espessura em uma máquina de corte, sob irrigação, e o teste de “push-out” foi realizado. Os resultados mostraram que o grupo do Optibond Solo Plus/Nexus e do cimento de fosfato de zinco alcançaram as maiores resistências de união. A resistência do Multilink foi comparável à dos dois cimentos mencionados

anteriormente e não foi diferente estatisticamente do RelyX Unicem. O grupo do All Bond II/DuoLink obteve a menor resistência de união, a qual não diferiu estatisticamente do grupo do RelyX Unicem. Os espécimes para todos os grupos de cimentos resinosos testados em 24 h exibiram maiores valores de resistência de união do que aqueles onde o teste foi realizado imediatamente após a cimentação. Não houve diferença estatisticamente significativa para o grupo do fosfato de zinco, quando o teste foi realizado imediatamente ou 24 h após a cimentação dos pinos.

Akgungor e Akkayan (2006) avaliaram o efeito de variados adesivos dentinários e modos de polimerização na resistência adesiva entre pinos de fibra translúcidos (DT Ligth-Post) e a dentina radicular em diferentes regiões do preparo para o pino. Foram utilizados 40 caninos superiores que tiveram suas coroas seccionadas perpendicularmente ao longo eixo na altura da junção cimento-esmalte. As raízes receberam tratamento endodôntico e foram realizados preparos para os pinos numa profundidade de 10 mm. Posteriormente, as raízes foram divididas em quatro grupos de dez, de acordo com o procedimento adesivo empregado. Foram utilizados, na cimentação dos pinos, quatro sistemas adesivos diferentes: Excite (adesivo de frasco único fotopolimerizável); Excite DSC (adesivo de frasco único de polimerização dual); Clearfil Liner Bond 2V (“primer” autocondicionante + adesivo fotopolimerizável); Clearfil Liner Bond 2V (“primer” autocondicionante + adesivo de presa dual). Todos os sistemas adesivos foram utilizados com o mesmo cimento resinoso de presa dual (Panavia F) para a cimentação dos pinos. Após 24 horas, os espécimes foram seccionados perpendicularmente ao longo eixo das raízes em três segmentos (cervical, médio e apical) de 3 mm de espessura e os testes de “push-out” foram realizados. Os resultados mostraram que a maior média de resistência adesiva foi encontrada com o grupo do Clearfil Liner Bond 2V com adesivo fotopolimerizado. O mesmo material, quando utilizou o adesivo com presa dual, apresentou significativa diminuição na resistência adesiva. Os adesivos de frasco único fotopolimerizados (Excite) e de polimerização dual (Excite DSC) apresentaram resistências adesivas similares. Os adesivos de frasco único (Excite e Excite DSC) apresentaram diminuição na resistência adesiva no terço dentinário apical do preparo para o pino. Os sistemas autocondicionantes (Clearfil Liner Bond 2V) não apresentaram diferenças significantes entre os três terços de dentina avaliados.

Xible et al. (2006) realizaram um estudo laboratorial para avaliar o efeito do tratamento triboquímico na resistência adesiva entre pinos de zircônia (Cosmopost) e resina composta (Tetric Ceram) e na resistência flexural dos pinos. Para o teste de resistência adesiva, dois grupos (n = 10) foram preparados: no grupo experimental (E), pinos Cosmopost foram tratados com o sistema Rocatec de cobertura triboquímica de sílica e silanização. No grupo-controle (C), os pinos foram utilizados como recomendado pelo fabricante. Para os dois grupos, os pinos foram centralizados e posicionados verticalmente em um molde metálico e uma resina composta (Tetric Ceram) foi polimerizada em volta dos pinos dentro de anéis metálicos (6 mm de diâmetro e 4 mm de altura). Os espécimes foram então posicionados em uma máquina de ensaio e uma carga foi aplicada axialmente na parte superior dos pinos em um teste de extrusão (“push-out”). Posteriormente, foi realizado o ensaio de flexão dos pinos, utilizando-se um teste de flexão em três pontos. Os resultados mostraram que o grupo dos pinos tratados triboquimicamente demonstrou maiores valores de resistência adesiva e flexural do que os pinos do grupo-controle.

Ceballos et al. (2007) avaliaram o comportamento mecânico de cimentos resinosos utilizados para a cimentação de pinos de fibra (FRC Postec) pó meio de nanoindentação. Três tipos de cimentos resinosos foram estudados (um de presa química, um fotopolimerizável e um de presa dual) comparando os resultados obtidos de espécimes laboratoriais em forma de disco com os resultados provenientes de dentes restaurados. Espécimes em forma de disco foram preparados para cada cimento resinoso avaliado, utilizando um molde metálico, tendo sido realizada sua polimerização de acordo com as características de cada um. Também foram realizadas amostras provenientes de dentes unirradiculares que receberam tratamento endodôntico e a cimentação de pinos de fibra com um dos três cimentos estudados. Após a cimentação dos pinos, os dentes foram seccionados perpendicularmente ao seu longo eixo para se obter seções das áreas coronária e apical da raiz. Essas superfícies foram polidas e indentações foram realizadas nas amostras em forma de disco e em diferentes regiões do cimento resinoso usado para cimentar os pinos. Os resultados dos testes de nanoindentação indicaram que o cimento fotopolimerizável (Variolink II Base) apresentou maior dureza e rigidez, mas com maior tendência para falhas, por ser mais friável. O cimento de presa química (Multilink) foi o material com maior capacidade de suportar

deformações sem ser objeto de danos, apesar de sua dureza e módulo de elasticidade serem significativamente baixos. O cimento resinoso de presa dual (Variolink II Base + Catalisador) apresentou a melhor associação de propriedades entre os cimentos avaliados.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Material

Os principais materiais utilizados neste estudo foram os pinos pré-fabricados em fibra de vidro Reforpost e três sistemas de cimentação: Single Bond 2 + RelyX ARC; ED Primer + Panavia 21; e RelyX Unicem. As composições, classificações e fabricantes de cada um deles estão apresentados na Tabela 1 e as suas fotos nas Figuras de 1 a 4.

