

***Leonardo Maciel Campos***

***EFEITO DE MATERIAL CIMENTANTE E  
DO TEMPO NA RESISTÊNCIA ADESIVA  
DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO***

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” para obtenção do título de Doutor em Odontologia (Área de Concentração: Dentística Restauradora).

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Maria Salete Machado  
Candido

**ARARAQUARA**

**2007**

**Campos, Leonardo Maciel**

**Efeito de material cimentante e do tempo na resistência adesiva de pinos de fibra de vidro. / Leonardo Maciel Campos. – Araraquara: [s.n.], 2007.**

**127f. ; 30 cm.**

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Odontologia.

**Orientadora: Profa. Dra. Maria Salete Machado Candido**

1. Cimentos dentários 2. Resistência à tração  
3. Saliva artificial 4. Adesivos dentinários I. Título.

**LEONARDO MACIEL CAMPOS**

**EFEITO DE MATERIAL CIMENTANTE E DO TEMPO NA  
RESISTÊNCIA ADESIVA DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO**

**COMISSÃO JULGADORA**

**TESE PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR**

Presidente e Orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Maria Salete Machado Candido

2º Examinador Prof. Dr. Abraham Lincoln Calixto

3º Examinador Prof. Dr. Luiz Alberto Plácido Penna

4º Examinador Prof. Dr. José Roberto Cury Saad

5º Examinador Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi

Araraquara, 11 de setembro de 2007.

## Dados Curriculares

**NASCIMENTO:** 06.11.1962 – Porto Alegre/RS

**FILIAÇÃO:** Leó Umberto Campo  
Vilma Maciel Campos

**1985-1989:** Curso de Graduação  
Faculdade de Odontologia da PUCRS

**1992-1993:** Curso de Especialização em Dentística Restauradora  
Faculdade de Odontologia da PUCRS

**1996-1997:** Professor Auxiliar da Disciplina de Urgência e Triagem do Curso de Odontologia da Ulbra / Campus Canoas - RS

**1998-2001:** Curso de Pós-Graduação em Dentística Restauradora, Nível de Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

**2001-2004:** Professor Adjunto de Dentística Restauradora do Curso de Odontologia da Ulbra/ Campus Cachoeira do Sul – RS

**2004-2007:** Curso de Pós Graduação em Dentística Restauradora, Nível de Doutorado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho ao Professor José Plínio Furtado Rahde, responsável por meu ingresso na carreira Docente e, sobretudo, pela confiança em mim depositada desde os tempos de graduação.

A nossa amizade assim como teus ensinamentos científicos e técnicos, eu os levarei para sempre, já o respeito e admiração por tua pessoa, são renovados a cada dia.

## **Agradecimentos Especiais**

Aos meus pais Léo e Vilma Campos pelo incentivo e força nos momentos mais difíceis dessa caminhada.

À minha esposa Rosane e filhas Ana Carolina e Ana Clara pelas palavras de apoio e coragem nos momentos de minha ausência. Vocês representam a esperança de um futuro melhor!

Aos meus irmãos Vladimir e Maria Cleci por estarem sempre ao meu lado.

A minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Salete Machado Candido pela orientação científica e comprometimento em todas as etapas deste trabalho assim como, todo o trabalho desenvolvido ao longo de sua carreira Docente, cujo objetivo, foi sempre elevar o nome da Faculdade de Odontologia de Araraquara em nível nacional.

Muito obrigado!

## **Agradecimentos**

Aos meus colegas e amigos Prof. Dr. Fábio Hermann Coelho de Souza e Prof. Dr. Celso Afonso Klein Júnior pela competência e espírito de equipe, quando da minha ausência durante o Curso de Doutorado. A convivência em harmonia e a grande amizade jamais serão esquecidas.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista - "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, na pessoa de sua Diretora Rosemery Adriana Chiérici Marcantonio e seu vice-diretor José Cláudio Martins Segalla.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara, pela atenção dedicada.

Aos Professores de Dentística, do Departamento de Odontologia Restauradora: Maria Salete Machado Candido, Marcelo Ferrarezi, José Roberto Cury Saad, Osmir Baptista de Oliveira Júnior, Sillas Luiz Lordelo Duarte Júnior, Sizenando de Toledo Porto Neto, Welington Dinelli, pela atenção e conhecimentos transmitidos.

À Professora Maria Helena Matsumoto Komasti Leves pelo excelente trabalho de correção e revisão da bibliografia.

Aos funcionários da biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araraquara pela gentileza e competência com que sempre me atenderam.

Aos funcionários do Departamento de Pós-Graduação pelo respeito, eficiência e amizade para com todos os alunos de pós-graduação.

Aos funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora, pela atenção e colaboração.

Aos colegas de turma: Cláudia Freitas, Cristina Takeuchi, João Kina, Renato Roperto, Rinaldo Telles, Júlio Ueda e Walisson Vasconcelos.

Aos técnicos de laboratório Cláudio Tita, Vanderlei e Mário pelo apoio na execução da parte experimental deste trabalho.

Ao Professor Dr. Luis Geraldo Vaz pela grande colaboração na realização do teste piloto deste trabalho.

A cirurgiã-dentista Carla Biscaglia responsável pelas ilustrações deste trabalho.

Ao técnico do SENAI (São Leopoldo/RS), Laércio Rigodanzo, pelo auxílio na realização dos ensaios de tração mecânica.

À colega Roberta Esberard pela realização do tratamento endodôntico nas raízes bovinas utilizadas neste trabalho.

À Simone Echeveste pela realização do teste estatístico.

Ao colega de turma Prof. Dr. Eraldo Luiz Batista Júnior pela versão em inglês do resumo deste trabalho.



“Somente quem não encara as coisas materiais como coisas materiais, podem ser  
senhor das coisas”

Chang Tse (335-275 a.C.)

## SUMÁRIO

<b>Resumo .....</b>	<b>11</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>13</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>15</b>
<b>Revisão da literatura .....</b>	<b>19</b>
<b>Proposição .....</b>	<b>74</b>
<b>Material e método .....</b>	<b>76</b>
<b>Resultado .....</b>	<b>100</b>
<b>Discussão .....</b>	<b>105</b>
<b>Conclusão .....</b>	<b>115</b>
<b>Referências .....</b>	<b>117</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>124</b>

Campos LM. Efeito de material cimentante e do tempo na resistência adesiva de pinos de fibra de vidro [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2007.

## Resumo

O objetivo desse estudo foi avaliar *in vitro* a resistência à tração de pinos de fibra de vidro cimentados em raízes de dentes bovinos com quatro agentes cimentantes em dois períodos de tempo de armazenamento em saliva artificial: com 48 horas e após 240 dias. Para tal, foram utilizadas 80 raízes de dentes bovinos que, após tratamento endodôntico, foram divididas em 8 grupos com 10 raízes para cada grupo. Para a fixação dos pinos foram utilizados 4 diferentes agentes cimentantes sendo que, os quatro primeiros grupos foram armazenados em saliva artificial por 48 horas antes do teste de tração; a saber: Grupo I – cimento resinoso dual (Rely X e Adper Single Bond-3M/ESPE), Grupo II – cimento de ionômero de vidro (Bioglass “C”- BIODINÂMICA), Grupo III – cimento de fosfato de zinco (SS WHITE), Grupo IV – cimento resinoso quimicamente ativado (C&B Cement e One-Step/ BISCO). Os outros 4 Grupos (V, VI, VII e VIII) receberam os mesmos agentes cimentantes citados acima e na mesma seqüência porém, armazenados em saliva artificial por 240 dias antes da realização do teste de resistência à tração em uma Máquina de Ensaio Universal (VERSAT 500) à velocidade de deslocamento de 1,0 mm/min. Os dados foram catalogados e submetidos à análise estatística mediante os testes Análise de Variância, Tukey e t-student. Os resultados mostraram após 48 horas de armazenamento, o comportamento dos Grupos em estudo e podem assim

ser representados:  $G IV > G III > G I > G II$ , no entanto, após 240 dias:  $G VIII = G VII \geq G VI \geq G V$ ; concluindo que: a resistência à tração de pinos de fibra de vidro; cimentada em raízes bovina, foi influenciada com o tempo, pois, quanto maior o tempo de envelhecimento, menor é o valor da resistência, com exceção do cimento de ionômero de vidro.

Palavras-chave: Cimentos dentários; resistência à tração; saliva artificial; adesivos dentinários.

Campos LM. Effect of cementing material and time on tensile bond strength of fiber glass posts [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2007.

#### Abstract

The purpose of the present investigation was to assess the in vitro tensile bond strength resistance of fiberglass posts retained with different cementing agents in bovine teeth at different time points, upon incubation with artificial saliva. To that end, eighty roots harvested from bovine teeth received endodontic treatment and were split into 8 groups (10 roots per group). The fiberglass posts were retained with four different cementing agents, and the first groups were incubated with artificial saliva 48 hours before the tensile test. The groups were distributed as follows: Group I – dual resin cement (Rely X e Adper Single Bond-3M/ESPE), Group II – glass ionomer cement (Bioglass “C”- BIODINÂMICA), Group III – zinc phosphate cement (SS WHITE) and Group IV – chemically activated resin cement (C&B Cement e One-Step/BISCO). The remaining four groups (V, VI, VII and VIII) were accordingly treated with the same cementing agents and conditions, except for the fact that they were incubated with artificial saliva for 240 days before being subjected to the tensile test using a Universal Testing Machine (VERSAT 500) at 1.0 mm/min. The data generated were collected and subjected to statistical analysis through ANOVA, Tukey post-hoc and Student-t tests. After 48 hours of incubation in artificial saliva, the outcome can be presented as follows regarding the traction test:  $G IV > G III > G I > G II$ . On the other hand, after 240 days of incubation the outcome was  $G VIII = G VII$

$\geq G_{VI} \geq G_V$ . The findings allow us to state that the tensile bond strength of fiberglass posts cemented in bovine teeth roots was affected by the variable time because the longer the aging the lower is the resistance, except the glass ionomer cement.

Keywords: Dental cements; tensile bond strength; saliva artificial; dentin bonding agents

# Introdução

---

# 1 Introdução

Atualmente, o uso de pinos estéticos pré-fabricados em dentes tratados endodonticamente, tem sido uma alternativa para restaurar dentes amplamente destruídos em razão de prover retenção ao material restaurador a ser utilizado, assim como, proteger o remanescente dental fragilizado em decorrência de múltiplas restaurações, cáries extensas, fraturas coronárias ou pelo próprio tratamento endodôntico que remove considerável quantidade de tecido dental.<sup>4,38</sup>

Os pinos radiculares e núcleos de preenchimento são utilizados com o objetivo de dar maior resistência à fratura radicular e possibilitar uma melhor retenção à restauração final. O sistema de pinos pré-fabricados de fibra de vidro apresenta características mecânicas que se assemelham muito mais à dentina quando comparados aos pinos metálicos pré-fabricados e fundidos. Esses novos materiais são fáceis de usar e tem a vantagem de reduzir o risco de fratura radicular por serem constituídos de fibras paralelas permitindo-os absorver e dissipar tensões.<sup>14,38,47.</sup> Entre outras vantagens desse sistema de pinos pré-fabricados, podemos evidenciar a possibilidade de um preparo mais conservador do canal radicular para a cimentação dos pinos, menor número de sessões para a realização do tratamento reduzindo de custos, uma vez que não há a necessidade da etapa laboratorial.<sup>3,38,47.</sup> Atualmente, os pinos metálicos fundidos, deixaram de ser a única grande opção para restaurar dentes tratados endodonticamente, pelo fato de serem antiestéticos, de provocarem corrosão e possível escurecimento dental, em especial pelo potencial de promoverem fraturas radiculares, pois são materiais extremamente rígidos e absorvem pouco o *stress* mastigatório.



Muitos são os fatores que determinam a seleção de um sistema de pinos tais como: comprimento da raiz, anatomia do dente, largura do pino, configuração do canal radicular, quantidade de remanescente dental, *design* do pino, material que é confeccionado o pino, estética, etc. Esses fatores devem ser avaliados pelos clínicos, pois, é pouco provável que somente um único sistema de pinos satisfaça as exigências retentivas para todas as situações clínicas.<sup>14,38.</sup>

A seleção do material cimentante para a fixação de pinos pré-fabricados é de grande importância para o sucesso da cimentação no conduto radicular.<sup>16,38.</sup> Os pinos de fibra de vidro, segundo seus fabricantes, possuem uma matriz de resina obtida pela polimerização de um monômero resinoso e que deve ser compatível com o Bis-GMA e monômeros, presentes em alguns cimentos resinosos e, portanto, indicado para a cimentação adesiva dos pinos de fibra de vidro.<sup>38</sup> O cimento fosfato de zinco e o cimento de ionômero de vidro (CIV) são agentes cimentantes, freqüentemente usados pela facilidade de manipulação e também pela história de sucesso em procedimentos de cimentação.<sup>32,47,54</sup> Os sistemas adesivos utilizam o condicionamento ácido para remover a *smear layer* e desmineralizar a dentina, de forma que, uma rede de fibras colágenas fique exposta para a infiltração do monômero resinoso do sistema adesivo, formando a camada híbrida e desse modo, criando retenção micromecânica. Essa adesão micromecânica, assim como o material cimentante pode falhar em função de vários fatores e, portanto, todos os procedimentos realizados devem ser rigorosamente observados; desde o tratamento endodôntico até o momento da cimentação do pino, deste modo as soluções irrigadoras, assim como os materiais obturadores e seladores, podem interferir na adesão de pinos junto às paredes dentinárias.<sup>4,15-17</sup>

Outro fator a ser considerado no momento da cimentação é o modo de ativação e aplicação do cimento resinoso, assim como, a escolha do tipo de sistema adesivo.<sup>15-17</sup> Ainda que os resultados de alguns trabalhos mostrem uma melhor combinação das propriedades físicas e mecânicas, a fotopolimerização de materiais resinosos, ainda se faz necessária para maximizar força e rigidez. Por outro lado, a profundidade de polimerização e a característica estrutural do substrato dentinário são fatores que podem levar a cimentação adesiva ao insucesso, assim como o envelhecimento dos materiais cimentantes com o passar do tempo, em razão do *stress* mastigatório e do meio úmido da cavidade oral.

Portanto, alguns fatores deverão ser analisados com bases em evidências científicas, especialmente com relação aos elementos que podem interferir nos procedimentos adesivos tais como: ação das soluções irrigadoras dos canais radiculares e materiais obturadores; ativação química dos cimentos resinosos de dupla polimerização; sistemas adesivos utilizados e o comportamento dos agentes cimentantes, frente à resistência adesiva de pinos de fibra de vidro em dentina radicular. Mediante o exposto, justifica-se o presente trabalho que tem por objetivo mostrar por meio do teste de resistência à tração o desempenho, ao longo do tempo, de alguns materiais cimentantes na fixação de pinos radiculares.

# Revisão da literatura

---

## 2 Revisão da literatura

Em um trabalho clássico publicado em 1955, Buonocore<sup>8</sup> cita algumas possibilidades de se obter adesão entre materiais restauradores à base de resina acrílica e estrutura dental, como: 1) o desenvolvimento de novos materiais resinosos que teriam propriedades adesivas; 2) modificações nos materiais atuais para torná-los adesivos; 3) utilização de um adesivo na interface material restaurador/estrutura dental; e 4) alteração da superfície dental através do tratamento químico, com a finalidade de produzir uma nova superfície na qual os materiais atuais pudessem aderir. Desta forma, inspirado pela observação da utilização de ácido fosfórico pelas indústrias, com o objetivo de preparar as superfícies de metal para melhorar a adesão da pintura e coberturas de resina, o autor investigou o aumento da adesão de resinas acrílicas às superfícies de esmalte tratadas com ácido fosfórico a 85% ou com fosfomolibdato a 50% em conjunto com o ácido oxálico a 10%. A adesão produzida pelo tratamento com ácido fosfórico mostrou-se bem superior e mais duradoura que a produzida pelo tratamento com fosfomolibdato / ácido oxálico. Os resultados sugeriram que o aumento da adesão foi devido ao grande aumento em área de superfície e que o mesmo efeito poderia ser obtido com a utilização de outros ácidos.

Buonocore et al.<sup>9</sup>, em 1956, realizaram testes *in vitro* para verificar a capacidade de selamento marginal e resistência à tração de um adesivo dentinário à base de dimetacrilato ácido glicerofosfórico, em restaurações de resina acrílica realizadas em dentes humanos extraídos. Os testes mostraram que a resina acrílica

ligou-se fortemente à superfície dentinária dos dentes extraídos e que esta resistência de união pôde ser melhorada mediante condicionamento ácido da superfície dentinária com ácido clorídrico a 7%. Para as superfícies não condicionadas, as ligações adesivas iniciais foram de 28 Kg/cm<sup>2</sup>, sendo reduzidas para 15 Kg/cm<sup>2</sup> após três meses de imersão em água. Já para as superfícies condicionadas, as ligações adesivas iniciais foram de 53 Kg/cm<sup>2</sup>, sendo reduzidas para 28 Kg/cm<sup>2</sup> após cinco meses de imersão em água. Ficou sugerida a hipótese de que o adesivo dentinário teria a capacidade de unir-se quimicamente com a resina acrílica restauradora e com o tecido dentinário.