TABELA 1 - Composição, classificação e fabricante do pino intra-radicular Reforpost Fibra de Vidro e dos sistemas de fixação utilizados

<b>Material</b>	<b>Composição*</b>	<b>Classificação</b>	<b>Fabricante</b>
Reforpost Fibra de Vidro n° 3 com diâmetro de 1,5 mm.	Fibras de vidro (fibras de quartzo) e resina epóxi.	Pino intra-radicular pré-fabricado, cilíndrico, paralelo, serrilhado e com ápice cônico.	Angelus Ind. de Prod. Odontológicos Ltda. Londrina, PR, Brasil.
Adper Single Bond 2	Bis-GMA, 2-hidroxietilmetacrilato (HEMA), diuretano dimetacrilato, copolímero do ácido polialcenóico, canforoquinona, água, etanol, glicerol 1.3 dimetacrilato e 10% em peso de nanopartículas de sílica (cinco nanômetros).	Adesivo convencional de 2 passos e fotopolimerizável.	3M ESPE. Irvine, Califórnia, USA.
RelyX ARC cor A3	Pasta A: BisGMA, TEGDMA, polímero dimetacrilato, 68% em peso de partículas de zircônia/sílica, pigmentos, amina e sistema fotoiniciador. Pasta B: BisGMA, TEGDMA, polímero dimetacrilato, 67% em peso de partículas de zircônia/silica, peróxido de benzoíla.	Cimento resinoso adesivo de presa dual.	3M /USA. St. Paul, MN, USA.

<b>Material</b>	<b>Composição*</b>	<b>Classificação</b>	<b>Fabricante</b>
ED Primer	Líquido A: HEMA, 10-metacrilóiloxidecil diidrogeno fosfato (10-MDP), N-metacrilóil ácido 5-aminossalicílico (5-NMSA), N,N'-dietanol p-toluidina, água. Líquido B: 5-NMSA, sulfinato benzênico de sódio, N,N'-dietanol p-toluidina, água.	Adesivo autocondicionante de passo único e de presa química.	Kuraray Medical Inc. Kurashiki, Okayama, Japão.
Panavia 21	Pasta-base: vidro de bário silanizado, óxido de titânio silanizado, bisfenol A polietoxi dimetacrilato, dimetacrilato hidrofóbico, dimetacrilato hidrofílico, N,N'-dietanol p-toluidina, sulfinato aromático de sódio (TPBSS). Pasta catalisadora: sílica silanizada e coloidal, bisfenol A polietoxi dimetacrilato, 10-MDP, dimetacrilato hidrofóbico, peróxido de benzoíla.	Cimento resinoso de presa química.	Kuraray Medical Inc. Kurashiki, Okayama, Japão.
RelyX Unicem	Pó: pó de vidro, iniciador, sílica, pirimidina substituída, hidróxido de cálcio, composto peroxi, pigmento. Líquido: éster fosfórico metacrilato, dimetacrilato, acetato, estabilizador, iniciadores de presa química e dual.	Cimento resinoso auto-adesivo universal de presa dual.	3M ESPE/AG. Seefeld, Alemanha.