Segundo Bowen<sup>5</sup>, a grande evolução na área de restaurações de resina composta em dentes posteriores se deu por volta de 1960, e após várias pesquisas reuniu resina epóxica com resina acrílica, obtendo o Bis-GMA (*bisphenol A glicidil metacrilato*). O éster glicidil do bisfenol A reage com o metacrilato da resina acrílica, dando origem à resina de Bowen, que é a parte orgânica da resina composta. Uma carga inorgânica unida à matriz por meio de um agente de união (silano) foi adicionada, com o objetivo de melhorar as propriedades físicas e mecânicas deste material. A incorporação de pó de sílica tratado com silano vinílico em polímero orgânico, veio a reforçar este material. Este reforço deu um número de propriedades mais semelhantes as dos tecidos dentários do que as obtidas com resina dentária não reforçada. A mesma resina agregada com sílica não tendo o tratamento superficial do agente vinílico, tinha propriedades inferiores depois de imersão equivalente em água.

Em 1965, Bowen<sup>6</sup> realizou um trabalho com o objetivo de testar a hipótese que um co-monômero ativador de superfície pudesse melhorar a resistência à água da união entre uma resina acrílica e a dentina humana. O agente de união utilizado neste experimento foi o produto da reação de adição entre N-pentil glicol e glicidil metacrilato (NPG-GMA). A resistência de união entre a resina acrílica e a dentina, quando os corpos de prova não receberam este agente de união, e eram armazenados em água por 20 horas, girou em torno de 0-1,4 kg/cm<sup>2</sup>. Quando da aplicação da solução de NPG-GMA, a resistência à tração da união situou-se entre 10,5 e 22,5 kg/cm<sup>2</sup>. A reaplicação da solução aumentou ainda mais a resistência de união entre o material e o substrato, chegando a 46 kg/cm<sup>2</sup>.

Nakabayashi et al.<sup>35</sup>, em 1982, realizaram um estudo verificando a efetividade da solução 4-META (4 metacriloxietil trimetacrilato anidro) na adesão de um cilindro de acrílico ao esmalte e à dentina (bovina e humana) condicionados com uma solução formada pela mistura de ácido cítrico a 10% e cloreto férrico a 3%. Observaram que monômeros resinosos com grupos hidrofóbicos e hidrofílicos, como o 4-META, infiltravam-se por entre as fibras colágenas expostas pelo tratamento ácido e, após polimerização, constituía-se em uma zona mista, ácida resistente de dentina desmineralizada e permeada pela resina, denominada de “camada híbrida”. Tal camada promovia um aumento na resistência de união da resina composta à dentina. Este trabalho foi considerado um marco no estudo dos adesivos dentinários por ter demonstrado que a obtenção de uma ótima adesão não se dava exclusivamente pela formação de tags no interior dos túbulos dentinários como se

acreditava até então, mas principalmente pela retenção micro-mecânica dos agentes resinosos com as fibras colágenas da dentina intertubular.

Em 1984, Goldman et al.<sup>21</sup>, avaliaram o efeito da *smear-layer* na resistência à tração de pinos metálicos pré-fabricados, cimentados com cimento de fosfato de zinco, cimento de poliacrilato e cimento resinoso. Desta forma, 100 dentes humanos, unirradiculares e recentemente extraídos, foram selecionados, suas coroas foram cortadas na altura da linha amelo-cementária, e os canais foram preparados para pino com brocas apropriadas, em diferentes profundidades: 4,0 mm e 7,0 mm. Em seguida, os dentes foram divididos em dois grupos de 60 dentes cada (GI e GII), sendo 30 dentes com preparo para pino até 4,0 mm de profundidade (GI A e GII A) e os demais com preparo até 7,0 mm (GI B e GII B). Nas amostras dos grupos GI A e GII A, a irrigação foi realizada com 2cc NaOCl a 5,25%, enquanto nas amostras dos grupos GI B e GII B a irrigação foi com 1cc de EDTA a 17%. Cada um destes grupos foi dividido em três subgrupos, de acordo com o material de cimentação utilizado: (1) cimento de fosfato de zinco; (2) cimento de poliacrilato; (3) cimento resinoso. Após uma semana de cimentação dos pinos, as amostras foram submetidas ao teste de tração em Máquina de Ensaio (Instron Corp.). Os resultados mostraram que os pinos cimentados com cimento resinoso, a 7,0 mm de profundidade, independente do tipo de solução irrigadora utilizada, foram duas vezes mais resistentes à tração que àqueles cimentados com cimento de fosfato de zinco e três vezes mais resistentes que os cimentados com cimento de poliacrilato.

Tjan, Nemetz<sup>52</sup>, em 1992, avaliaram o efeito residual do eugenol na retenção de pinos metálicos pré-fabricados, cimentados com cimento resinoso quimicamente ativado (Panavia Ex). Com exceção do Grupo I (controle), todos os canais radiculares dos dentes dos demais grupos foram contaminados com uma gota de eugenol (aproximadamente 0,04 ml) proveniente do líquido de um cimento endodôntico (Routh Eugenol USP, Roth International). Em seguida, todos os dentes foram armazenados a 37°C, em umidificador, por 7 dias, até a cimentação dos pinos. Os dentes contaminados com eugenol foram divididos aleatoriamente, de acordo com a solução de limpeza utilizada, a saber: (GII) água destilada; (GIII) água destilada e 2 ml de álcool etílico, (GIV) água destilada, 2 ml de álcool etílico, 2 ml de solução de ácido cítrico a 25% e água destilada, (GV) água destilada, 2 ml de álcool etílico e 1ml de acetona, (GVI) ácido fosfórico a 37% por 60 segundos e com água destilada, (GVII) água destilada e cimentação com cimento de fosfato de zinco. Após estes procedimentos, os pinos pré-fabricados foram cimentados com Panavia Ex (exceção Grupo VII), as amostras foram armazenadas por 7 dias, a 37° C em 10% de umidade, e em seguida foram submetidos ao teste de tração em Máquina Universal de Ensaio (Instron Corp.). A limpeza com álcool etílico e o condicionamento da dentina com ácido fosfórico a 37%, foram eficazes na retenção dos pinos intra-radiculares, entretanto, os melhores resultados foram apresentados pelo álcool etílico.

A infiltração do monômero resinoso, no interior da dentina quimicamente condicionada, é considerada a chave do aumento da adesão na interface resina/dentina. Desta forma, Gwinnett<sup>23</sup>, em 1993, avaliou, quantitativamente, a



contribuição da hibridização na resistência adesiva de uma resina composta a dentina. Para isso, 30 dentes humanos foram seccionados transversalmente na região do terço médio coronário e a dentina foi polida com discos de lixa 600; e em seguida, divididos em 3 grupos (GI) *smear-layer* intacta; (GII) remoção da *smear-layer* com Profy Jet; (GIII) condicionamento da dentina com ácido fosfórico a 37% por 20 segundos. Um quarto grupo foi formado por dez dentes fraturados no terço médio coronário. A superfície dentinária foi tratada com sistema adesivo All Bond 2, seguido da restauração com resina composta P50, polimerizada a cada incremento de 1,0 mm. Após armazenamento em água a 37° por 24 horas, as amostras foram submetidas ao teste de resistência adesiva em Máquina Universal de Ensaio, numa velocidade de 5,0 mm/min. Após o teste, a superfície dentinária das amostras foi avaliada em Microscopia Eletrônica de Varredura. A partir da análise estatística e das observações das fotomicrografias, os autores concluíram que a hibridização contribuiu aproximadamente em um terço na resistência adesiva.

Rueggeberg, Caughman<sup>42</sup> em 1993, analisaram o grau de conversão dos monômeros constituintes dos cimentos resinosos de polimerização “dual”: Uktra-Bond (Dent-Mat), Mirage FLC (Chamelon), Porcelite Dual Cure (Kerr) e Heliolink (Vivadent) em função de: (a) grupo de ativação exclusivamente química; (b) grupo fotoativado diretamente por 60 segundos; (c) grupo fotoativado durante 20 segundos com interposição de um disco de 1,5mm de resina composta e (d) grupo fotoativado por 60 segundos, porém com interposição de um disco de resina de 1,5mm de espessura, semelhante ao grupo anterior. A análise foi feita por meio de espectrometria de absorção na região do infravermelho nos períodos de 2,5,10 e 30

minutos, 1 e 24 horas após a espatulação dos materiais. Os resultados revelaram que o grupo de ativação exclusivamente química apresentou o menor grau de conversão quando comparado aos demais grupos, que receberam alguma intensidade de luz. Além disso, para a maioria dos sistemas testados, a polimerização avaliada aos dez minutos foi quase equivalente à correspondente às 24 horas, dentro de cada tipo de tratamento, e apesar das afirmações dos fabricantes, não houve evidências de uma indução significativa de polimerização química dos sistemas duais logo após a exposição à luz.

Powell<sup>40</sup>, em 1993, realizou um estudo *in vitro*, avaliando os efeitos dos materiais forradores nas propriedades de uma resina fotopolimerizável, visto que é difícil determinar, em nível clínico, se uma restauração fotopolimerizável atingiu um nível suficiente de polimerização, pois se for polimerizado uma camada espessa ou utilizada uma curta exposição à luz, as porções profundas do material da cavidade podem não polimerizar completamente. E ainda, em cavidades muito profundas, os clínicos cobrem o assoalho pulpar e paredes do preparo cavitário com material forrador para proteger o tecido pulpar vital do ataque de irritantes químicos. O estudo foi direcionado ao material forrador (forrador cavitário, cimento ou medicamento) sobre uma restauração realizada com resina de micropartículas. Os materiais forradores constituídos de hidróxido de cálcio, cimento de fosfato de zinco, cimento de policarboxilato de zinco, cimento de ionômero de vidro e cimento de óxido de zinco e eugenol foram proporcionados e misturados como especificado pelos respectivos fabricantes, e cada mistura foi transferida para uma folha de papel e distribuída uniformemente. As camadas endurecidas formaram aproximadamente

0,02 cm de espessura e foram recobertas com eugenol. Imediatamente após, esses papéis foram utilizados na produção de amostras de resina composta que foram polimerizadas contra um substrato de forrador cavitário, cimento e eugenol. As amostras foram, então, envelhecidas por uma câmara ambiental mantida em  $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e 100% de umidade relativa. Uma técnica de 2 incrementos foi utilizada para preencher as matrizes. O volume de cada incremento de compósito não polimerizado foi aproximadamente  $0,09\text{cm}^3$ . Em todos os casos, o primeiro incremento foi polimerizado antes do segundo incremento a ser colocado. A polimerização foi realizada por 40 segundos de exposição de cada incremento por uma fonte de luz artificial. Foram produzidas 84 peças, 12 peças testadas para cada seis grupos de experimento (um grupo de forrador, quatro grupos de cimento e um grupo de eugenol). As amostras polimerizadas foram transferidas para uma câmara ambiental, depois de 7 dias uma amostra de cada grupo e do grupo controle foi retirado da câmara e o restante foi retido, permitindo o envelhecimento durante um tempo adicional de 21 dias. Após, os pesquisadores utilizaram uma máquina de ensaio universal para avaliar o tempo e a carga empregada para cada teste. A mais alta resistência de tração do meio foi exibida por 28 dias de envelhecimento dos espécimes polimerizados e envelhecidos em contato com hidróxido de cálcio ou eugenol, mostraram resistência mínima. O eugenol e os subgrupos de controle de 28 dias permitiram os mais altos valores de meio e os mais baixos para o esforço na ruptura de tração, respectivamente. No entanto, estatisticamente o efeito do material forrador e o tempo de envelhecimento não tem significância na força da ruptura. A relação de estresse-força mais alta foi a amostra polimerizada com 7 dias de envelhecimento sobre o cimento policarboxilato de zinco, em contrapartida, a mais

baixa relação foi para amostras em contato com hidróxido de cálcio. No entanto, estatisticamente os efeitos do material forrador x tempo de envelhecimento na relação estresse/força não foram significantes.

Em 1994, Mitchell et al.<sup>32</sup>, tiveram como objetivo comparar em um estudo in vitro as cargas máximas e modos de falhas de quatro cimentos de ionômero de vidro para cimentação durante os testes de tração de pinos. Os dois cimentos incluídos no estudo tomaram como base o cimento de ionômero de vidro convencional químico, um cimento misturado manualmente e um cimento encapsulado, e tomou como base dois novos cimentos com química ativada pela luz, um cimento restaurador usado na proporção pó/líquido e um cimento experimental. Cento e quarenta incisivos bovinos foram cortados a 13 mm do ápice e preparado os canais para a colocação dos pinos com 1,75 mm de diâmetro e 9mm de comprimento. Pinos de liga de Ni/Cr/Mb foram fundidos e lixados antes da cimentação dentro das raízes com cada um dos cimentos. Vinte e quatro horas depois, os testes de tração dos pinos foram calibrados para a distensão a uma velocidade de 0.5 mm/min. As forças máximas e modos de falhas foram anotados. Os dados obtidos foram analisados usando um teste de Kruskal-Wallis. Os resultados mostraram que, a comparação das cargas máximas, revelou diferença significativa entre o cimento convencional encapsulado e todos os outros cimentos. Mostrou que a performance dos novos cimentos foi melhor que os cimentos convencionais e que pesquisas futuras in vitro e in vivo são necessárias para observarmos o comportamento dos cimentos de ionômero de vidro em situações clínicas nas quais a luz não é possível.

Em 1995, Peutzfeldt<sup>39</sup>, realizou um estudo para determinar o efeito da fotoativação no grau de desgaste e na quantidade de duplas ligações remanescentes (C=C) de alguns cimentos resinosos de dupla polimerização. Para análise da intensidade do desgaste, após a espatulação, os cimentos receberam um dos seguintes tratamentos: (a) fotoativação por 90 segundos ou (b) foram protegidos da ação da luz. Posteriormente, os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C durante uma semana e então submetidos ao desgaste em uma máquina desenvolvida especificamente para tal finalidade. A avaliação percentual da quantidade de duplas ligações remanescentes foi realizada por meio de espectrometria de absorção, na região do infravermelho das amostras, antes e após a polimerização. Após a análise dos dados, a autora pôde observar que nos cimentos cujo componente químico desencadeador da reação de polimerização era bastante eficaz, como o Duo Cement (Colténe), a fotopolimerização não diminuiu significativamente o desgaste, nem a quantidade de duplas ligações quando comparado com os grupos não fotoativados. Por outro lado, nos cimentos Dicor Cement (Vivadent) e Vita Cerec Duop Cement (Vita), altamente dependentes da luz, a fotoativação reduziu de forma significativa aqueles dois fatores.

Burrow et al.<sup>10</sup>, em 1996, avaliaram a resistência adesiva de quatro sistemas adesivos à dentina bovina, coronária e radicular, e analisaram a estrutura da camada híbrida formada nestes dois substratos. Inicialmente, sobre a superfície dentinária, tanto coronária como radicular, foi demarcada uma área, na qual foram aplicados os seguintes sistemas adesivos: All Bond 2; Super-Bond D-Liner Plus, Clearfil Liner Bond II e Pro-Bond. Os dentes foram armazenados em água deionizada a 37°C por

24 horas, e em seguida, submetidos ao teste de resistência adesiva. Os corpos-de-prova foram então preparados para análise da camada híbrida. O sistema adesivo All Bond 2 apresentou menor resistência adesiva na dentina coronária que na dentina radicular, enquanto o sistema Liner Bond II apresentou resultados opostos. Não houve diferenças significantes na resistência adesiva entre a dentina coronária e radicular para os sistemas Pro-Bond e Super-Bond D-Liner Plus. A camada híbrida pôde ser observada nos sistemas All Bond 2, Liner Bond II e Super-Bond D-Liner Plus, sem diferenças aparentes entre a camada híbrida formada na dentina coronária e radicular. No caso do sistema Pro-Bond, o qual a *smear layer* não foi removida antes da aplicação do *primer*, parece que a mesma foi incluída na camada híbrida. As diferenças na resistência adesiva podem ser devido aos diferentes mecanismos de adesão de cada material, bem como devido a diferenças no substrato coronário e radicular dos dentes bovinos.

McComb<sup>30</sup>, em 1996, realizou uma revisão de literatura sobre cimentos adesivos e de acordo com a autora, quando os cimentos resinosos são associados a procedimentos adesivos, estes promovem uma unidade extremamente forte, retentiva e praticamente indissolúvel aos fluidos orais, resultando em um selamento efetivo. Os problemas relacionados à espessura da película destes cimentos foram solucionados a partir da redução do tamanho das partículas e da adição de monômeros diluentes, resultando em uma linha de cimentação adequada. Ainda segundo a autora, nem todos os cimentos de dupla ativação apresentam uma polimerização satisfatória quando não fotoativados, constituindo-se um agravante,

pois a polimerização completa do cimento é essencial para sua resistência, retenção e longevidade.

Gordan et al.<sup>22</sup>, em 1997, avaliaram in vitro, a resistência adesiva de dois sistemas adesivos auto-condicionantes, Clearfil Liner Bond 2 e Denthesive, ao esmalte e dentina. Os dois sistemas adesivos auto-condicionantes foram utilizados sobre a superfície dental condicionada e não condicionada por ácido, e como controle, foi utilizado o sistema adesivo Scotchbond Multi-Use Plus. Após aplicação dos sistemas adesivos, uma resina de micropartículas Silux Plus foi inserida e polimerizada por 40 segundos dentro de uma matriz de 2,5 mm de diâmetro, a qual foi colocada sobre a superfície dental tratada. As amostras foram submetidas à ciclagem térmica (500 ciclos) e a resistência adesiva foi determinada através de uma máquina de ensaios mecânicos da marca Zwick. Os resultados mostraram que a resistência adesiva em esmalte do Denthesive com condicionamento ácido foi semelhante ao Clearfil Liner Bond 2 sem condicionamento, sendo estatisticamente maiores que a aplicação de Clearfil Liner Bond 2 com condicionamento, que o Scotchbond Multi-Use Plus, e que o Denthesive sem condicionamento. Para a dentina, a resistência adesiva do Clearfil Liner Bond 2, com e sem condicionamento, foram significativamente maiores que o Denthesive sem condicionamento.

Em 1998, Ganss, Jung<sup>20</sup>, avaliaram o efeito de materiais temporários da resistência adesiva de resinas compostas na dentina. Para isso, 60 dentes terceiros molares humanos livres de cárie foram embebidos em material resinoso fotopolimerizável, e em seguida foram seccionados horizontalmente na altura da

câmara pulpar e na metade da coroa dentária. A superfície dentária coronária foi polida com lixa d'água 60, em politriz elétrica. Os dentes foram divididos em quatro grupos, de acordo com o material temporário utilizado: (GI) óxido de zinco e eugenol; (GII) Temp Bond (a base de eugenol); (GIII) Fermit (a base de resina); (GIV) Provicol (a base de hidróxido de cálcio). As amostras do Grupo V permaneceram sem material provisório e serviram como controle. Após armazenagem em solução salina por dez dias, o material provisório foi removido, e a dentina foi tratada com agente adesivo (Syntac). Em seguida, matrizes plásticas cilíndricas foram colocadas sobre a dentina e preenchidas com Dual Cement, o qual, após fotopolimerização e remoção da matriz, apresentou-se em forma de coluna, com 1,4 mm de diâmetro. Foram confeccionadas duas colunas de cimento resinoso em cada dente. As amostras foram submetidas ao teste de cisalhamento em Máquina Universal de Ensaio. O modo de fratura foi observado com um Microscópio Óptico e a espessura da dentina na interface compósito/dentina foi mensurado com paquímetro. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos estudados e o modo de fratura predominante foi o adesivo. Os autores concluíram que os materiais temporários utilizados neste estudo não interferiram na resistência adesiva do cimento resinoso "dual".

Em 1998 Schwartz et al.<sup>46</sup>, avaliaram os efeitos dos cimentos endodônticos a base de eugenol na retenção de pinos intra-radulares. Desta forma, 60 caninos humanos foram divididos em 4 grupos, de tal forma que cada dente recebeu o tratamento endodôntico adequado e o canal radicular foi preparado para o pino. Dois tipos de cimentos endodônticos foram utilizados: com eugenol em sua composição



(Roth's 801 Elite Grade Cement) e isento de eugenol (AH26). Os pinos foram fixados com cimentos de fosfato de zinco e cimento resinoso. A retenção dos pinos para cada combinação de cimento endodôntico e material de cimentação foi testado em Máquina de Ensaio (Instron). Concluíram que o tipo de cimento endodôntico utilizado não interferiu na retenção de pinos, independente do cimento utilizado, entretanto, a retenção do pino foi significativamente maior quando cimentado com fosfato de zinco que com cimento resinoso.

Navarro, Pascotto<sup>36</sup>, em 1998, relataram que a reação de presa dos cimentos de ionômero de vidro convencionais ocorre em três estágios que se superpõem que são: a) fase de deslocamento de íons que tem início durante a aglutinação do pó ao líquido em razão da fase aquosa dos ácidos umedecer e dissolver a camada externa das partículas de vidro do pó. O hidrogênio desloca os íons cálcio e alumínio, que reagem inicialmente com o flúor, formando fluoretos de cálcio e a alumínio. Posteriormente, o fluoreto de cálcio (que é instável) se dissocia e reage com copolímeros acrílicos para formar complexos mais estáveis; b) fase de formação da matriz de poliácidos: o cálcio encontra-se carregado positivamente e tem a sua liberação acelerada reagindo com as cadeias aquosas de poliácidos (carregadas negativamente) para formar ligações cruzadas de poliácido de cálcio formando a matriz de gel. Essa fase ocorre cerca de 5 a 10 minutos após o início da manipulação; c) fase de gel de polissais: essa fase ocorre principalmente nas primeiras 24 horas, acompanhada de pequena expansão em condições de alta umidade, quando o material atinge seu endurecimento final, que se continua por meses ou anos. A maturação da matriz ocorre quando o alumínio, que é liberado

mais lentamente, auxilia na formação do hidrogel de polissais que circunda as partículas de vidro não reagidas. Em relação às propriedades mecânicas dos cimentos de ionômero de vidro, as autoras afirmam que as resistências à tração e à compressão, são consideradas indicador crítico de sucesso dos materiais odontológicos e nesse contexto, é sabido que os cimentos de ionômero convencionais são quebradiços e, portanto, apresentam grande possibilidade de falhas ou limitações em testes de tração.

Kato, Nakabayashi<sup>27</sup>, em 1998, avaliaram a resistência adesiva por tração em dentina bovina de sistemas adesivos com condicionamento ácido total a 65% por 30 segundos e com diferentes tempos de armazenamento em água a 37°C 1 dia, 1 semana, 1 mês, 3 meses, 6 meses e 1 ano. Os resultados mostraram uma redução na resistência adesiva significativa em 3 dias em relação às 24 horas e em 1 ano em relação a 6 meses ou 30 dias. O armazenamento por 30 dias já foi capaz de prejudicar a resistência adesiva. Os espécimes fraturados foram analisados em M.E.V., que mostrou uma diminuição das fraturas coesivas da resina composta com o passar do tempo e um aumento das fraturas adesivas e coesivas da dentina com o aumento do tempo de armazenamento. Os autores discutem o fato de que a hibridização incompleta da dentina desmineralizada possa causar defeitos de adesão; e que o colágeno exposto proveniente da dentina desmineralizada está sujeito à degradação hidrolítica, quando deixado em contato com a água por longos períodos de tempo.

Stockton<sup>47</sup>, em 1999, realizou uma extensa revisão de literatura, abordando os fatores que afetam a retenção de sistema de pinos em dentes tratados endodonticamente. O objetivo deste estudo foi traçar diretrizes para ajudar o clínico a selecionar o sistema de pino mais adequado para cada caso, objetivando maior retenção e minimizando o risco de fratura da raiz. Alguns estudos indicaram que a resistência à fratura está relacionada diretamente a espessura de dentina remanescente, especialmente na direção vestibulo-lingual e, portanto protrusões excessivas durante o tratamento endodôntico ou preparação do espaço do canal para a colocação do pino podem aumentar o risco de fracasso. Experimentos em laboratório investigaram a retenção de vários sistemas de pinos e mostraram algumas variáveis que devem ser observadas tais como: comprimento, diâmetro e *design* do pino, forma do canal radicular, agente de cimentação, método de cimentação, preparação do espaço do canal e local no arco dental. Fosfato de zinco, cimento de ionômero de vidro e cimentos resinosos são os agentes cimentantes que podem ser utilizados uma vez que a literatura não evidência que um material seja superior a outro. Os cimentos de fosfato de zinco e de ionômero de vidro são freqüentemente usados por causa da sua facilidade de manipulação e uma história de sucesso em procedimentos de cimentação. O uso de cimentos resinosos vem aumentando, contudo, por ser uma técnica sensível e por vezes complexa, é que ainda requer alguns estudos, especialmente quanto ao modo de polimerização. Em relação ao tipo de pino utilizado, a literatura indica que na maioria das situações clínicas, um pino passivo paralelo nas mãos de um clínico, permite restabelecer a reconstrução de um dente tratado endodonticamente.

Ainda em 1999, Xie et al.<sup>56</sup>, avaliaram as propriedades mecânicas e microestrutura de dez marcas comerciais de cimentos de ionômero de vidro (CIV) sendo sete convencionais: Ketac-Bond (ESPE),  $\alpha$ -Silver (DMG-Hamburg),  $\alpha$ -Fil (DMG-Hamburg), Ketac-Silver (ESPE), Ketac-Fil (ESPE), Ketac-Molar (ESPE) e Fuji II (GC International); e três modificados por resina: Vitremer (3M Dental), Fuji II LC (GC International) e Photac-Fil (ESPE). Os testes mecânicos realizados foram: força de flexão (FF), força de compressão (FC), força de tração diametral (FTD), dureza superficial Knoop (DK) e resistência ao desgaste. As superfícies de fratura desses elementos foram examinadas usando a microscopia eletrônica de varredura (M.E.V.). Os espécimes foram confeccionados de acordo com as instruções de cada fabricante. Os espécimes foram preparados em moldes feitos de tubos de vidro com dimensões de 4 mm de diâmetro x 8 mm de comprimento para o teste de força de compressão (FC); 4 mm de diâmetro x 2 mm de comprimento para os testes de força de tração diametral (FTD) e microdureza; e 3,5 mm de diâmetro x 5 mm de comprimento para o teste de resistência ao desgaste. Para o teste de força de flexão, os espécimes foram preparados usando uma matriz de Teflon com as seguintes dimensões: 2 mm de largura x 2 mm de profundidade x 25 mm de comprimento. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C ( $\pm$  2°C) por 7 dias. Com o objetivo de comparar os grupos entre si, foram realizados os testes estatísticos: análise de variância e o teste de comparações múltiplas de Tukey-Kramer. Resultados: os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina apresentaram alta força de flexão e tração diametral e não raramente, alta força de compressão. Os mesmos apresentaram ainda baixa dureza Knoop e baixa resistência ao desgaste, quando comparados aos ionômeros convencionais.

Vitremer (3M Dental) teve os valores mais altos de força de flexão e de tração diametral; Fuji II LC (GC International) e Ketac-Molar (ESPE) apresentaram as mais altas forças de compressão; Ketac-Fil (ESPE) apresentou a maior microdureza. Ketac-Bond (ESPE) teve a mais baixa força de flexão;  $\alpha$ -Silver (DMG-Hamburg) teve os valores mais baixos de força de compressão. Quatro cimentos de ionômero de vidro ( $\alpha$ -Fil,  $\alpha$ -Silver, Ketac-Bond e Fuji II) tiveram valores inferiores de força de tração diametral e que não foram significativamente diferentes um do outro;  $\alpha$ -Silver e Ketac-Silver tiveram valores baixos de dureza superficial (Knoop). A mais alta resistência ao desgaste foi mostrada pelo  $\alpha$ -Silver e Ketac-Fil; Fuji II LC teve a mais baixa resistência ao desgaste. Os cimentos convencionais de ionômero de vidro mostraram comportamento frágil, uma vez que os cimentos ionoméricos modificados por resina sofreram deformação plástica substancial na compressão. A microestrutura mais integrada, alta força de flexão e tração diametral. Alta força de compressão foi correlacionada as menores partículas de vidro; e alta microdureza foi encontrada na qual havia uma combinação de partículas menores e baixa porosidade. Partículas de vidro de tamanho grande e microestrutura mais integrada contribuíram para a alta resistência ao desgaste. Os autores concluíram que as propriedades mecânicas dos cimentos de íonômero de vidro foram rigorosamente relacionadas as suas microestruturas. Fatores tais como a integridade da interface entre as partículas de vidro e a matriz de polímero, o tamanho da partícula, o número e tamanho das lacunas, têm importante papel na determinação das propriedades mecânicas.

Mayhew et al.<sup>31</sup>, em 2000, avaliaram o efeito de três cimentos endodônticos e quatro soluções de irrigação na retenção de pinos metálicos pré-fabricados cimentados com cimento resinoso Panavia 21. Foram utilizados 160 dentes pré-molares de humanos, os quais foram divididos em quatro grupos, com 40 dentes cada, de acordo com o cimento obturador utilizado, a saber: (GI) guta-percha sem cimento endodôntico (controle); (GII) guta-percha + AH26; (GIII) guta-percha + EWT (a base de eugenol); (GIV) guta-percha + Nogenol. Após 72 horas, foi realizado o preparo dos canais para receber os pinos, e cada grupo foi subdividido em quatro subgrupos de 10 dentes cada, de acordo com a solução irrigadora utilizada para a limpeza dos canais: (A) 2 ml de solução salina (0,9%); (B) 2 ml de solução salina, 2 ml de NaOCl a 5,25%, 2 ml de solução salina; (C) 2 ml de solução salina, 2 ml de ácido cítrico a 50%, 2 ml de solução salina; (D) 2 ml de solução salina, gel de ácido fosfórico a 40% por 30 segundos, 2 ml de NaOCl a 5,25%, 2 ml de solução salina. Os pinos foram cimentados com Panavia 21 e após 72 horas, as amostras foram submetidas ao teste de tração em Máquina Universal de Ensaio, a 5 mm/min. Todos os dentes obturados com Nogenol apresentaram os menores resultados de resistência à tração. Os melhores resultados foram apresentados pelas amostras obturadas com AH26 e EWT, cujos resultados foram melhores quando a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 37%.

Em 2000, Ferrari, Mannocci<sup>15</sup> realizaram um trabalho com o objetivo de avaliar, in vivo, o comportamento de um sistema adesivo de frasco único na dentina radicular, na cimentação adesiva de um pino de fibra de vidro. Desta forma, foi selecionado para o presente trabalho, um caso clínico de fratura radicular vertical,

cujo dente havia sido endodonticamente tratado há sete anos e estava indicado para extração. Após a devida autorização da paciente, o canal radicular foi preparado para cimentação de um pino de fibra de vidro através de brocas especiais, em baixa rotação. Em seguida, foi realizado condicionamento ácido da dentina radicular com ácido fosfórico a 32% por 15 segundos, lavagem com *spray ar/água*, secagem com pontas de papel absorvente, e aplicação de duas camadas do sistema adesivo One-Step, o qual foi fotopolimerizado por 20 segundos. Após aplicação do sistema adesivo, um pino de fibra de vidro foi cimentado com C&B Resin Cement. Uma semana após a cimentação, o dente foi extraído e seccionado no sentido longitudinal méso-distal. Uma das secções foi preparada para análise em Microscopia Eletrônica de Varredura (M.E.V.) da camada híbrida, enquanto a secção correspondente foi imersa em solução de ácido clorídrico a 30% por 24h para completa dissolução do substrato dental e observação dos “*tags*” de resina e dos braços laterais de adesivo, também em M.E.V. Observou-se que a densidade e o comprimento dos “*tags*” de resina foram maiores no terço cervical que nos terços médio e apical, enquanto a camada híbrida apresentou espessura média de 3 a 5 $\mu$ m. Os autores concluíram que o sistema adesivo One-Step associado ao cimento resinoso C&B Resin Cement pode ser utilizado para a cimentação de pinos de fibra de vidro, pois a trama de “*tags*” de resina formados pela penetração do sistema adesivo na dentina desmineralizada contribui para adesão do pino às paredes do canal radicular sob condições clínicas. Além disso, a fotopolimerização do sistema adesivo antes da cimentação do pino não interferiu na adaptação do pino ao canal radicular.