\* Segundo informações do fabricante

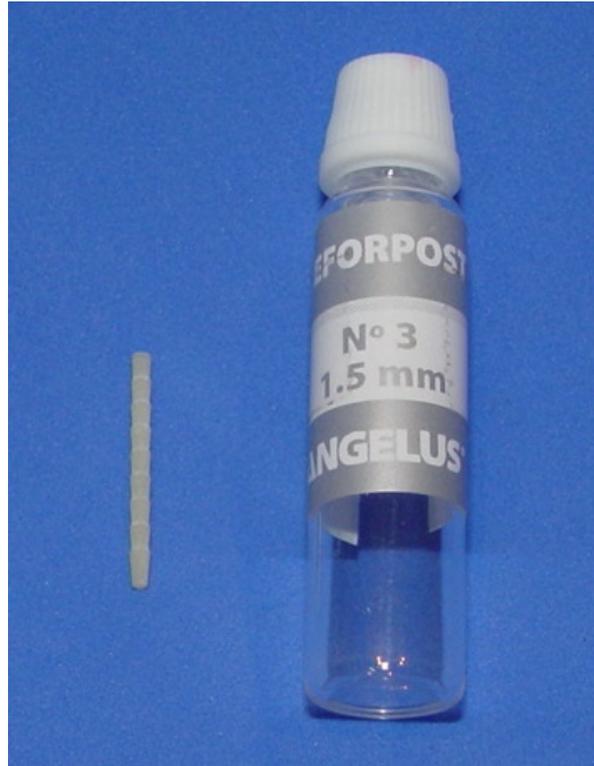


FIGURA 1 - Pino Reforpost Fibra de Vidro nº 3



FIGURA 2 - Sistema adesivo Single Bond 2 e cimento resinoso RelyX ARC



FIGURA 3 - Sistema adesivo ED Primer e cimento resinoso Panavia 21



FIGURA 4 - Cápsula e embalagem do cimento resinoso RelyX Unicem

### 3.2 Seleção e preparo dos dentes

Para a realização deste trabalho, foram utilizados 24 dentes humanos unirradiculares (incisivos centrais e caninos superiores e pré-molares inferiores), recém-extraídos por motivos ortodônticos ou periodontais, hígidos, sem curvatura radicular acentuada e com formas e diâmetros de canais semelhantes. Estes foram coletados em clínicas particulares e em postos de saúde da cidade de Fortaleza - Ceará - Brasil. Este procedimento foi realizado mediante autorização livre e esclarecida dos pacientes (Anexo A) conforme exigência do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Ceará (UFC), cuja carta de aprovação encontra-se anexada (Anexo B). Os dentes foram coletados em recipientes plásticos contendo solução antifúngica de água destilada com 0,1% de timol (Evidence Farmácia com manipulação, Fortaleza, CE, Brasil) como preservativo (BITTER et al., 2006c; ZOGHEIB, 2005) e armazenados nesta solução, em refrigerador, até a confecção dos corpos-de-prova. Após a realização das exodontias, os dentes foram limpos com curetas periodontais e pontas de ultra-som, para a remoção de placa, cálculo e restos de ligamento periodontal. O pesquisador envolvido no estudo utilizou máscaras, luvas e óculos de proteção, quando da manipulação dos dentes, em todas as etapas da pesquisa. Os corpos-de-prova foram confeccionados num período de no máximo três meses após as exodontias.

Os dentes selecionados, por meio de inspeção visual e radiografias periapicais, tiveram as suas coroas removidas por discos diamantados dupla-face (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) em baixa rotação, sob irrigação com água destilada. Posteriormente, os canais radiculares foram examinados para verificar se todos possuíam um diâmetro menor do que a broca recomendada pelo fabricante (Largo numero 5, com 1,5 mm de diâmetro) para o pino Reforpost número 3. As raízes foram então armazenadas em água destilada, sob refrigeração, sendo este o meio onde foram conservadas até o final do experimento.

Os pinos de fibra Reforpost Fibra de Vidro número 3, com 1,5 mm de diâmetro e 20 mm de comprimento, foram fixados, utilizando-se um dos seguintes sistemas de cimentação: um cimento resinoso de presa dual (RelyX ARC com um sistema adesivo convencional de dois passos: Single Bond 2); um cimento resinoso de presa química (Panavia 21 com um sistema adesivo autocondicionante de passo único: ED Primer); e um cimento resinoso auto-adesivo dual (RelyX Unicem). Cada

cimento foi utilizado com seu respectivo sistema adesivo (se necessário), sendo que para cada grupo experimental foram utilizadas oito raízes (2 incisivos centrais superiores, 3 caninos superiores e 3 pré-molares inferiores), distribuídas aleatoriamente, conforme mostra a Figura 5.

<b>Grupo</b>	<b>Cimento</b>	<b>Sistema adesivo</b>
1 (n = 8)	RelyX ARC (3M ESPE)	Single Bond 2 (3M ESPE)
2 (n = 8)	Panavia 21 (Kuraray)	ED Primer (Kuraray)
3 (n = 8)	RelyX Unicem (3M ESPE)	

FIGURA 5 - Quadro de distribuição dos grupos utilizados, combinando-se os sistemas adesivos com os cimentos

### **3.3 Tratamento endodôntico e desobstrução do conduto radicular**

As raízes tiveram seu comprimento determinado com o uso de uma lima tipo Kerr número 10 (Dentsply/Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) até o seu aparecimento no forame apical. O comprimento de trabalho foi determinado, subtraindo-se 1 mm dessa medida inicial. Os canais foram instrumentados até a lima tipo Kerr de número 40 (Dentsply/Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) no comprimento de trabalho. Posteriormente, foram realizados dois recuos com as limas 45 e 50. Os canais foram irrigados entre as trocas de limas com uma solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e ao final do preparo receberam uma irrigação com EDTA a 16% (Inodon, Porto Alegre, RS, Brasil) e foram secos com cones de papel absorvente (Dentsply/Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil). Os canais foram obturados pela técnica da condensação lateral com o uso de espaçadores digitais, utilizando-se um cone principal de guta-percha Medium (Konne, Belo Horizonte, MG, Brasil) e cones acessórios F e FF (Dentsply/Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) com o cimento endodôntico à base de óxido de zinco e eugenol Endofill (Dentsply/Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil). Após a obturação, foram removidos 2 mm de material obturador dos condutos, os canais foram restaurados com o cimento provisório

Cimpat branco (Septodont, Barueri, SP, Brasil) e as raízes foram novamente armazenadas em água destilada.

Após uma semana do tratamento endodôntico, foi realizado o preparo do conduto para a cimentação dos pinos. Foram desobstruídos 9 mm de guta-percha, inicialmente com pontas Rhein n° 1 aquecidas, e posteriormente com brocas de Largo n° 5 (Dentsply/Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil), padronizando o preparo do conduto de acordo com as especificações do fabricante dos pinos (1,5 mm de diâmetro) e deixando-se pelo menos 3 mm de material obturador no ápice (Figuras 6 e 7). Neste momento, o pino Reforpost n° 3 foi testado para verificar seu correto assentamento no espaço preparado do canal. Os canais radiculares foram irrigados com um tubete (1,8 ml) de EDTA a 16%, lavados abundantemente com água destilada e secos com dois cones de papel absorvente.