Ferrari et al.<sup>17</sup>, em 2000, realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a morfologia dos túbulos dentinários do canal radicular, o aumento da área superficial para adesão após o condicionamento ácido, determinar a influência da densidade dos túbulos na formação da camada híbrida e identificar as áreas da dentina com deficiência de adesão. Foram utilizados 30 dentes anteriores humanos, extraídos por problema periodontal, os quais tiveram as coroas dentárias removidas através de disco de diamante. Em seguida, as raízes remanescentes foram instrumentadas através da técnica escalonada, com irrigação de hipoclorito a 2,5%, e foram aleatoriamente divididas em três grupos com 10 amostras cada, a saber: (GI) as amostras deste grupo foram preparadas para observação da morfologia original e das dimensões dos túbulos da dentina radicular em Microscopia Eletrônica de Varredura (M.E.V.) após a instrumentação endodôntica e antes do condicionamento ácido; (GII) as amostras radiculares deste grupo foram preparadas para observação em M.E.V. da morfologia dos túbulos, para calcular o aumento de superfície dentinária para adesão e identificar as áreas com deficiências de adesão após condicionamento da dentina radicular com ácido fosfórico a 32% por 15 segundos; (GIII) as amostras deste grupo foram preparadas para observação da camada híbrida, dos “tags” e braços laterais de resina. Para isso, o canal radicular foi condicionado com ácido fosfórico a 32%, lavados, secos com pontas de papel absorvente, e em seguida, foi aplicado o sistema adesivo All Bond 2 em todas as paredes do canal. Um pino de fibra de carbono foi então cimentado com cimento resinoso C&B Resin Cement. Após a cimentação do pino e completa polimerização do cimento, uma coroa em resina composta foi confeccionada e as amostras foram fraturadas no sentido longitudinal. Metade de cada uma das amostras foi preparada



para avaliação em M.E.V. da espessura da camada híbrida e do diâmetro dos túbulos, enquanto a outra metade foi preparada para avaliação, também em M.E.V., dos “tags” e braços laterais de resina. As observações revelaram que a densidade dos túbulos foi significativamente maior no terço coronário que nos terços médio e apical. A média do diâmetro dos túbulos foi  $2,5\mu\text{m}$  no terço coronário e médio antes do condicionamento e  $3,5\mu\text{m}$  após o condicionamento, enquanto no terço apical o diâmetro dos túbulos aumentou de  $2,0\mu\text{m}$  a  $3,0\mu\text{m}$  após o condicionamento ácido. A superfície dentinária disponível para adesão aumentou em 202% no terço coronário, 156% no terço médio e 113% no terço apical após o condicionamento ácido. A camada híbrida apresentou-se menos espessa nas áreas com baixa densidade dos túbulos, ou seja, no terço apical, enquanto no terços médio e cervical, nos quais os túbulos apresentaram alta densidade, a espessura da camada híbrida foi significativamente maior. Os braços laterais de resina somente foram observados nos terços médio e cervical, e segundo os autores isto pode acontecer durante a menor pressão exercida durante os procedimentos adesivos no terço apical comparado ao terço cervical.

Fonseca<sup>18</sup>, em 2001, avaliou o grau de polimerização de cimentos resinosos em função de diferentes intensidades de luz, através de ensaio de dureza e resistência à remoção por tração de coroas cimentadas em troqueis com diferentes cimentos. Inicialmente, corpos-de-prova confeccionados com os cimentos Panavia F, Scotchbond Resin Cement, Enforce e Cement-It, fotopolimerizados ou não, foram submetidos ao ensaio de dureza Vickers em diferentes tempos, a saber: imediatamente após a confecção dos corpos-de-prova, 1 hora, 2 horas, 24 horas e 7

dias. Para o segundo ensaio, foram confeccionados troquéis e coroas, ambos em liga NiCr, os quais, após jateamento e aplicação de agente catalisador do sistema adesivo Scotchbond Multi-Use Plus, foram cimentados aos pares, com os materiais descritos anteriormente, além do cimento de fosfato de zinco. A análise dos resultados revelou que os cimentos resinosos alcançaram maior dureza nos grupos fotoativados em todos os tempos analisados, com exceção apenas do Scotchbond Resin Cement e Enforce, que aos 7 dias mostraram igualdade estatística entre os tratamentos. Todos os materiais apresentam progressão de polimerização em função do tempo na ausência de luz, com diferentes velocidades. Os cimentos Panavia F e fosfato de zinco apresentaram, respectivamente, a maior e a menor força de remoção por tração, tendo o Scotchbond Resin Cement, Enforce e Cement It ficado em posição intermediária, diferenciando-se significativamente dos demais materiais, porém, não entre si.

Hofmann et al.<sup>25</sup>, em 2001, realizaram um estudo com o objetivo de comparar a eficiência da ativação química, física (mediante fotopolimerização) e dupla ativação na polimerização efetiva de cimentos resinosos “duais”. Deste modo, foram analisados quatro cimentos resinosos de dupla polimerização: Variolink II (Vivadent); Cerec Vita Duo Cement (Colténe); Sono Cem (ESPE); Nexus (Kerr), e um cimento quimicamente ativado: Panavia 21 (Kuraray). Os corpos-de-prova de cada cimento foram polimerizados de cinco formas diferentes: (a) ativação química, pela mistura da pasta base e catalisadora; (b) ativação “dual”, pela mistura da pasta base e catalisadora, seguido de fotopolimerização direta; (c) ativação “dual” como descrito em (b), porém com fotopolimerização realizada através de um espaçador cerâmico

de 2,5 mm de espessura; (d) fotopolimerização da pasta base; (e) fotopolimerização da pasta base através do espaçador cerâmico. Após 24 horas, as amostras foram submetidas aos testes de resistência a flexão, determinação do módulo de elasticidade e dureza superficial (Vickers). Em todos os cimentos avaliados, os resultados mostraram que a dupla ativação determinou os maiores resultados de resistência a flexão, módulo de elasticidade e dureza Vickers, mesmo quando a fotopolimerização foi realizada através do espaçador cerâmico. O uso deste espaçador reduziu os valores obtidos pelos testes na maioria dos cimentos. Os autores concluíram que a dupla polimerização determinou melhores resultados frente à polimerização química e foto, para os mesmos cimentos, além de compensar a falta de irradiação nos grupos fotopolimerizados através do espaçador cerâmico.

Miyazaki et al.<sup>33</sup>, em 2001, avaliaram a capacidade de adesão ao esmalte e a dentina de dois novos sistemas adesivos (Reactmer e One-up Bond), de um compômero (Clicker/F2000) e dois sistemas adesivos de dois passos (Fluoro Bond / Life-Fil II A e Single Bond / Z100). Este trabalho foi realizado sobre superfícies vestibulares preparadas de esmalte e dentina de dentes bovinos. Após aplicação dos sistemas adesivos, de acordo com as instruções dos fabricantes, os materiais restauradores foram condensados no interior de um molde de Teflon com 2,0 mm de comprimento e 4,0 mm de diâmetro. As amostras foram armazenadas em água por 24 horas, e em seguida, submetidas ao teste de cisalhamentos, a uma velocidade de 1,0 mm/min. A resistência de união de novos sistemas adesivos 12,3 MPa e 14,5 MPa para o esmalte e 13,7 MPa a 13,7 MPa a 13,8 MPa para a dentina. Para o

compômero, os valores foram aproximadamente 12,6 MPa esmalte e 13,1 MPa para dentina. Os sistemas adesivos de dois passos apresentaram os maiores valores de resistência a união, entre 16,8 MPa a 21,7 MPa para o esmalte e 18,1 MPa a 18,4 MPa para a dentina.

Boone et al.<sup>3</sup>, em 2001, avaliaram o efeito dos cimentos endodônticos, com e sem eugenol, e de diferentes tempos (imediate e mediate) após a obstrução endodôntica na cimentação adesiva de pinos intra-radulares pré-fabricados metálicos. Para isso, 120 caninos humanos, recentemente extraídos, foram preparados endodonticamente e divididos em diferentes grupos experimentais, a saber: (GI) obturação endodôntica com Roth's 801 Elie Grade Cement (com eugenol); (GII) obturação endodôntica com AH26 (a base de resina epóxica). Estes dois grandes grupos foram subdivididos em: (GI A e GII A) cimentação do pino imediatamente após a obturação endodôntica; (GI B e GII B) cimentação do pino após 7 dias da obturação endodôntica. Após armazenamento de 7 dias em 100% de umidade a 37°C, os dentes foram montados em tubos de PVC, com resina acrílica, e as amostras submetidas ao teste de tração em Máquina Universal de Ensaio (Instron), a uma velocidade constante de 0,5 mm/min. Os resultados foram estatisticamente analisados e pôde-se concluir que nem o tipo de cimento, nem os tempos de obturação interferiram na retenção dos pinos intra-dentinários.

Em 2001, Caughman et al.<sup>11</sup>, avaliaram o grau de conversão de cimentos resinosos duais submetidos a diferentes condições luminosas. Discos confeccionados à partir dos cimentos Calibra (Dentsply), Choice (Bisco), Insure

(Cosmedent), Lute-It (Jeneric-Pentron), Nexus (Kerr) e Variolink II (Vivadent) receberam um dos seguintes tratamentos: (a) fotoativação durante 40 segundos através de uma matriz transparente de poliéster, (b) fotoativação pelo mesmo tempo com interposição de uma lâmina de porcelana de 3,0 mm de espessura, (c) sem fotoativação, havendo apenas o gatilho químico para a reação de polimerização dos materiais. Nas três situações anteriores, os cimentos foram empregados na sua forma dual, diferentemente dos tratamentos (d) e (e) nos quais apenas foi utilizada a pasta fotoativada nas condições descritas para os tratamentos (a) e (b) respectivamente: Após o armazenamento dos corpos-de-prova no escuro e a temperatura ambiente durante 7 dias, foi realizada a análise em espectrometria de absorção na região do infravermelho para a determinação do potencial de conversão dos grupos. A análise estatística dos resultados mostrou que em todos os cimentos avaliados a porcentagem de conversão nos grupos cuja ativação da reação de polimerização foi exclusivamente química, foi significativamente menor do que nos duais fotoativados através de tira matriz ou da interposição de porcelana, com exceção do cimento Calibra que, neste último caso, apresentou igualdade estatística.

Ferrari et al.<sup>16</sup>, em 2001, avaliaram a influência de quatro sistemas adesivos na formação de “tags” de resina, braços laterais de adesivo e formação da zona de interdifusão dentinária (*dentin interdiffusion zone-RDIZ*) quando utilizados na cimentação de pinos intra-radiculares. Para este trabalho, foram utilizados 40 dentes anteriores humanos extraídos por razões periodontais. Os dentes tiveram as coroas removidas e os canais foram tratados endodonticamente. Em seguida, os dentes

foram aleatoriamente divididos em quatro grupos com 10 dentes cada: (GI) One-Step, aplicado com um pincel do fabricante e fotopolimerizado antes da cimentação + Dual Link; (GII) One-Step, aplicado com Microbrush e fotopolimerizado antes da cimentação + Dual Link; (GIII) One-Step, aplicado com pincel do fabricante sem fotopolimerização + Dual Link; (GIV) All Bond 2 + C&B (controle). Nos grupos II e IV os sistemas adesivos e os cimentos resinosos foram utilizados de acordo com as instruções do fabricante. Após uma semana os dentes foram seccionados no sentido longitudinal, e devidamente processados para análise em M.E.V. Uma secção de cada dente foi preparada para análise de RDIZ, enquanto as secções radiculares correspondentes foram imersas em solução de ácido clorídrico a 30% para completa dissolução do substrato dentinário e observação dos “tags” de resina e dos braços laterais de adesivo. Os resultados mostraram que a RDIZ das amostras do Grupo II mostrou-se uniforme em toda a extensão do canal, enquanto os demais grupos apresentaram RDIZ menos representativa, sendo que as amostras do Grupo III apresentaram os resultados menos significativos. Os Grupos I, II e III apresentaram “tags” maiores nos terços médio e cervical que no terço apical, e os braços laterais de adesivos também foram observados. As amostras do Grupo II mostraram “tags” de resina e braços laterais de adesivo, mais uniformes nos três terços. Os autores concluíram que quando Microbrush foi utilizado, o mecanismo de adesão criado entre a dentina radicular condicionada e o sistema adesivo foi uniforme ao longo das paredes do canal, sendo esta uma técnica de fácil aplicação clínica.

Sanares et al.<sup>44</sup>, em 2001, avaliaram os efeitos de quatro sistemas adesivos de frasco único, com diferentes pHs, na união a resinas foto e quimicamente

ativadas, mediante teste de microtração e análise em M.E.V. Foram selecionados 24 terceiros molares humanos recentemente extraídos. O esmalte da face oclusal foi inicialmente removido por corte mediante o uso de um disco de diamante e a dentina subjacente foi polida com lixa 600, sob refrigeração à água com o objetivo de criar *smear layer*. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos, de acordo com o sistema adesivo utilizado, a saber: (GI) Prime & Bond NT; (GII) Optbond Solo; (GIII) Single Bond; e (GIV) One-Step. Os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes. A seguir, cada grupo foi dividido em dois subgrupos, de acordo com o tipo de polimerização da resina composta utilizada: resina composta fotopolimerizável (Z100) e quimicamente ativada (BisFil 2B), totalizando 8 subgrupos, com 3 dentes cada. Estes materiais foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante de tal forma que um bloco de resina com 5,0mm de altura foi confeccionado sobre a superfície dentinária. Após serem armazenadas em água destilada por 24h a 37°C, cada amostra foi cortada com disco de diamante em pequenos palitos de 0,9 mm de espessura, totalizando 48 a 67 palitos para cada grupo, os quais foram devidamente fixados e submetidos ao teste de microtração a uma velocidade de 1,0 mm/min em Máquina Universal de Ensaio (Model 4440, Instron Inc., Canton, MA,USA). O modo de fratura foi individualmente avaliado em estereomicroscópio a 30x, e foram classificadas em: (a) falha adesiva; (b) falha mista e (c) falha coesiva. Os dados foram submetidos à análise estatística (ANOVA) para avaliar os efeitos dos sistemas adesivos e do modo de polimerização das resinas compostas, e a interação entre estes dois parâmetros na resistência adesiva. Para análise em M.E.V. foram selecionados quatro palitos de cada grupo. Além disso, foi obtida a acidez de cada sistema adesivo e a correlação

entre este fator e a resistência adesiva foi analisada através de regressão linear simples. Os resultados mostraram que o efeito dos diferentes sistemas adesivos, os modos de polimerização das resinas compostas e a interação entre estes dois fatores estatisticamente significantes ( $p < 0,001$ ). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes na força adesiva entre os quatro sistemas adesivos testados com a resina fotopolimerizável ( $p > 0,05$ ), entretanto, a resistência adesiva foi significativamente menor quando a resina quimicamente ativada foi utilizada. Encontrou-se uma correlação positiva entre a acidez dos sistemas adesivos e a força adesiva para o subgrupo da resina composta quimicamente ativada. O tipo de falha predominante ocorreu ao longo da interface sistema adesivo/ resina composta.

Braga et al.<sup>7</sup>, em 2002, analisaram a resistência a flexão, a dureza superficial e o módulo de elasticidade de quatro diferentes cimentos resinosos. Os materiais estudados foram: Enforce e Variolink II (polimerização química, foto e dual); Rely X ARC (polimerização química e dual) e C&B Resin Cement (polimerização química). Os cimentos foram analisados em todas as suas formas de polimerização. No caso dos cimentos Enforce e Variolink II, as amostras fotoativadas foram confeccionadas através da fotopolimerização da pasta base. A resistência à flexão das amostras dos diferentes materiais foi obtida pelo teste de flexão dos três pontos. A carga necessária para a fratura das amostras foi utilizada para o cálculo do módulo de elasticidade. A dureza superficial (Knoop) foi obtida nos fragmentos restantes do teste flexão. Todos os testes foram realizados após 24 horas de confecção das amostras. Os resultados mostraram que a polimerização dual do Rely X ARC apresentou os maiores valores de resistência à flexão e que tanto o Rely X ARC



como o Variolink II dependem da fotoativação para alcançar os maiores valores de dureza. O Enforce apresentou valores similares de dureza nas amostras quimicamente ativadas e com polimerização dual. Não houve relação entre resistência a flexão e os valores de dureza, indicando que outros fatores, tais como, quantidade de carga e tipo de monômero, influenciam na resistência a flexão, além do grau de conversão.

Pest et al.<sup>38</sup>, em 2002 avaliaram a força de união entre materiais de cimentação, dentina radicular e pinos de fibra por teste de *push-out* mecânico e examinou a integração entre esses três componentes por meio de microscopia eletrônica de varredura (M.E.V.). Foram utilizadas 50 raízes de dentes extraídos e, radiografadas para eliminar os elementos com canais muito irregulares. Logo após o tratamento endodôntico das raízes, as mesmas foram desobturadas, de modo que um espaço de 8 mm foi preparado para colocação do material cimentante e, em seguida, seccionado transversalmente em 4 seções de 2 mm cada para avaliar a força de união entre a dentina e o material de cimentação. Os materiais utilizados foram: Clearfil Photocore, Clearfil Core, Panavia F e Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray Co.), C&B Cement, All Bond 2 (Bisco Inc.) e Ti Core Titanium (EDS Inc.) As amostras também estavam preparadas para avaliar a força de união entre o material de cimentação e o pino. Sessenta plásticos grossos de 3 mm de espessura foram preparados colando um pino no centro e cercado este com material de cimentação na seguinte ordem: Endocomposipost + All Bond 2 + C&B; Tech 2000 + Ed Primer + Panavia F; Tech 2000 + Clearfil Liner Bond 2V + Clearfil Core; Tech 21 Xop + Clearfil Liner Bond 2V + Clearfil Core. EndoComposipost + All Bond 2 + Ti Core e

Luscent Anchors + Clearfil Liner Bond 2V + Clearfil Photocore. Todos os espécimes foram armazenados em água destilada 24 horas antes do teste. Os testes *push-out* foram executados na velocidade de 0,5 mm/min utilizando uma Máquina de Teste Universal (Acquati, Varese, Italy). Os valores foram registrados em Newtons e então convertidos em MPa. A análise estatística foi realizada aplicando-se análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste de Scheffe em nível de significância  $p < 0,05$ . Os resultados apresentaram amostras com força de união alta (entre 26-30MPa), embora os valores obtidos para a combinação de Tech 2000 ou Tech 21 com Panavia F ou Clearfil Liner Bond 2V fossem significativamente mais altos ( $p < 0,05$ ). Há uma diferença estatística significativa entre o grupo cimento resinoso e o grupo resina composta/adesivo. Os autores concluíram que a união adesiva de pinos é uma técnica que é comparada e algumas vezes superior à técnica tradicional que usa cimentos resinosos. Resinas compostas são fáceis de usar e economicamente vantajosas, porque o mesmo material pode ser usado para cimentar o pino e confeccionar o núcleo. Todavia, uma investigação se faz necessária para demonstrar a conversão de polimerização de compósitos a diferentes profundidades.

Sung et al.<sup>48</sup>, em 2002, estudaram o efeito in vitro de 4 soluções irrigadoras com níveis de pureza diferentes sobre os agentes de adesão dentinária. Quarenta molares hígidos de humanos foram extraídos e posteriormente limpos e armazenados em água de torneira na temperatura ambiente por uma semana. Logo após, cada dente foi inserido na resina acrílica autopolimerizável ficando a coroa exposta. Depois da polimerização completa da resina, as faces da dentina foram expostas com o uso de disco de diamante, realizando cortes longitudinais nas

coroas de cada dente de tal modo que todas as 4 faces tiveram uma superfície de dentina plana para a união. Os espécimes preparados foram divididos em quatro grupos de soluções de irrigação: água de torneira (controle), água estéril, solução de NaCl a 0,9% e água filtrada. Dentro de cada grupo de irrigação estavam quatro subgrupos de agentes de adesão: Prime & Bond Adhesive NT (Dentsply), One-Step (BISCO), Single Bond Adhesive (3M) e Optibond Solo (Kerr). Para cada combinação agente de irrigação/adesão, havia 10 superfícies de dentina. As superfícies da dentina foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% por 10 segundos e enxaguadas com solução de irrigação durante 15 segundos e então secadas com leves jatos de ar, de modo que a dentina ficasse levemente umedecida. Um cilindro plástico (3 mm de comprimento x 3 mm de diâmetro) foi utilizado como matriz para a confecção de amostras de resina composta (Herculite XRV / Kerr) que foram aderidas às superfícies dentinárias. As amostras foram levadas para uma máquina universal (Instro Corp, Canton, Mass), para avaliar a resistência adesiva através do teste mecânico de cisalhamento. A força foi aplicada na base dos cilindros de resina composta, paralela as superfícies dentinárias a uma velocidade de 0,05 in/min até a fratura. Os valores foram registrados. Os dados de força adesiva foram comparados com análise de variância ( $p < .05$ ). Foram realizadas comparações de meios com testes  $t$  e valores de  $p$  ajustados para comparações múltiplas (método de Bonferroni). Os resultados mostraram que as falhas para todos os espécimes foram na interface compósito/dentina. A irrigação com água corrente (grupo controle), não mostrou nenhuma diferença significativa de resistência adesiva para qualquer agente de união testado. Quando outras soluções irrigadoras foram usadas, One-Step produziu constantemente resistências adesivas menores que outros agentes de

adesão dentinária ( $p < .05$ ). Quando solução irrigadora de NaCl a 0,9% era utilizada, One-Step e Opti Bond Solo apresentaram redução significativas na resistência a adesão ( $p < .05$ ). Portanto dentro das limitações desse estudo, a força de adesão da dentina à resina composta, irrigada com diferentes soluções, foi dependente do agente de união dentinário utilizado.

Kanno et al.<sup>26</sup>, realizaram em 2002, um estudo para avaliar a força adesiva entre cimentos resinosos duais e as paredes dos canais radiculares de dentes bovinos. Os dentes foram aleatoriamente divididos em dois grupos, de acordo com o cimento resinoso utilizado: (GI) Bistite II (Tokuyama); (GII) Panavia F (Kuraray). A dentina radicular foi tratada com os “primers” de cada sistema, de acordo com as instruções do fabricante e o conduto foi preenchido com cimento resinoso. Na seqüência, as amostras foram divididas em dois subgrupos, de acordo com o sistema de ativação do cimento: (a) fotoativados e (b) não fotoativados. Nas amostras do subgrupo (a) o cimento foi fotoativado por 60 segundos a partir da coroa, enquanto que no subgrupo (b) as amostras foram armazenadas em ambiente escuro por 30 minutos. Após 24 horas de armazenamento em água a 37°C as amostras foram preparadas para o teste de microtração, obtendo-se palitos de 0,7mm de espessura a partir de cortes perpendiculares ao longo eixo da raiz, os quais foram colados a um dispositivo especial adaptado à máquina de testes universal a uma velocidade de 1,0 mm/min. A análise estatística revelou diferenças significantes entre os materiais ( $p = 0,0136$ ) e entre os métodos de polimerização ( $p = 0,009$ ). Por outro lado, não houve diferenças estatísticas entre a região coronária e o ápice radicular ( $p = 0,1097$ ), apesar dos valores de resistência adesiva serem

maiores na região coronária quando o cimento foi fotoativado que para os demais grupos ( $p > 0.05$ ).

Vichi et al.<sup>55</sup>, em 2002, avaliaram através da Microscopia Eletrônica de Varredura (M.E.V.), a efetividade de três sistemas adesivos de frasco único e dois sistemas adesivos de três passos na formação da camada híbrida, bem como na formação de “tags” de adesivo na dentina radicular após cimentação adesiva de pinos estéticos pré-fabricados. Para este estudo, os autores selecionaram 50 dentes anteriores de humanos tratados endodonticamente e que seriam extraídos por razões endodônticas ou periodontais. Os canais radiculares foram re-instrumentados sob abundante irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5%. Os canais radiculares foram obturados pela técnica da guta percha plastificada e injetável. Em seguida o preparo do conduto radicular foi realizado com brocas específicas de cada sistema de pinos utilizado, (Aesthetic-Plus; quartzo fiber posts, RTD, França) e os dentes foram aleatoriamente divididos em 5 grupos com 10 dentes cada, de acordo com o sistema adesivo e cimento resinoso utilizado, a saber: (GI) All Bond II e C&B Resin Cement; (GII) Scotchbond Multi-Purpose Plus e Opal Luting Composite; (GIII) Scotchbond 1 e Rely X ARC Resin Cement; (GIV) One-Step e C&B Resin Cement e (GV) All Bond Experimental e Post Cement HI-X. Os sistemas adesivos e os cimentos resinosos foram utilizados de acordo com as instruções dos fabricantes. Os sistemas adesivos de frasco único foram todos polimerizados antes da cimentação dos pinos. Após uma semana, os dentes foram extraídos e preparados para observação em M.E.V., da camada híbrida e dos “tags” de resina. Foi observada para todos os grupos a formação evidente da camada híbrida, entretanto, ela

apresentou-se mais uniforme nos terços coronário e médio do que no terço apical. Em alguns espécimes foi observada uma fenda entre o sistema adesivo e o cimento resinoso. Os “tags” de resina foram mais evidentes nos terços cervical e médio que no terço apical de todos os grupos. Não houve diferenças estatísticas para os “scores” do terço coronário de todos os grupos, enquanto para os terços médio e apical, os Grupos 3 e 4 mostraram uma significativa menor formação de “tags” de resina que os Grupos 1,2 e 5. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os três grupos formados por sistemas adesivos de frasco único entre os três terços do canal radicular. Os autores concluíram que os sistemas adesivos de três passos podem determinar uma maior retenção micromecânica com a dentina radicular que os sistemas adesivos de frasco único.

Hashimoto et al.<sup>24</sup>, em 2003, avaliaram a resistência de união por microtração de restaurações de resina composta com diferentes sistemas adesivos em diferentes tempos de armazenamento: 24 horas, 6 meses e 12 meses. Foram realizadas restaurações de resina composta em pré-molares, utilizando os sistemas adesivos One-up Bond F e Gluma One Bond, sendo esse último testado com adesão seca e úmida. Os resultados foram analisados estatisticamente e mostraram que para 24 horas, o sistema adesivo One-up Bond F (autocondicionante) apresentou melhor desempenho que o Gluma One Bond (com condicionamento) úmido, que por sua vez foi superior ao seco. Para 6 e 12 meses de armazenamento, houve redução significativa na adesão para os grupos; o sistema adesivo Gluma One Bond seco foi inferior aos demais, os quais não diferiram entre si. Houve maior número de falhas adesivas para as restaurações após 6 e 12 meses de armazenamento. O sistema

adesivo com condicionamento ácido também apresentou falhas na porção de dentina desmineralizada, o que não ocorreu no autocondicionante. Os autores sugerem que a hidrólise das fibras colágenas pode favorecer o pior desempenho da adesão seca ao longo do tempo.

Konno et al.<sup>28</sup>, em 2003, avaliaram o efeito do tempo de armazenamento sobre a resistência ao cisalhamento de restaurações de resina composta em dentina bovina com 5 diferentes sistemas adesivos. Foram utilizados 150 dentes incisivos inferiores bovinos que tiveram uma área de 4 mm de dentina exposta para adesão, em que foram utilizados os seguintes adesivos: Clearfil Liner Bond 2V, Scotchbond Multiuso, Optobond Solo, Prime & Bond NT e Etch & Prime 3.0, restaurados com resina composta Z100. Os espécimes foram subdivididos em 3 tempos de armazenamento em água (1 dia, 3 a 6 meses), para, então, serem submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento com velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados encontrados mostraram que, em relação ao sistema adesivo utilizado, para 1 dia de armazenamento, o adesivo Clearfil Liner Bond 2V foi estatisticamente superior aos demais; o Scotchbond Multiuso e o Optibond Solo não diferiram entre si; o Prime & Bond NT não diferiu do Optibond Solo; e o Etch & Prime 3.0 foi inferior aos demais, não diferindo apenas do Prime & Bond NT. No tempo de 3 meses de armazenamento, o melhor desempenho também foi do Clearfil Liner Bond 2V, seguido dos adesivos Scotchbond Multiuso, Prime & Bond NT e Optibond Solo, que não diferiram entre si; e o adesivo Etch & Prime 3.0 foi inferior aos demais. Para 6 meses de armazenamento, o melhor resultado ainda foi do Clearfil Liner Bond 2V, seguido do Scotchbond Multiuso, que não diferiu do Prime & Bond NT. O Optibond

Solo não diferiu do Prime & Bond NT. O Optibond Solo não diferiu do Prime & Bond NT, e o Etch & Prime 3.0 foi inferior aos demais, não diferindo apenas do Optibond Solo. Em relação ao tempo de armazenamento, o adesivo Clearfil Liner Bond 2V melhorou seu desempenho após 3 meses; o tempo de 6 meses não foi diferente de 3 meses ou 1 dia. Os adesivos Scotchbond Multiuso, Prime & Bond NT e Etch & Prime 3.0 não mostraram diferenças significativas nos 3 tempos de avaliação. O adesivo Optibond Solo apresentou redução da resistência adesiva após 6 meses de armazenamento. A análise em lupa estereoscópica mostrou maior quantidade de falhas adesivas para o Optibond Solo, Prime & Bond NT e Etch & Prime 3.0, nos 3 tempos de armazenamento. Para o Clearfil Liner Bond 2V a maioria das falhas foi do tipo mista. A análise em MEV mostrou adesivo entrelaçado nos túbulos dentinários, após fratura dos espécimes, para os adesivos Clearfil Liner Bond 2V, Scotchbond Multiuso e Optibond Solo. Para os adesivos Prime & Bond NT e Etch & Prime 3.0 não foi encontrada penetração efetiva do adesivo em dentina.

Tay et al.<sup>50</sup>, em 2003, avaliaram a compatibilidade da união adesiva de sistemas adesivos de frasco único (dois passos com condicionamento ácido prévio) associado à resina composta Bis-core, utilizada de modo quimicamente ativado, somente fotoativada e fotoativação retardada após 20 minutos da inserção do material, em relação à microtração e nanoinfiltração, variando, ainda o grau de hidratação da dentina (hidratada e desidratada). Os melhores resultados de resistência de união foram encontrados nos grupos de dentina hidratada com resina somente fotoativada, seguido de dentina desidratada com fotoativação retardada e dentina desidratada com resina quimicamente ativada com auxílio de um co-iniciador



a base de álcool (livre de monômeros), os quais não diferiram entre si. O uso da fotoativação retardada reduziu a resistência de união quando empregado em dentina hidratada. Quando foi utilizada a resina composta quimicamente ativada na dentina hidratada houve uma redução significativamente da resistência de união. Os autores atribuem essa incompatibilidade, aos monômeros ácidos presentes no adesivo de frasco único, o que prejudicaria a ação da amina terciária para reagir com o peróxido de benzoíla e gerarem radicais livres para induzir a polimerização das resinas quimicamente ativadas. Da mesma forma, o caráter semipermeável desses adesivos pós-polimerizados também contribui para essa incompatibilidade, pois por pressão osmótica, permitiria que gotículas de água penetrassem na resina composta não polimerizada, prejudicando seu processo de polimerização.

Attar et al.<sup>2</sup>, em 2003, realizaram um estudo avaliando a resistência à flexão, o módulo de elasticidade, a radiopacidade e o pH de cinco tipos de cimentos odontológicos: cimento de fosfato de zinco (Flecks-Keystone M); cimento de ionômero de vidro convencional (Fuji I – GC Corp.); cimento de ionômero de vidro resinoso (Rely X Vitremer – 3M/ESPE); dois cimentos resinosos “duais” (Calibra-Dentsply-Caulk e Rely X Adhesive – 3M/ESPE) e um cimento quimicamente ativado (Crow & Bridge – Bisco). As amostras dos cimentos resinosos “duais” foram confeccionadas de duas formas: (a) mistura das pastas base e catalisadora, seguida de fotopolimerização; (b) apenas mistura das duas pastas, ou seja, polimerização química. A resistência à flexão (MPa) e o módulo de elasticidade (GPa) foram obtidos a partir de amostras de 2,0 x 2,0 x 20,0 mm de dimensão, às 24 horas e três meses após a sua confecção. A radiopacidade (mm Al) foi obtida a partir de

amostras de 1,0 mm de espessura, com auxílio de um penetrômetro de alumínio, enquanto o pH foi medido através de um eletrodo de pH, imediatamente após a confecção das amostras e após 1, 5, 15 e 30 minutos, e também 1, 2, 3, 4, 6 e 24 horas. Os dados foram estatisticamente analisados através de análise de Variância e teste de variação múltipla de Duncan ( $p < 5$ ). Os cimentos resinosos apresentaram maiores valores de resistência a flexão que os demais materiais avaliados (64 a 97 MPa) sendo que, as amostras dos cimentos fotoativos apresentaram valores estatisticamente maiores (83 a 97 MPa) que as amostras não fotopolimerizadas (64 a 81 MPa). O cimento mais radiopaco e mais rígido foi o fosfato de zinco, enquanto o cimento resinoso quimicamente ativado foi o mais radiolúcido. Os pHs do cimento de fosfato de zinco e do cimento de ionômero de vidro convencional foram, inicialmente, os mais ácidos, entretanto, após 24 horas, passaram para os valores mais básicos. Os autores concluíram que a polimerização dual dos cimentos resinosos determinou as melhores propriedades físicas e mecânicas e os menores valores de pH, e que a fotopolimerização foi necessária para aumentar a resistência e a rigidez destes materiais.