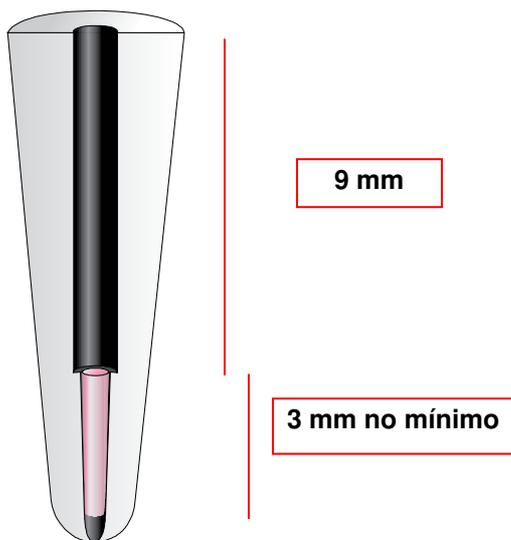


FIGURA 6 - Desobstrução do conduto



FIGURA 7 - Broca de Largo n° 5

### 3.4 Preparo das superfícies dos pinos

Os pinos de fibra de vidro foram limpos com álcool absoluto por 30 segundos e secos com jatos de ar, para efeito de limpeza da superfície. Foi aplicada uma camada de silano (Angelus, Londrina, PR, Brasil) com um pincel descartável

por um minuto e os excessos foram removidos com jatos de ar por cinco segundos. Todos esses passos seguiram as recomendações do fabricante.

### **3.5 Cimentação dos pinos de fibra do grupo 1 (cimento RelyX ARC e adesivo Single Bond 2)**

Para este sistema de cimentação, foi realizado o condicionamento da dentina intra-radicular com ácido fosfórico a 37% (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) por 15 segundos, seguido de lavagem do conduto com água destilada por mais 15 segundos e secagem com dois cones de papel absorvente. Foram aplicadas duas camadas consecutivas de adesivo, utilizando-se um “microbrush”, e o excesso foi removido com cones de papel absorvente e um jato de ar por 5 segundos. Foi realizada a fotopolimerização do adesivo por dez segundos com o aparelho de luz halógena Optiligth Plus (Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil), com intensidade de 600 mW/cm<sup>2</sup>. A ponta da unidade de luz foi posicionada na entrada do canal. Tal aparelho possui um radiômetro acoplado, o que permitiu a aferição da intensidade da luz halógena antes de cada fotopolimerização dos materiais. Foram aplicadas mais duas camadas de adesivo, removido o excesso como descrito anteriormente e nova fotopolimerização por dez segundos foi efetuada. O adesivo foi também aplicado na superfície do pino de fibra. A seguir, o cimento RelyX ARC (pasta A e pasta B) foi proporcionado em um bloco para mistura e manipulado por dez segundos. O cimento foi levado ao canal com uma sonda periodontal e uma fina camada foi espalhada sobre o pino. O pino foi posicionado e estabilizado manualmente no interior do canal. Após três minutos, o excesso de cimento foi removido com uma sonda exploradora e a foto-ativação foi efetuada por 40 segundos pela superfície oclusal, com a ponta do aparelho de luz encostada no pino.

### **3.6 Cimentação dos pinos de fibra do grupo 2 (cimento Panavia 21 e adesivo ED Primer)**

Uma gota de cada frasco (A e B) do adesivo ED Primer foi dispensada em um recipiente plástico fornecido pelo fabricante e estas foram misturadas por cinco segundos. A solução foi aplicada nas paredes do canal com um “microbrush”

saturado e aguardou-se um tempo de 60 segundos. O excesso de adesivo foi removido do canal com leves jatos de ar por cinco segundos e dois cones de papel absorvente. O adesivo foi também aplicado na superfície do pino de fibra. A seguir, o cimento Panavia 21 (pasta-base e catalisadora) foi proporcionado em um bloco para mistura e manipulado por 20 a 30 segundos. O cimento foi aplicado somente sobre o pino, conforme instruções do fabricante. O pino foi posicionado e estabilizado manualmente por um minuto no interior do canal. Após este tempo, o excesso de cimento foi removido com uma sonda exploradora e aplicou-se o “Oxyguard” (Kuraray, Kurashiki, Okayama, Japão) sobre toda a superfície do cimento resinoso. Depois de três minutos, procedeu-se à remoção deste material com jatos de água.

### **3.7 Cimentação dos pinos de fibra do grupo 3 (cimento RelyX Unicem)**

Para as raízes do grupo 3, não foi realizado nenhum preparo prévio na dentina. Uma cápsula (Aplicap) do cimento RelyX Unicem foi inserida no aparelho ativador (Figura 8) e este foi pressionado para baixo e assim mantido por quatro segundos. A cápsula foi removida do ativador e colocada no aparelho amalgamador Amalga Mix (Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil), onde foi misturada em velocidade máxima por 15 segundos. O material foi então retirado do amalgamador e posicionado no aplicador (Figura 9) fornecido pelo sistema. O cimento foi aplicado somente sobre o pino, conforme instruções do fabricante. O pino foi posicionado e estabilizado manualmente no interior do canal. O RelyX Unicem foi fotopolimerizado por dois segundos, somente para facilitar a remoção do excesso de cimento com uma sonda exploradora. Posteriormente, a foto-ativação foi efetuada por 20 segundos pela superfície oclusal, com a ponta do aparelho de luz encostada no pino.



FIGURA 8 - Cápsula do RelyX Unicem dentro do aparelho ativador



FIGURA 9 - Cápsula do RelyX Unicem dentro do aparelho aplicador

### 3.8 Seccionamento das raízes e teste de extrusão (“push-out”)

Após a cimentação dos pinos, os espécimes foram armazenados em água destilada por um período de sete dias. Passado este tempo, as raízes foram unidas com cera pegajosa a um bloco de resina acrílica com o auxílio do Delineador B2

(Bioart, São Carlos, SP, Brasil), fazendo com que os pinos ficassem posicionados perpendicularmente à plataforma deste aparelho (Figura 10). As raízes foram então seccionadas em uma máquina de corte de precisão em baixa rotação (South Bay Technology, San Clemente, CA, USA), sob irrigação com água destilada, com um disco diamantado (South Bay Technology, San Clemente, CA, USA) de 0,33 mm de espessura (Figura 11). O primeiro corte foi realizado a 1 mm da porção mais cervical da raiz. Foram obtidas três secções de corte para cada dente. Estas secções foram denominadas de terço cervical, terço médio e terço apical em relação à porção do conduto radicular preparado para receber o pino. Após os cortes, os espécimes foram aferidos com um paquímetro mecânico com 0,02 mm de precisão (Mitutoyo, Suzano, SP, Brasil) para verificar a correta espessura de cada um deles (Figura 12). As secções de corte obtidas possuíam aproximadamente 1,98 mm de espessura.