Em 2003, Bouillaguet et al.<sup>4</sup>, avaliaram a resistência adesiva de cimentos resinosos na dentina radicular em função (1) do fator de configuração, do processo de polimerização e do tipo de cimento utilizado, bem como (2) a hipótese da redução da resistência adesiva na região próxima ao ápice radicular. Foram selecionados para este trabalho 48 dentes caninos e pré-molares humanos recentemente extraídos, os quais tiveram as coroas cortadas, de tal forma a obter raízes com 12 mm de comprimento. As raízes foram endodonticamente instrumentadas sob

constante irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 3%. Antes da obturação, os canais foram irrigados com água destilada, e secos com etanol e pontas de papel absorvente. A obturação foi realizada com cones de guta percha e cimento a base de hidróxido de cálcio (AH Plus – Dentsply). Após 24 horas as raízes foram preparadas para colocação do pino com brocas em baixa rotação do sistema Parapost, cujo diâmetro final foi 1,7mm e profundidade de 8,0 mm. As amostras foram divididas em dois grandes grupos, sendo o primeiro composto por raízes intactas e o segundo formado por raízes desgastadas longitudinalmente até a exposição de todo o comprimento do canal radicular. Antes da cimentação dos pinos, os canais radiculares foram lavados por 1 minuto com solução de hipoclorito de sódio e depois lavados por 2 minutos com água destilada. Os pinos foram cimentados com os seguintes materiais: (1) Single Bond + Rely X ARC; ED Primer + Panavia F; (3) C&B Metabond e (4) Fugii Plus. Todos os materiais foram utilizados de acordo com as instruções do fabricante, de tal forma que, no grupo formado pelas raízes intactas, os pinos foram cimentados seguindo os procedimentos clínicos, enquanto as amostras do outro grupo, os pinos foram cimentados diretamente sobre o canal radicular exposto. Todas as amostras cortadas com discos de diamante no sentido perpendicular ao longo eixo do dente, em palitos de 0,6 mm de espessura. O diâmetro do pino em cada palito foi mensurado com um estereomicroscópio. Com o objetivo de expor o pino na porção mesial e na porção distal de cada palito, um desgaste foi realizado com uma ponta diamantada ultrafina nestas regiões (ampulheta). Os palitos foram então submetidos ao teste de microtração em Máquina Universal de Ensaio a uma velocidade de 1,0 mm/min. A resistência adesiva foi calculada através da força necessária para a fratura do palito dividida

pela área da secção transversal e expressa em MPa. Desde que a área adesiva é curva, o comprimento exato da interface foi calculado através da mensuração da coroa e então calculado o comprimento do arco ( $L' = r \times 2 \sin \Theta^{-1} \times (1/2r)$ ), onde  $\Theta$  é o ângulo formado entre a coroa e o centro do pino. Os dados foram submetidos à análise estatística e os resultados mostraram que todos os cimentos apresentaram uma significativa diminuição da força adesiva ( $p < 0,05$ ) nas amostras das raízes intactas para os valores médios de resistência adesiva entre os cimentos Rely X ARC E Panavia F, entretanto estes valores foram significativamente menores ( $p < 0,05$ ) para os valores médios dos cimentos C&B Metabond e Fugii Plus. Houve redução da força adesiva para os cimentos resinosos na dentina radicular, não foi muito alto nos canais intactos e os autores acreditam que as falhas clínicas não são observadas quando uma quantidade suficiente de dentina coronária está presente, já que a restauração não pode contar com a adesão intra-radicular. Além disso, eles acreditam que a baixa força adesiva é resultado do alto estresse de polimerização e da dificuldade de acesso.

Varela et al.<sup>53</sup>, em 2003, analisaram o efeito do hipoclorito de sódio sobre a união de adesão e resistência á tração de diferentes protocolos de cimentação de pinos in vitro. Foram utilizados 120 dentes livres de cárie, monorradiculares extraídos por razões periodontais. Os dentes foram condicionados com ácido ortofosfórico a 37%. Os 60 dentes do grupo I foram deixados sem tratamento com NaOCl e os dentes do grupo II (60) foram tratados com hipoclorito de sódio (NaOCl) a 10%. Quatro protocolos para cimentação de pinos foram examinados (15 dentes em cada), para os grupo I e II: adesivo dentinário Ed Primer (Kuraray Co)+ Panavia

21 Ex (Kuraray Co), adesivo dentinário ED Primer + Dual Cement (Vivadent); Panavia 21 Ex (sem adesivo) e Dual Cement (sem adesivo). Para cada condição, “tags” de resina, camada híbrida (acima da dentina do conduto) e superfície do pino, foram analisadas pela microscopia eletrônica de varredura (M.E.V.). Os espécimes foram submetidos à força de tração uniaxial que utiliza uma máquina eletromecânica que testa até o rompimento do cimento. Adesão e resistência à tração, com protocolos diferentes, foram avaliadas estatisticamente usando análise múltipla de variância em nível de significância  $p < 0.5$ . Os resultados com microscopia eletrônica de varredura revelaram diferenças morfológicas; o Grupo II exibiu “tags” sólidos e cilindros e o Grupo I, “tags” pontiagudos e ocos. Testes de resistência à tração mostraram que no Grupo I, o cimento Panavia 21 EX foi mais resistente, enquanto que no Grupo II, este protocolo foi o mais fraco e o Dual Cement com adesivo foi o mais forte, no Grupo II, Panavia 21 EX diminuiu a força de tração, contudo, a combinação com adesivo dentinário aumentou este. Dentro das limitações deste estudo, o tratamento com hipoclorito de sódio (NaOCl) não alterou significativamente a força de tração, mas quando combinado com o adesivo dentário ED Primer, resultou em uma significativa elevação em força. Uma relação positiva existiu entre o aumento e o número de “tags” e a força de tração mais alta.

Ainda em 2003, Mota et al.<sup>34</sup>, estudaram a força de adesão de 4 cimentos resinosos para esmalte e dentina bovinos. Quarenta incisivos bovinos foram horizontalmente embutidos em resina acrílica autopolimerizável com a face de esmalte exposta (20 dentes) e desgastadas com lixas sob refrigeração até expor a dentina (20 dentes). Dez espécimes em forma de cone padronizados com 3 mm de

diâmetro de base, foram preparados para cada cimento resinoso, a saber: Resin Cement (3M ESPE), Rely X ARC (3M ESPE), Nexus (Kerr Corp), e Enforce (Dentsply). Cinco espécimes de cada material foram aderidos ao esmalte e outros cinco à dentina com estes agentes de cimentação resinosos e seus respectivos sistemas adesivos, de acordo com as instruções dos fabricantes. Após 7 dias armazenados em água destilada a 37°C, os espécimes ficaram sujeitos a forças de tração em uma Máquina Universal de Testes à uma velocidade de 0,5 mm/min até o momento de sua fratura. Dados de resistência à adesão foram analisados com análise de variância para substrato e material. Os meios foram comparados com teste de Tukey em nível de significância  $p < 0.05$ . As forças de união em MPa foram para Resin Cement ( $11.5 \pm 3.0$ ), Rely X ARC ( $11.4 \pm 3.1$ ), Nexus ( $10.0 \pm 1.4$ ) e Enforce ( $11.8 \pm 2.8$ ), referentes ao esmalte e não demonstraram diferenças estatísticas significantes. Para a dentina, as forças de união foram: Rely X ARC ( $9.6 \pm 1.8$ ), Resin Cement ( $9.3 \pm 0.9$ ), Enforce ( $7.8 \pm 2.9$ ) e Nexus ( $3.5 \pm 0.8$ ). Notou-se diferença significativa dos 3 primeiros cimentos em relação ao Nexus. Forças de união significativamente mais altas (em MPa) também foram observadas, para esmalte ( $11.2 \pm 2.5$ ) com relação a dentina ( $7.5 \pm 1.6$ ). Os autores concluíram que os cimentos resinosos apresentam forças de tração mais elevadas quando aplicadas em esmalte e valores mais baixos quando usado somente em dentina.

Qualtrough, Mannocci<sup>41</sup>, em 2003, realizaram uma revisão de literatura sobre o sistema de pinos da cor dos dentes, que representa o sistema de pinos pré-fabricados estéticos. Houve um desenvolvimento significativo nos sistemas de pinos nos últimos anos, especialmente com relação a pinos e materiais para construção de

núcleos. Pinos de fibra de carbono vêm sendo substituídos por quartzo, sílica e fibra de vidro reforçada. Uma das vantagens do sistema de fibra reforçada é que o módulo de elasticidade do pino é semelhante ao da dentina; conseqüentemente, o fracasso do pino deveria acontecer antes da fratura da raiz sob condições de *stress*. Foi encontrada força de flexura em pinos de fibra semelhante a pinos de metal desde que o contato com água fosse evitado. Como conseqüência, muitos sistemas, inclusive pinos de diâmetros pequenos (0.8 ou 1.0 mm), substituíram sistemas mais velhos e foram recomendados para uso em raízes com diâmetro méso-distal estreito, como os pré-molares inferiores. Uma área de preocupação pode ser relacionada à descoberta de que pinos de fibra podem passar por uma degradação em face da carga mecânica repetida e abaixo de condições de umidade, esta degradação pode conduzir a uma redução no módulo de elasticidade e força de flexura. Não é provável que isto ocorra se materiais duros como a cerâmica, forem usados. A principal desvantagem dos pinos cerâmicos é com relação à natureza inerentemente frágil da cerâmica e pela dificuldade de remover um pino cerâmico fraturado. Porém, evidências baseadas em estudos clínicos por um período maior de tempo, são necessárias diante do desempenho dos pinos de fibra reforçada e pinos cerâmicos, assim como os sistemas de núcleos possam ser totalmente avaliados.

Foxton et al.<sup>19</sup>, em 2003, avaliaram a força de união elástica regional de uma resina composta de dupla polimerização como material de núcleo na dentina do canal radicular, usando adesivo dual e fotopolimerizável e diferentes modos de polimerização. Dezenove pré-molares de adolescente foram extraídos por indicação ortodôntica e suas coroas foram desprezadas. Os canais radiculares foram

preparados a uma profundidade de 8mm e uma largura de 1.4 mm usando brocas Para Post. Para o teste de microtensão ( $\mu$ TBS), 15 raízes foram divididas aleatoriamente em cinco grupos e as paredes de seus canais tratados com *primer* auto-condicionante de dupla polimerização. (Clearfil Liner Bond 2 Primer, Kuraray Medical Co. Japan). O sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2V Bond A (Kuraray Medical Co. Japan), foi aplicado nos dois grupos e fotoativado por 20 segundos. Um adesivo de dupla polimerização (Clearfil Liner Bond 2V Bond A+B, Kuraray Medical Co. Japan) foi aplicado nos três grupos remanescentes, um dos quais foi fotoativado. O espaço dos pinos de todos os grupos foi preenchido com resina composta fotoativada por 60 segundos da direção da coroa. Resina composta quimicamente ativada foi colocada nas superfícies externas das raízes, sendo armazenada então por 24 horas. Elas foram cortadas em série e perpendicular a interface adesiva, em pequenas barras com 0.6 mm de espessura (8x 0.6x 0.6 mm) para o teste de  $\mu$ TBS. Todos os modos de falhas foram observados por meio de microscopia eletrônica de varredura e analisados mediante o teste de Kruskal Wallis Rank. Para o teste de dureza Knopp, quatro espécimes foram preparados de uma maneira semelhante, dois foram fotoativados e os outros dois ativados quimicamente. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente em duas partes, e três entalhes foram feitos nos intervalos de 100  $\mu$ m da direção coronal à apical em oito metades. Os dados foram divididos em dois grupos (metade do espaço do pino coronal e a outra metade apical) e analisados pelos testes ANOVA e Scheffe ( $p < 0.05$ ). Para cada estratégia de ativação não havia diferenças significativas em  $\mu$ TBS e dureza Knopp entre as regiões coronal e apical ( $p > 0.05$ ). A exposição à luz de ambos os adesivos e da resina composta resultou em significativo aumento da  $\mu$ TBS do que apenas



quimicamente ativado ( $p < 0,05$ ). Exposição à luz também aumentou significativamente o teste de dureza Knopp nas duas regiões: coronal e apical ( $p < 0,05$ ). Quando a união adesiva e a resina composta de dupla polimerização foram quimicamente ativadas, falhas coesivas ocorreram dentro da resina. Foi necessária a polimerização com luz halógena do sistema adesivo e da resina composta de dupla polimerização para alcançar boa união da dentina radicular, que não foi dependente da região. Os autores concluíram que a fotopolimerização de adesivos e resinas compostas de dupla polimerização foi necessária para uma ótima união à dentina do canal radicular.

Devido à larga variedade de sistemas de pinos disponível no mercado é que Fernandes et al.<sup>14</sup>, em 2003, realizaram uma revisão de literatura para determinar os vários fatores que influenciam a seleção do pino. Muitos dentes tratados endodonticamente requerem pinos e núcleos para fortalecer a restauração dos dentes otimizando saúde e função. A seleção de um apropriado sistema de pino e núcleo, da ampla variedade desses disponíveis, pode ser um dilema para o clínico. Este artigo revisa a literatura para determinar os vários fatores que influenciam a seleção do pino para restaurar um dente tratado endodonticamente. A literatura no idioma inglês de 1961 a 2002 foi processada utilizando-se do *MEDLINE*. Isto foi complementado com uma procura manual. As seguintes palavras-chave foram usadas: pino, design, retenção, resistência à fratura, e estética. De acordo com os artigos revisados, os fatores influenciáveis da seleção dos pinos foram: comprimento da raiz, anatomia do dente, largura da raiz, configuração do canal, quantidade de estrutura dental remanescente, força de torque, tensões, desenvolvimento de

pressão hidrostática, design do pino, material do pino, compatibilidade do material, retenção do núcleo capacidade de união, estética e material da coroa.

Tay, Pashley<sup>49</sup>, em 2003, avaliaram a nanoinfiltração de restaurações adesivas, empregando os sistemas adesivos de condicionamento ácido total: Single Bond, Excite e PQ1 para a dentina e Single Bond para o esmalte; e os autocondicionantes: Prompt L-Pop, Reactmer Bond e adesivo experimental RZ II para dentina e Prompt L-Pop para esmalte; os quais foram restaurados por resina microparticulada. Foi utilizada dentina da face oclusal de terceiros molares extraídos e o esmalte da face vestibular desses dentes. Os dentes restaurados foram seccionados longitudinalmente, conformando fatias de 0,9mm de espessuras, as quais foram colocadas no corante nitrato de prata a 50% (pH 4,2) ou solução de nitrato de prata a 50% com amoníaco (pH 9,5) por 24 horas. Após lavagem, os espécimes foram deixados em solução foto-reveladora por 8 horas, sob luz fluorescente para transformar íons prata em grânulos metálicos de prata, para serem mais facilmente identificados na interface adesiva. A avaliação da nanoinfiltração em microscopia eletrônica de transmissão (M.E.T.) mostrou que, para ambos os corantes, em todos os adesivos utilizados, houve nanoinfiltração, especialmente na base da camada híbrida, com presença de canais de água (Water trees), inclusive, na interface adesivo/esmalte. Os autores discutem o fato de que a presença de umidade na camada híbrida (nanoinfiltração) possa ser um fator contribuinte para falhas na performance adesiva.

Tay et al.<sup>51</sup>, em 2003, avaliaram a nanoinfiltração presente na camada híbrida de restaurações de resina composta, através de microscopia eletrônica de transmissão (M.E.T.). Foram utilizados 10 terceiros molares extraídos, cujo esmalte oclusal foi removido para expor a dentina, a qual foi condicionada por ácido fosfórico a 32% por 15 segundos, lavagem com *spray* de ar/água e secagem suave, permanecendo úmida para então, receber um adesivo experimental a base de acetona, sem água, de frasco único, com carga e contendo os monômeros: Bis GMA, HEMA e BDMA. Os dentes foram restaurados com a resina composta Metafil CX, em 3 incrementos de 1 mm. Os dentes foram seccionados longitudinalmente, perfazendo fatias seriadas de 0,9 mm de espessura, em que eram usadas apenas as 2 fatias centrais. Dez fatias foram armazenadas em saliva artificial, incubadas a 55°C, enquanto outras 10 fatias ficaram em óleo mineral não-aquoso (controle). Os espécimes em saliva foram examinados com os tempos de armazenamento de: 24 horas, 1, 3, 6 e 12 meses; enquanto o controle foi avaliado em 6 e 12 meses. Os espécimes foram deixados 24 horas no corante nitrato de prata, e então, lavados e colocados em solução foto reveladora por 8 horas sob luz fluorescente, para transformar os íons prata em grânulos de prata. Os espécimes foram avaliados em M.E.T., com auxílio de um programa de análise de imagem, para avaliar a distribuição do corante depositado na camada híbrida. Os resultados mostraram 2 tipos de nanoinfiltração: reticular (depósitos descontinuamente distribuídos) e pontual (grânulos isolados). A nanoinfiltração, no grupo em saliva, em 24 horas, apareceu como pequenos grânulos que se fizeram presentes na camada híbrida, que aumentaram em tamanho e densidade em 1 mês. Aos 3 meses se mostraram importantes, com acúmulo crescente de corante na camada híbrida; em 12 meses

ocuparam toda parte superior híbrida. Os canais de água (*water trees*) já se fizeram presentes aos 6 meses, ficando evidentes aos 12 meses. Para o grupo deixado em óleo, a presença do corante aos 6 meses foi semelhante a 24 horas em saliva; 12 meses no óleo foi comparável a 1 mês de saliva. O grupo de 12 meses na saliva teve a presença do corante significativamente maior do que 1 mês de saliva e que 12 meses no óleo. Os autores discutem o fato de que a presença dos canais de água se deve, inicialmente, à porosidade da camada híbrida, que permite a passagem de água, o que, provavelmente, acarretaria em maior degradação hidrolítica nessas regiões. Além do que, se o adesivo não preenchesse todos os espaços do colágeno do substrato condicionado, seria possível que metal-proteínas também colaborassem para a degradação da camada híbrida.

Armstrong et al.<sup>1</sup>, em 2004 avaliaram a qualidade da interface adesiva e a resistência da união por microtração de restaurações de resina composta com sistema adesivo de 3 passos Optibond FL, nos tempos de armazenamento de 1 mês, 6 meses e 5 anos. As características ultraestruturais foram avaliadas por microscopia eletrônica de transmissão (T.E.M.), nos tempos de 48 horas e 44 meses. Os resultados foram analisados estatisticamente e mostraram redução significativamente da resistência de união após o período de 6 meses em água, sendo este menor, inclusive, do que após 5 anos de armazenamento (1 mês e 6 meses armazenados em palitos cilíndricos; para 5 anos os palitos foram confeccionados na hora do teste). A análise em T.E.M. demonstrou degradação hidrolítica da camada híbrida após 44 meses de armazenamento. Os padrões de fratura após o teste de microtração foram analisados em MEV, o que mostrou

distribuição variada entre fraturas dentinárias, coesivas na resina composta e mista para 1 mês de armazenamento. Aos 6 meses, as fraturas foram todas adesivas. Aos 5 anos, as fraturas foram 2/3 adesivas e o restante predominantemente dentinárias.

Pashley et al.<sup>37</sup>, em 2004, avaliaram a degradação de fibras colágenas desmineralizadas (in vitro) armazenadas em saliva artificial, saliva artificial com inibidores de enzimas proteolíticas e óleo mineral, nos tempos de 24 horas, 90 e 250 dias. O colágeno mostrou grande destruição (perda da matriz colágena) após 250 dias em saliva artificial, o que não ocorreu na presença de inibidores enzimáticos e óleo mineral, em que o colágeno apresentou-se normal ou apenas colapsado. Os autores também avaliaram a atividade colagenolítica na própria dentina, através da análise do pó da dentina coronária triturada, a qual mostrou pequenos níveis de atividade colagenolítica intrínseca, que foi inibida pela presença prévia de inibidores de protease ou clorexidine a 0,25%.

Sahafi et al.<sup>43</sup>, em 2004, avaliaram in vitro o efeito de vários tratamentos nas superfícies de pinos pré-fabricados, em relação à união do cimento resinoso aos pinos de liga de titânico (Para Post XH- Coltène / Whaledent, USA), fibra de vidro (Parapost Fiber White-Coltene / Whaledent, USA) e zircônio (Cerapost-Gebr. Brasseler, Germany), sendo utilizado dois cimentos resinosos: Para Post Cement (Coltene / Whaledent, USA) e Panavia F (Kuraray, Japan) por um teste de resistência à tração diametral (DTS). Os pinos receberam tratamentos de superfície em três categorias: (1) aplicando jato de areia e ácido fluorídrico, (2) aplicação do *primer* por camada de Alloy Primer (Kuraray, Japan), Metalprimer II (GC Dental,

Japan) e Silane (Pulpdent, USA) e (3) um tratamento associando a primeira forma (aplicando jato de areia ou condicionando) sendo complementada pela aplicação de um *primer* ou na forma do sistema *Cojet*. Após o tratamento de superfície, o pino foi embutido em um cilindro de cimento resinoso (4 mm de diâmetro x 4 mm de altura). O pino de superfície tratado foi centrado no molde de cimento resinoso com a assistência de um aparato de fixação. Quinze minutos após o início da mistura do cimento resinoso, o espécime foi liberado do molde e armazenado em água a temperatura de 37°C por 7 dias. A resistência à tração diametral dos espécimes foi determinada em uma máquina universal de testes. A união do cimento resinoso aos pinos de liga de titânio foi aumentada por vários tratamentos de superfície dos pinos. Contudo, cobrindo com *primers* como tratamento único, não teve efeito sobre a união. Com o método DTS aplicado, nenhuma das superfícies tratadas teve efeito sobre a união aos pinos de fibra de vidro. A união de ambos cimentos resinosos para os pinos de zircônio foi melhorada com o tratamento de *Cojet*, aplicando jato de areia, seguido por aplicação de silano, melhorando a união do Panavia F. Desse modo, os autores concluíram que a união de cimento resinoso a pinos foi afetada pelo tratamento de superfície do pino, o material do pino e o tipo de cimento resinoso de modo que utilizando essa metodologia, Para Post Cement uniu-se melhor a pinos de liga de titânio (Para Post XH) e pino de fibra de vidro (Para Post Fiber White), enquanto Panavia F uniu-se melhor a pinos de zircônio (Cerapost). Para o pino de liga de titânio, vários tratamentos de superfície melhoram unindo-se a ambos os cimentos resinosos e finalmente para os pinos de zircônio, o tratamento *Cojet* melhorou a união de ambos cimentos resinosos, aplicando jato de areia seguido de aplicação de silano, melhorando assim, a união ao Panavia F.

Vargas et al.<sup>54</sup>, em 2004, compararam a força retentiva do cimento fosfato de zinco, cimento ionômero de vidro e cimento agregado de trióxido mineral (MTA) na retenção de pinos pré-fabricados. Foram utilizadas 60 raízes de incisivos bovinos cujos canais foram preparados e obturados com guta percha quente. O espaço dos pinos foi preparado, a *smear layer* removida, e os pinos foram cimentados com cimento ionômero de vidro ou MTA. Os espécimes foram armazenados a 37°C e 100% de umidade por duas semanas e logo após, submetidos às forças de tensão axial por uma Máquina de Ensaio Universal Instron até que a falha de união ocorresse. Os dados foram analisados pelo método análise de variância (ANOVA) e teste de comparação múltipla Tuckey-Kramer. As forças retentivas do cimento de fosfato de zinco e cimento de ionômero de vidro foram estatisticamente equivalentes, e significativamente maiores que o MTA ( $p < 0.001$ ), as quais sugerem que o cimento de fosfato de zinco ou o cimento de ionômero de vidro podem ser superiores ao MTA quando usados como agentes de cimentação de pinos em dentes tratados endodonticamente.

Donmez et al.<sup>13</sup>, em 2005, avaliaram as alterações na adesividade de restaurações de resina composta, realizadas *in vivo* e *in vitro*, nos tempos de 24 horas e 1 ano, mediante teste de microtração e análise de nanoinfiltração em microscopia eletrônica de transmissão (M.E.T.). Foram realizadas restaurações de resina composta de classe I em terceiros molares (*in vivo* e *in vitro*), utilizando os adesivos autocondicionantes de 2 passos Clearfil SE Bond e Clearfil Protect Bond, analisados 24 horas e 1 ano após realizadas as restaurações. Os resultados mostraram que para o Clearfil SE Bond, houve redução significativa da resistência de união com o passar do tempo, tanto na condição *in vivo* quanto *in vitro*, sendo os

valores encontrados in vitro superiores estatisticamente aos in vivo. Para o Clearfil Protect Bond, o tempo não exerceu influência significativa na resistência de união, sendo os valores encontrados in vitro superiores estatisticamente aos in vivo. No período de 24 horas, para ambos adesivos e condições do teste, houve pouca penetração do corante (nanoinfiltração); enquanto que, após 1 ano, houve manifestação de nanoinfiltração perante a presença dos canais de água na intimidade da camada híbrida (*water trees*). Os autores concluíram que o mecanismo de degradação dos adesivos autocondicionantes foi semelhante nas condições in vivo e in vitro.

Sano<sup>45</sup>, em 2006, relata que a união adesiva obtida com os sistemas adesivos atuais sofre modificações com o passar do tempo. À medida que o tempo passa, a resistência adesiva vai sofrendo uma redução influenciada pelo próprio tempo, meio de armazenamento, tipo de substrato e sistema adesivo utilizado.

Coelho-de-Souza<sup>12</sup>, em 2006, avaliou in vitro, a resistência à fratura de restaurações de resina composta em incisivos inferiores de humanos e a resistência à fratura de pré-molares restaurados com resina composta, ambas pelas técnicas direta e semi-direta, com e sem bisel e armazenados em água destilada em dois tempos distintos: 24 horas e 6 meses. Para o teste de resistência à fratura dental, foram utilizados 100 pré-molares superiores com preparos cavitários do tipo MOD, subdivididos nos seguintes grupos: grupo 1 – restaurado com resina composta direta (Filtek Z 250 e Adper Single Bond – 3M/ESPE) sem bisel; grupo 2 – resina composta direta com bisel; grupo 3 – resina composta semi-direta (Z 250 e Rely X ARC – 3M/ESPE) sem bisel; grupo 4 – resina composta semi-direta com bisel; grupo 5 –



dentos hígidos; grupo 6 – dentes apenas preparados (n=10). Para o teste de resistência à fratura de restaurações (resistência adesiva), foram utilizados 90 incisivos inferiores e realizados desgastes no bordo incisal sendo divididos nos mesmos grupos acima citados, com exceção do grupo 6. Em seguida, os espécimes foram armazenados em água destilada por 24 horas e 6 meses, sendo que estes últimos foram submetidos à termociclagem (1000 ciclos na temperatura 5°C e 55°C). Para a avaliação da resistência à fratura de restaurações foi realizado um teste de força de compressão em uma Máquina de Ensaio Universal, Pantec Versat 500 a uma velocidade de 0.5 mm/min. Para o teste de fratura dental foi utilizada a mesma máquina de ensaio, na mesma velocidade e aplicação de uma força de compressão axial. O autor relata que para ambos os testes citados acima, os grupos 1, 2, e 4 apresentaram redução significativa do seu desempenho após 6 meses de armazenamento em água, concluindo que a termociclagem e o tempo de armazenamento foram fatores significativos na performance adesiva.

# Proposição

---

### **3 Proposição**

A proposta deste trabalho é avaliar in vitro a Variável Resistência à Tração de pinos de fibra de vidro cimentados à dentina radicular de dentes bovinos em função dos seguintes fatores:

#### 1 Agentes de cimentação (4 níveis)

1.1 Cimento Resinoso Dual

1.2 Cimento de Ionômero de Vidro

1.3 Cimento de Fosfato de Zinco

1.4 Cimento Resinoso Quimicamente Ativado

#### 2 Tempos de Envelhecimento (2 níveis)

2.1 48 horas após cimentação

2.2 240 dias após cimentação

## **Material e método**

---

## 4 Material e método

### 4.1 Obtenção dos dentes

Para a realização deste trabalho foram selecionados 80 dentes bovinos (Figura 1), que depois de limpos com curetas periodontais foram armazenados em água destilada em geladeira até o momento de sua utilização. Com auxílio de um Paquímetro Digital Dígemess (China-Importado por Panambra Industrial e Técnica S/A) e lápis, os dentes receberam marcação de 17 mm, a partir do ápice radicular, correspondendo ao comprimento médio das raízes dos incisivos centrais superiores humanos, e sobre esta marcação, foi realizado um corte com disco de diamante KGS, dupla face, sob constante refrigeração à água, montado em Máquina de Corte ISOMET (BUEHLER ISOMET 1000), separando a coroa da raiz (Figura 2).



**FIGURA 1** – Dente bovino.



**FIGURA 2** – Raiz de dente bovino.

### 4.2 Tratamento Endodôntico

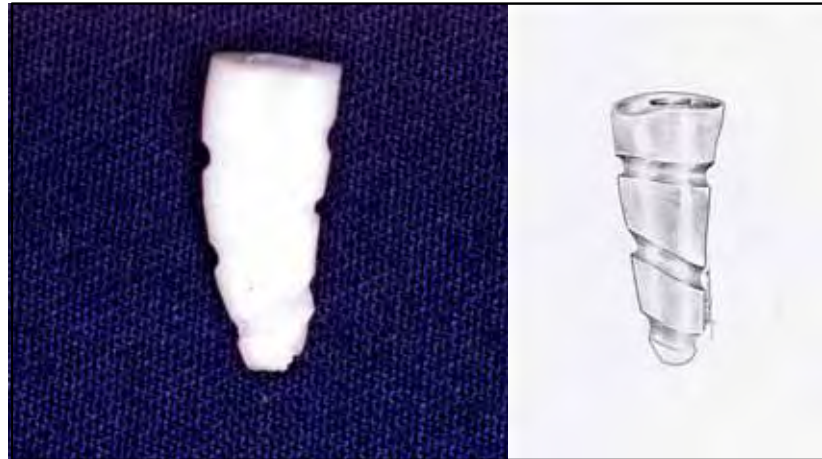
O tratamento endodôntico dos canais iniciou-se com o preparo biomecânico com limas do tipo K-flex (Maillefer/Dentsply) da 2ª e 3ª séries, na seqüência crescente, segundo a técnica escalonada, associada à irrigação com hipoclorito de sódio a 1%, até a lima de nº 80. Logo após, os canais foram lavados com soro

fisiológico a 0,9% e secos com cones de papel absorvente. A obturação dos canais radiculares foi realizada através da técnica de condensação lateral, utilizando cimento Sealer 26 (Dentsply).

Após a obturação, 3mm de guta-percha foram removidos para colocação do cimento provisório e, em seguida, as raízes foram colocadas em água destilada a 37°C por duas semanas. Após este período foi realizado o preparo dos condutos para a cimentação dos pinos. A guta-percha foi removida com fresas Gates Glidden (Maillefer/Dentsply), tomando-se o cuidado de remover todo o material obturador das paredes dos condutos e de modo a permanecer apenas 5mm de obturação apical, seguido de condensação vertical para readaptação da obturação ao canal. O preparo do conduto foi realizado com fresas tipo Peeso nº4, (Maillefer/Dentsply) em baixa velocidade, em comprimento útil de 12 mm. Em seguida, o conduto radicular foi lavado com jatos de água, seco com jatos de ar e irrigado com EDTA a 1% por 1 minuto. A seguir o conduto foi novamente lavado com jatos de água e seco com jatos de ar e cones de papel absorvente.

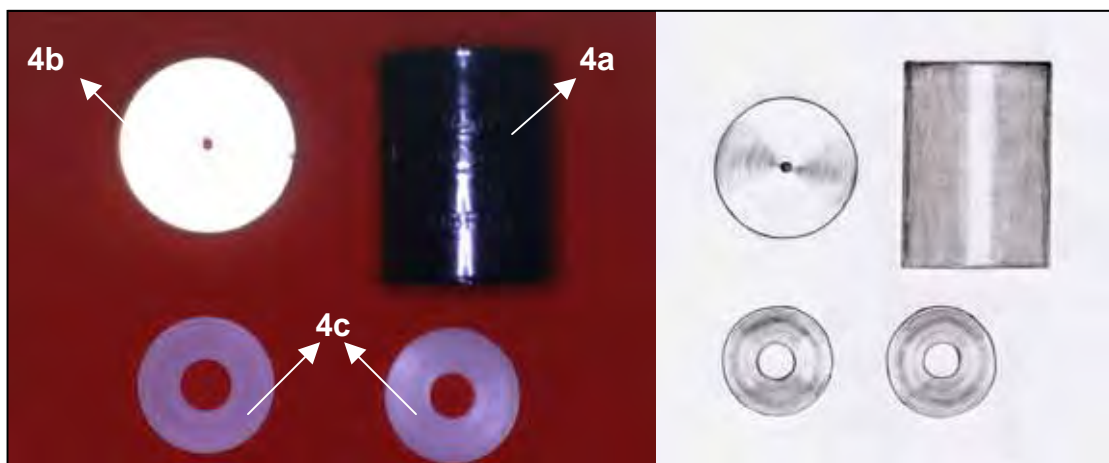
#### **4.3 Confeção dos corpos-de-prova**

Logo após, foram confeccionadas nas superfícies externas das raízes, retenções adicionais com pontas diamantadas 1012, KG Sorensen (Figura 3) antes de serem incluídas em resina acrílica autopolimerizável contidas em tubos de PVC de 20 mm de diâmetro e 25 mm de altura. Assim, as raízes foram inseridas nos tubos



**FIGURA 3** – Detalhe das retenções na raiz.

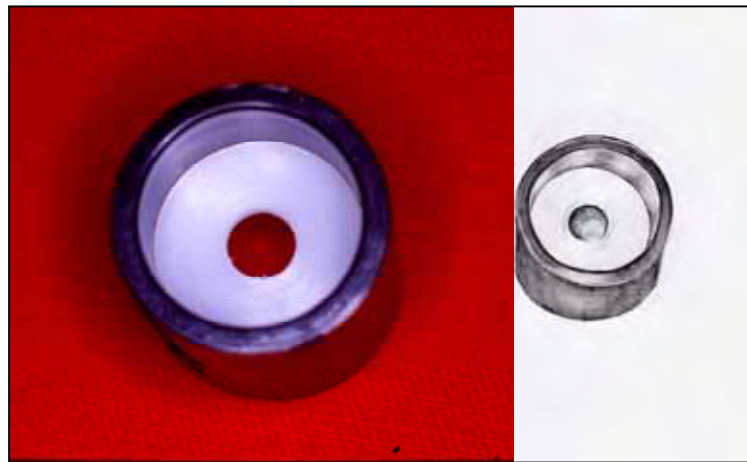
de PVC de tal modo que seu longo eixo ficasse paralelo ao longo eixo dos tubos, possibilitando que, a inserção do pino de fibra de vidro também ficasse paralelo ao longo eixo da raiz, garantindo que a força aplicada durante a remoção do pino fosse realizada paralelamente ao seu longo eixo (Figura 4).