FIGURA 10 - Raiz unida ao bloco de resina com cera pegajosa, com o auxílio do delineador

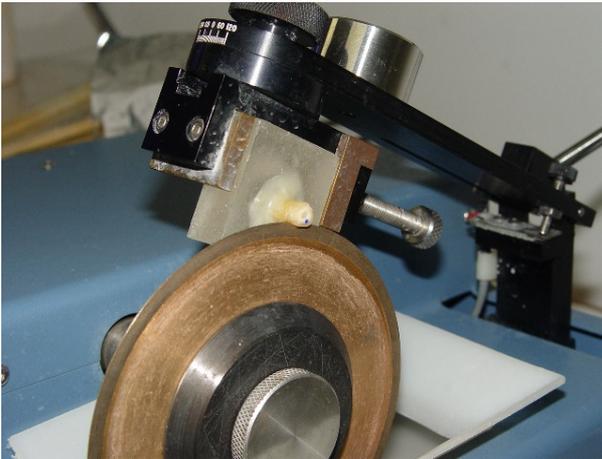


FIGURA 11 - Secionamento das raízes com disco diamantado em baixa rotação



FIGURA 12 - Aferição da espessura dos espécimes com paquímetro

Cada secção de raiz foi posicionada no centro de um suporte de aço, com uma abertura de 3 mm (DHERT et al., 1992), acoplado a uma máquina de ensaio universal (Instron modelo 4443, Norwood, MA, USA) com a face coronária voltada para baixo. Uma haste de aço inoxidável com 1 mm de diâmetro, somente em contato com a área central do pino, foi pressionada para baixo com a máquina operando com uma célula-carga de 1 KN e com uma velocidade de 0,5 mm/min (Figuras 13 e 14).

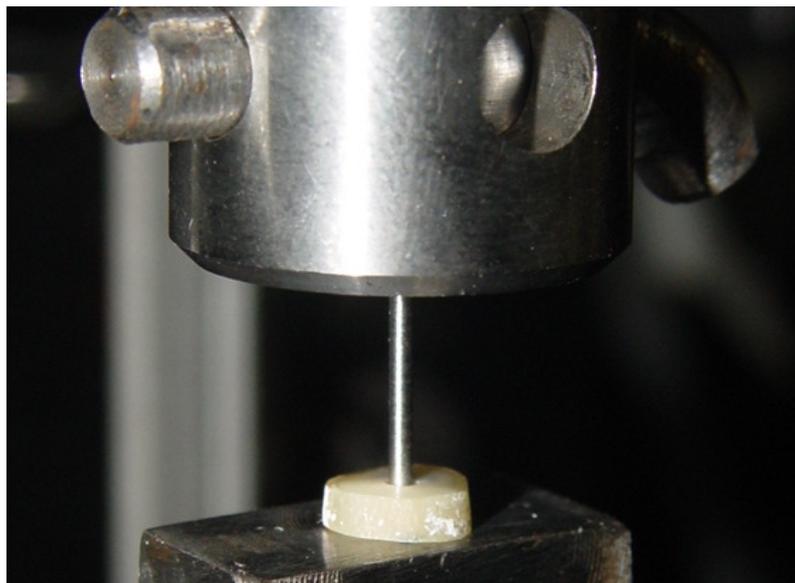


FIGURA 13 - Espécime posicionado sobre suporte de aço e pino metálico pressionando o pino de fibra

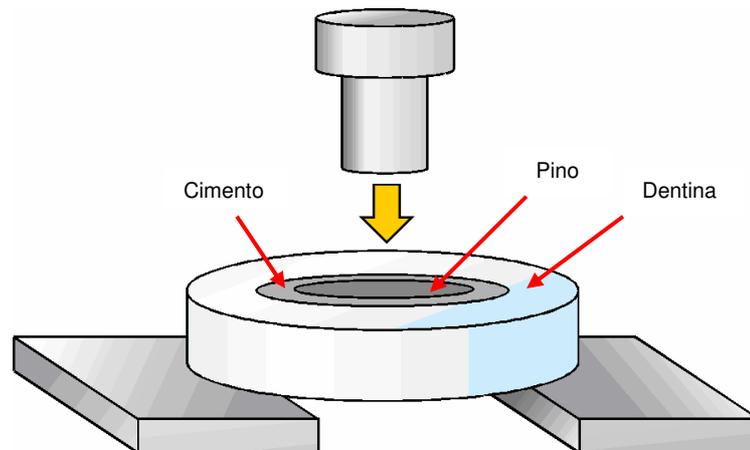


FIGURA 14 - Representação esquemática do teste de “push-out”, adaptado de Bolhuis et al. (2004)

### 3.9 Cálculo da resistência de união e análise estatística

Os valores de resistência de união (MPa) foram calculados pela divisão da força máxima exercida para o deslocamento do pino, em N, pela área (A) da interface adesiva. A fórmula para o cálculo da área foi:  $A = 2 \pi r h$ , onde  $\pi$  é a constante 3,14; r representa o raio do pino após o preparo, em mm; e h representa a espessura do disco de dentina, em mm. Os valores foram registrados e submetidos à análise estatística.

Para testar as diferenças significativas entre as resistências de união de cada cimento nos terços cervical, médio e apical, utilizou-se a análise de variância (ANOVA) de um fator. Para os grupos que apresentaram diferenças significativas, aplicou-se o pós-teste Tukey. Os resultados obtidos para as resistências de união medidas foram expressos pela média  $\pm$  desvio-padrão. As diferenças foram consideradas significativas quando apresentaram um valor de  $p$  menor que 0,05.

## 4 RESULTADOS

A Tabela 2 mostra os resultados colhidos para a resistência de união média obtida com a utilização dos sistemas de cimentação Panavia 21/ED Primer, RelyX ARC/Single Bond 2 e RelyX Unicem medidas nos terços cervical, médio e apical das raízes testadas.

TABELA 2 - Resultados da resistência de união média com seus respectivos desvio-padrão nos terços das raízes para todos os cimentos utilizados

Terço do Dente	Resistência Adesiva (MPa) ± Desvio-padrão		
	RelyX ARC/Single Bond 2	Panavia 21/ED Primer	RelyX Unicem
Cervical	7,90 ± 5,52	3,22 ± 1,57	8,82 ± 4,19
Médio	7,07 ± 3,01	2,70 ± 1,48	5,73 ± 1,73
Apical	8,11 ± 2,62	1,41 ± 0,74	5,49 ± 3,09

A partir dos resultados, buscou-se testar se havia diferenças significativas na resistência de união obtida para cada região (terço) do conduto (cervical, médio e apical) dentro de cada grupo de cimento. Para tanto, como mencionado anteriormente, aplicou-se a análise de variância de um fator. Como pode ser observado nas Tabelas de 3 a 5, os testes revelaram que, com exceção dos dentes nos quais foi aplicado o cimento Panavia 21, os pontos de medição da resistência de união não apresentaram diferenças significativas entre si ( $p > 0,05$ ).

TABELA 3 - Análise de Variância (ANOVA) para comparação da resistência de união entre os terços (cervical, médio e apical), ao se utilizar o cimento Panavia 21/ED Primer

Fonte da variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F	P
Grupo	14,02	2,00	7,01	4,05	0,03**
Resíduos	36,31	21,00	1,73		
Total	50,34	23,00			

\* Não significativa ( $p > 0,05$ )

\*\* Significante ( $p < 0,05$ )

TABELA 4 - Análise de Variância (ANOVA) para comparação da resistência de união entre os terços (cervical, médio e apical), ao se utilizar o cimento RelyX ARC/Single Bond 2

Fonte da variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F	P
Grupo	4,85	2,00	2,42	0,16	0,86*
Resíduos	325,16	21,00	15,48		
Total	330,01	23,00			

\* Não significativa ( $p > 0,05$ )

\*\* Significante ( $p < 0,05$ )

TABELA 5 - Análise de Variância (ANOVA) para comparação da resistência de união entre os terços (cervical, médio e apical), ao se utilizar o cimento RelyX Unicem

Fonte da variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F	P
Grupo	50,24	2,00	25,12	2,60	0,10*
Resíduos	192,86	20,00	9,64		
Total	243,10	22,00			

\* Não significativa ( $p > 0,05$ )

\*\* Significante ( $p < 0,05$ )

Os resultados da Tabela 6, após a análise do teste de Tukey, mostram que, ao se utilizar o cimento Panavia 21, o terço apical apresentou diferenças significativas dos demais na obtenção da resistência de união.

TABELA 6 - Comparação dos terços, ao se utilizar o cimento Panavia 21/ED Primer

Terços	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
Cervical	3,22 <sup>A*</sup>	1,57	48,75%
Médio	2,70 <sup>A</sup>	1,48	54,63%
Apical	1,41 <sup>B</sup>	0,74	52,35%

\* Grupos com a mesma letra não possuem diferenças significativas entre si.

Para testar as diferenças entre os três tipos de cimentos utilizados para cada terço do conduto (cervical, médio e apical), aplicou-se a análise de variância de

um fator. Como pode ser observado nas Tabelas de 7 a 9, os testes revelaram que existem diferenças significativas entre os cimentos para os três terços testados. Em seguida foi aplicado o teste Tukey (Tabelas 10 a 12) para identificar a origem das diferenças.

TABELA 7 - Análise de Variância (ANOVA) para comparação da resistência de união medida no terço cervical entre os tipos de cimentos testados

<b>Fonte da variação</b>	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Quadrados Médios</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Grupo	139,24	2,00	69,62	4,14	0,03**
Resíduos	335,98	20,00	16,80		
Total	475,21	22,00			

\* Não significativa ( $p > 0,05$ )

\*\* Significante ( $p < 0,05$ )

TABELA 8 - Análise de Variância (ANOVA) para comparação da resistência de união medida no terço médio entre os tipos de cimentos testados

<b>Fonte da variação</b>	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Quadrados Médios</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Grupo	80,22	2,00	40,11	8,46	0,00**
Resíduos	99,62	21,00	4,74		
Total	179,85	23,00			

\* Não significativa ( $p > 0,05$ )

\*\* Significante ( $p < 0,05$ )

TABELA 9 - Análise de Variância (ANOVA) para comparação da resistência de união medida no terço apical entre os tipos de cimentos testados

<b>Fonte da variação</b>	<b>Soma dos Quadrados</b>	<b>Graus de Liberdade</b>	<b>Quadrados Médios</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Grupo	182,78	2,00	91,39	16,16	0,00**
Resíduos	118,73	21,00	5,65		
Total	301,51	23,00			

\* Não significativa ( $p > 0,05$ )

\*\* Significante ( $p < 0,05$ )

TABELA 10 - Comparação dos resultados dos cimentos utilizados para o terço cervical

<b>Grupos</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio-Padrão</b>	<b>Coefficiente de Variação</b>
RelyX ARC/Single Bond 2	7,90 <sup>AB*</sup>	5,52	69,88%
Panavia 21/ED Primer	3,22 <sup>B</sup>	1,57	48,75%
RelyX Unicem	8,82 <sup>A</sup>	4,19	47,48%

\* Grupos com a mesma letra não possuem diferenças significativas entre si.