**FIGURA 4** – Conjunto de matrizes para paralelismo.

- 4a** – tubo de PVC
- 4b** – matriz metálica
- 4c** – matriz de Teflon

Para reproduzir tal situação, foi desenvolvido na Faculdade de Odontologia de Araraquara, Departamento de Odontologia Restauradora, um conjunto de matrizes denominado Dispositivo para Paralelismo MC que é composto de um tubo de PVC, duas matrizes de Teflon e uma matriz metálica (Figura 4). As matrizes circulares de Teflon com 20 mm diâmetro e 1mm de espessura foram utilizadas na parte interna dos tubos de PVC. A primeira a ser colocada apresenta em sua porção central, um orifício de 5 mm de diâmetro que corresponde a localização do ápice da raiz (Figura 5). Esta primeira matriz ficou estabilizada internamente na metade da altura do tubo, pois, este apresenta uma pequena projeção circular interna referente ao *stop* para essa matriz.



**FIGURA 5** – Matriz inferior de Teflon adaptada ao tubo de PVC.

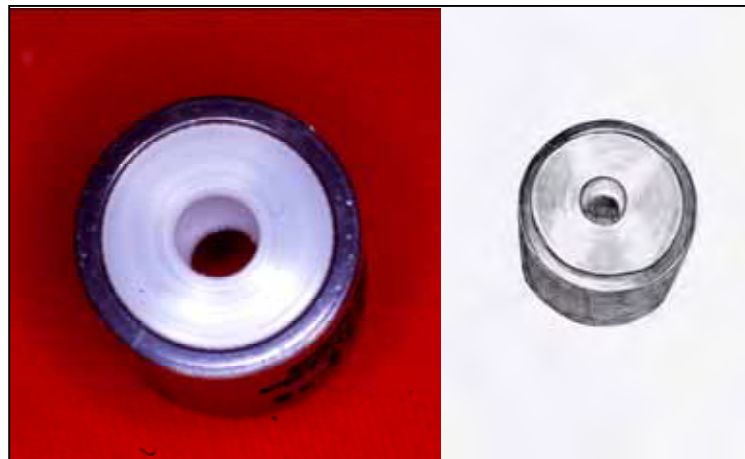
Logo em seguida, foi preparada quantidade de resina acrílica autopolimerizável, em um frasco de Dappen, e imediatamente vertida no tubo de PVC (Figura 6) de modo a preencher toda metade superior do tubo. Logo após a colocação da resina acrílica, foi colocada na parte mais superior do tubo, a segunda



matriz de Teflon (Figura 7) apresentando um orifício central com 6,5 mm de diâmetro correspondente à porção mais ampla da raiz. Com pinça clínica, a raiz foi introduzida na massa de resina acrílica, que ainda encontrava-se na fase plástica, passando pelo orifício superior da segunda matriz de Teflon e assim encaixando-se no orifício.



**FIGURA 6** – Resina acrílica sendo inserida no tubo PVC.



**FIGURA 7** – Matriz superior de Teflon adaptada ao tubo de PVC.

inferior da primeira matriz de Teflon (Figura 8) de modo que 2 mm superiores da raiz ficassem isentos de resina acrílica, correspondendo ao espaço biológico (Figura 9). O passo seguinte foi, adaptar a matriz circular metálica de 20,5 mm de diâmetro e 1mm de espessura ao tubo de PVC, na sua parte superior (Figura 10) e que

apresenta um orifício central medindo 1,6 mm de diâmetro (Figura 11) para a colocação do pino de fibra de vidro REFORPOST nº 3 (ANGELUS) (Figura 12).



**FIGURA 8** – Raiz sendo introduzida no tubo de PVC.



**FIGURA 9** – Posição da raiz no tubo após polimerização da resina.



**FIGURA 10** – Matriz metálica adaptada ao tubo de PVC.



**FIGURA 11** – Pino de fibra de vidro posicionado através da matriz metálica.



**FIGURA 12** – Pinos de fibra de vidro (REFORPOST / ANGELUS).

#### 4.4 Planejamento Experimental

De acordo com a proposição do Projeto, o estudo da Variável Resistência à Tração, foi realizado em função de dois fatores, ou sejam, Agentes Cimentantes e Tempos de Armazenamento. Assim, para melhor racionalização da parte experimental, os 80 conjuntos raiz bovina + tubo de PVC, foram aleatoriamente divididos em oito Grupos correspondentes a 08 Condições Experimentais (Quadro

1). Como o número de repetições sugeridas por intermédio do Plano Piloto foi na ordem de 10, o Projeto total constituiu-se de 80 corpos-de-prova que se submeterão ao envelhecimento em saliva artificial (Anexo 1).

Quadro 1 – Condições Experimentais (GRUPOS) de acordo com o agente cimentante utilizado e seus respectivos tempos de envelhecimento para o teste de Resistência à Tração

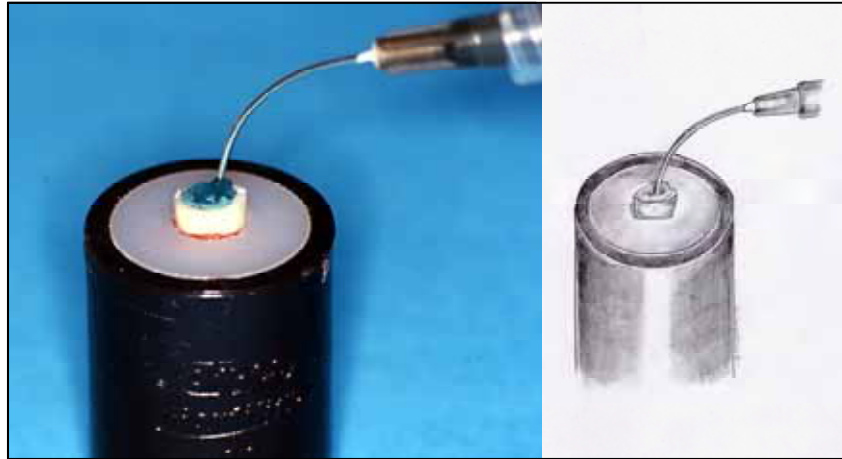
<b>GRUPOS EXPERIMENTAIS</b>	<b>AGENTES CIMENTANTES</b>	<b>TEMPO</b>
G I	Cimento Resinoso Dual – Rely X	48 horas
G II	Cimento de Ionômero de Vidro – Bioglass “C”	48 horas
G III	Cimento de Fosfato de Zinco	48 horas
G IV	Cimento Resinoso Quimicam. Ativado – C&B Cement	48 horas
G V	Cimento Resinoso Dual – Rely X	240 dias
G VI	Cimento de Ionômero de Vidro – Bioglass “C”	240 dias
G VII	Cimento de Fosfato de Zinco	240 dias
G VIII	Cimento Resinoso Quimicam. Ativado – C&B Cement	240 dias

A técnica de utilização dos sistemas adesivos, assim como a manipulação do cimento resinoso dual e quimicamente ativado, cimento ionomérico, cimento de fosfato de zinco e a técnica do condicionamento dentinário, seguiram rigorosamente as instruções dos fabricantes descritas a seguir:

## GRUPO I – Cimento Resinoso Dual – Rely X

Foi realizado o condicionamento ácido da dentina intra-radicular com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos (Figura 13). Em seguida o ácido foi removido com *spray* de ar/água por 1 minuto, secagem com leves jatos de ar por 5 segundos e o excesso de água removido com pontas de papel absorvente (Figura 14). Na seqüência, foram aplicadas duas camadas do sistema adesivo Adper Single Bond (3M ESPE), utilizando um pincel Microbrush (Microbrush Co. EUA/ SS White) (Figura 15) sendo que a segunda camada recebeu um leve jato de ar para se espalhar uniformemente por todo o conduto. Logo em seguida, o sistema adesivo foi ativado pela luz halógena de um aparelho fotopolimerizador (XL 3000 – 3M calibrado em  $580 \text{ mW/cm}^2$ ) por 20 segundos, a uma distância de 1mm da abertura do conduto radicular. Após hibridização da dentina intra-radicular, partes iguais da pasta base e catalisadora do cimento resinoso Rely X (3M ESPE) (Figura 16) foram dispensadas sobre um bloco de papel e misturadas com uma espátula de nylon durante 10 segundos (Figura 17). Em seguida, o cimento resinoso foi levado ao interior do conduto radicular com o auxílio de uma fresa Lentulo, montada em contra-ângulo e micromotor, até o preenchimento total do conduto (Figura 18). O passo seguinte foi adaptar a matriz metálica ao tubo de PVC e introduzir o pino de fibra de vidro previamente preparado, ou seja, limpo com álcool e silanizado, pelo orifício da matriz metálica e conduto radicular (Figura 19). A seguir foi efetuada a fotoativação do cimento por 40 segundos. Imediatamente após, retirou-se a matriz metálica e uma fotoativação complementar de 40 segundos foi realizada. Em seguida, foram

removidos os excessos de cimento resinoso com auxílio de uma lâmina de bisturi nº 15.



**FIGURA 13** – Condicionamento ácido do conduto radicular.



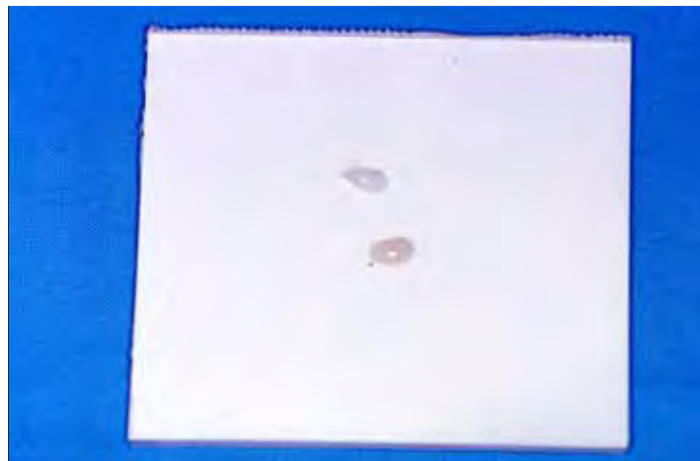
**FIGURA 14** – Cone de papel absorvente removendo o excesso de água do conduto radicular.



**FIGURA 15** – Aplicação do sistema adesivo (Single Bond/ 3M ESPE).



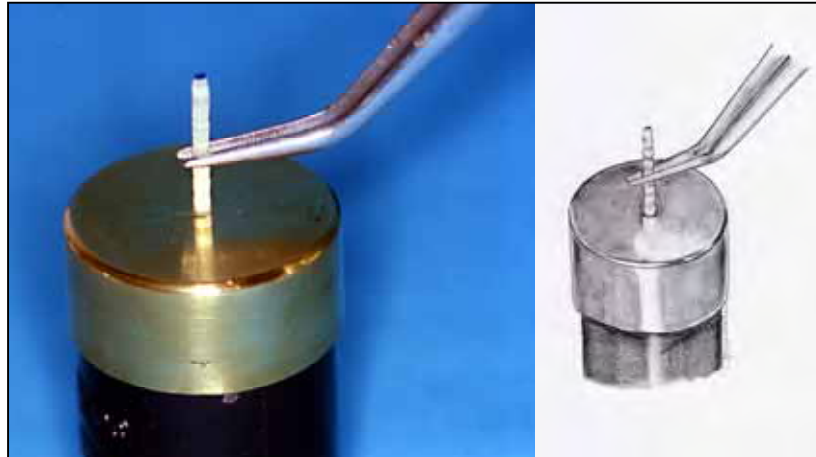
**FIGURA 16** – Cimento Resinoso Rely X (3M ESPE).



**FIGURA 17** – Pasta base e catalisadora do cimento resinoso sobre o bloco de papel (Rely X/3M ESPE).



**FIGURA 18** – Agente cimentante sendo levado ao conduto radicular com auxílio de uma fresa Lentulo.



**FIGURA 19** – Pino de fibra de vidro sendo inserido pelo orifício da matriz metálica.

#### GRUPO II – Cimento de Ionômero de Vidro – Bioglass “C”

Para a confecção das amostras desse Grupo, foi necessário realizar primeiramente a limpeza mecânica do canal radicular com solução aquosa de ácido poliacrílico a 25% utilizando o pincel Microbrush contra as paredes internas do conduto durante 10 segundos (Figura 20), seguida de lavagem abundante com “spray” ar/água por 1 minuto seguido de secagem com leves jatos de ar e pontas de papel absorvente (Figura 21). Logo após, o cimento de ionômero de vidro Bioglass “C” (BIODINÂMICA) (Figura 22) foi dispensado sobre uma placa de vidro na proporção pó/líquido de 1:1 (Figura 23) sendo o pó aglutinado ao líquido com espátula de nylon durante 20 segundos e levado ao conduto com auxílio de fresa Lentulo montada em um contra-ângulo e micromotor até o preenchimento total do conduto radicular (Figura 24). Em seguida, a matriz metálica foi adaptada ao tubo de PVC e o pino de fibra de vidro introduzido no conduto radicular através do orifício central (Figura 25). Aguardou-se o tempo de geleificação inicial do material e após 30 minutos, foi



retirada a matriz metálica, e removidos os excessos do cimento de ionômero com auxílio de uma lâmina de bisturi nº 15.



**FIGURA 20** – Aplicação de ácido poliacrílico a 25% no conduto radicular.



**FIGURA 21** – Cone de papel absorvente removendo o excesso de água do conduto radicular.



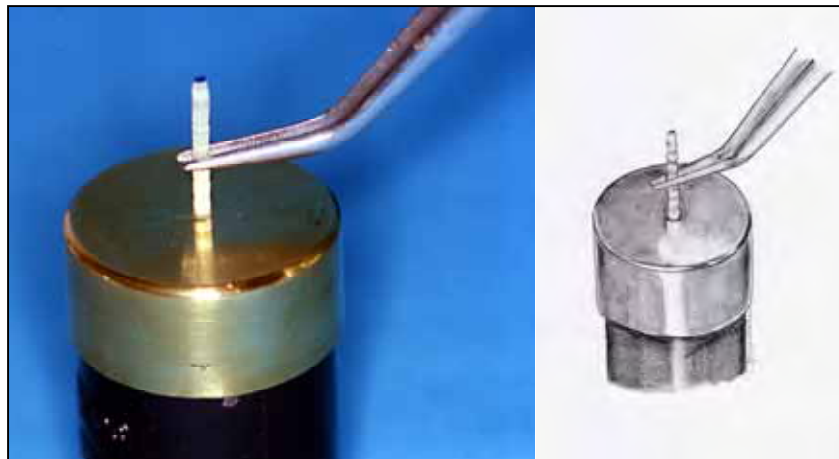
**FIGURA 22** – Cimento de Ionômero de Vidro (Bioglass "C"/ BIODINÂMICA).



**FIGURA 23** – Pó e líquido do cimento, proporcionados sobre placa de vidro.



**FIGURA 24** – Agente cimentante sendo levado ao conduto radicular com auxílio de uma fresa Lentulo.



**FIGURA 25** – Pino de fibra de vidro sendo inserido pelo orifício da matriz metálica.

### GRUPO III – Cimento de Fosfato de Zinco