Como pode ser visto na Tabela 10, para o terço cervical, o cimento Panavia 21/ED Primer apresentou diferenças significativas somente do cimento RelyX Unicem, enquanto os cimentos RelyX ARC/Single Bond 2 e RelyX Unicem não apresentaram diferenças significativas estatisticamente.

TABELA 11 - Comparação dos resultados dos cimentos utilizados para o terço médio

<b>Grupos</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio-Padrão</b>	<b>Coefficiente de Variação</b>
RelyX ARC/Single Bond 2	7,07 <sup>A*</sup>	3,01	42,60%
Panavia 21/ED Primer	2,70 <sup>B</sup>	1,48	54,63%
RelyX Unicem	5,73 <sup>A</sup>	1,73	30,10%

\* Grupos com a mesma letra não possuem diferenças significativas entre si.

TABELA 12 - Comparação dos resultados dos cimentos utilizados para o terço apical

<b>Grupos</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio-Padrão</b>	<b>Coefficiente de Variação</b>
RelyX ARC/Single Bond 2	8,11 <sup>A*</sup>	2,62	32,33%
Panavia 21/ED Primer	1,41 <sup>B</sup>	0,74	52,35%
RelyX Unicem	5,49 <sup>A</sup>	3,09	56,22%

\* Grupos com a mesma letra não possuem diferenças significativas entre si.

Os resultados das Tabelas 11 e 12 revelam que, para os terços médio e apical, o cimento Panavia 21 apresentou a menor média de resistência de união com diferenças significativas do cimento RelyX ARC/Single Bond 2 e do RelyX Unicem,

assim como no terço cervical, e os cimentos RelyX ARC/Single Bond 2 e RelyX Unicem não apresentaram diferenças significativas estatisticamente.

A partir dos resultados, é fácil identificar a superioridade da resistência de união obtida com os cimentos RelyX ARC/Single Bond 2 e RelyX Unicem com relação ao cimento Panavia 21. As Figuras a seguir possibilitam uma visualização mais abrangente dos resultados.

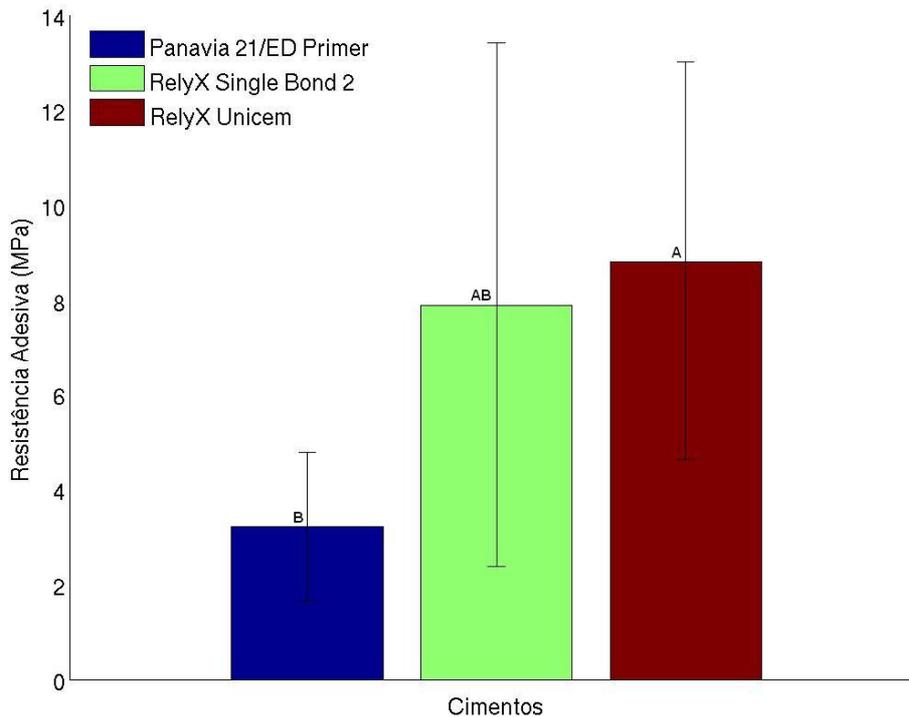


FIGURA 15 - Resistência de união do terço cervical do conduto radicular de acordo com os materiais de cimentação

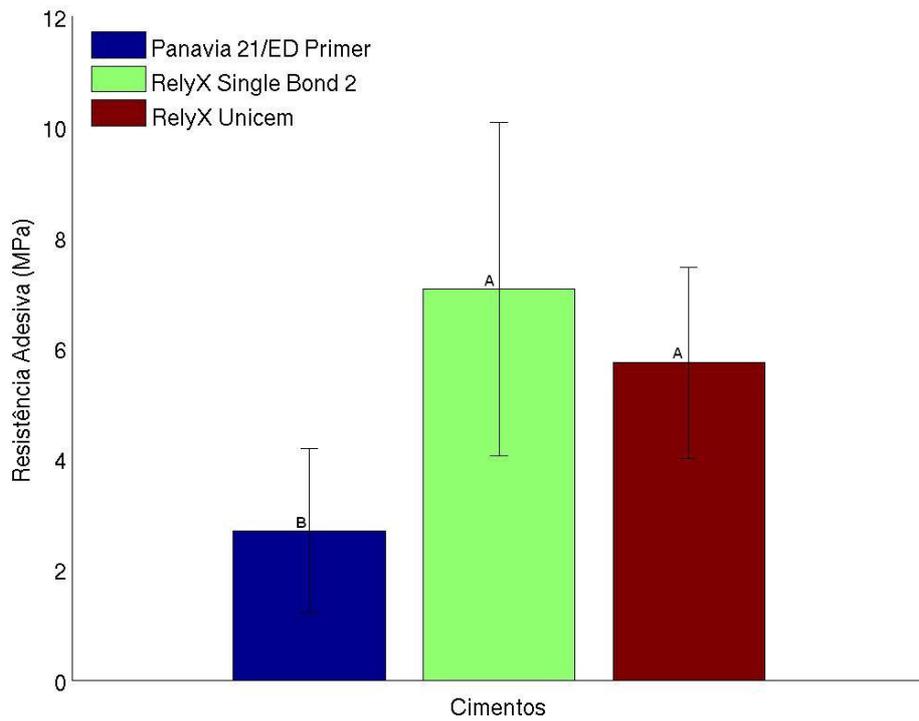


FIGURA 16 - Resistência de união do terço médio do conduto radicular de acordo com os materiais de cimentação

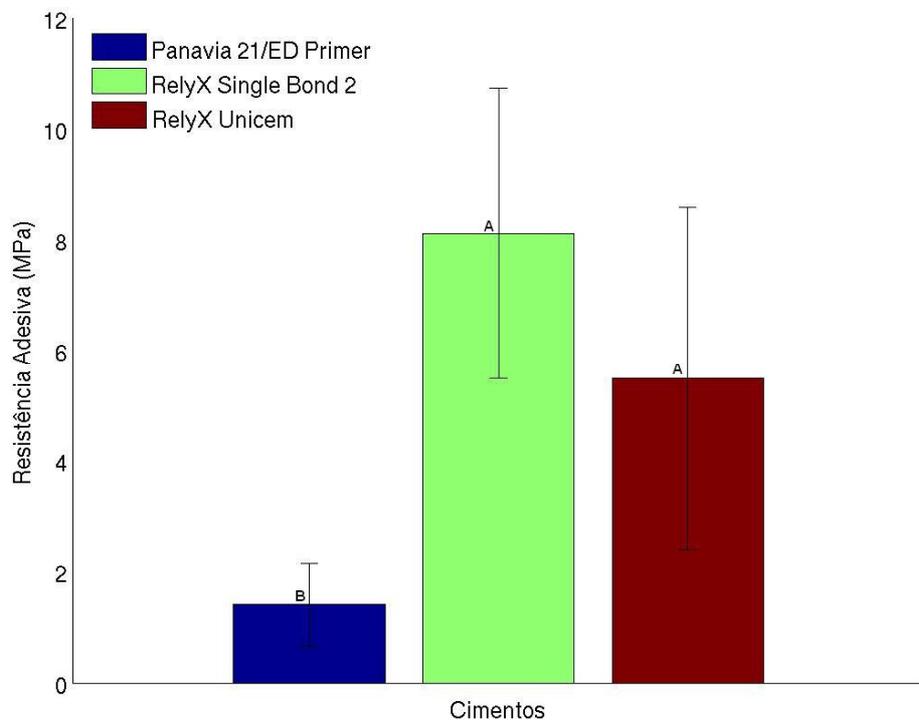
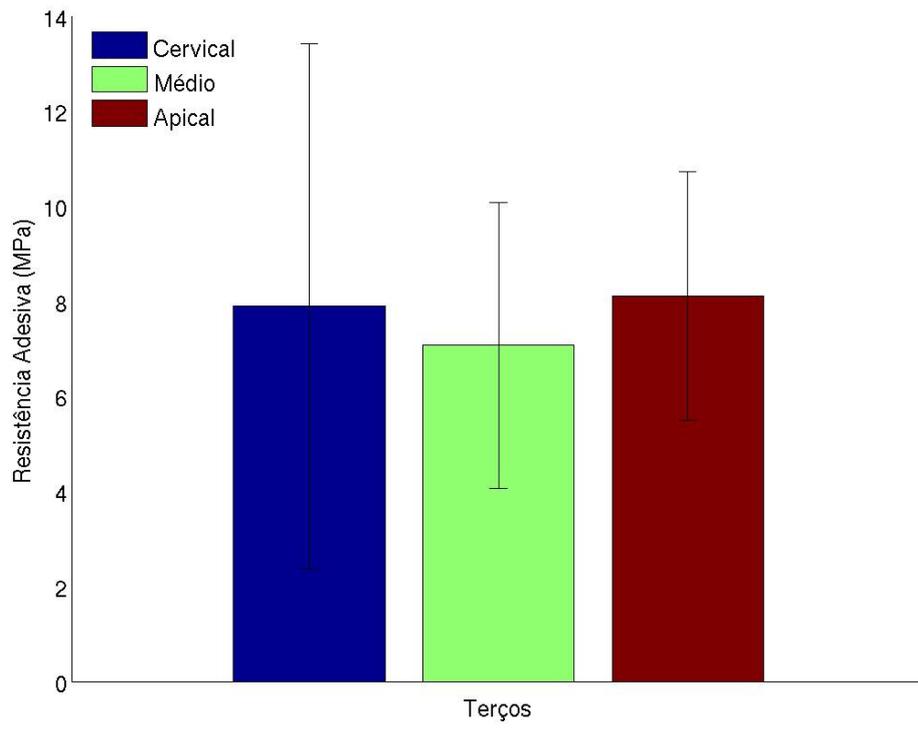


FIGURA 17 - Resistência de união do terço apical do conduto radicular de acordo com os materiais de cimentação



ERROR: stackunderflow  
OFFENDING COMMAND: ~

STACK: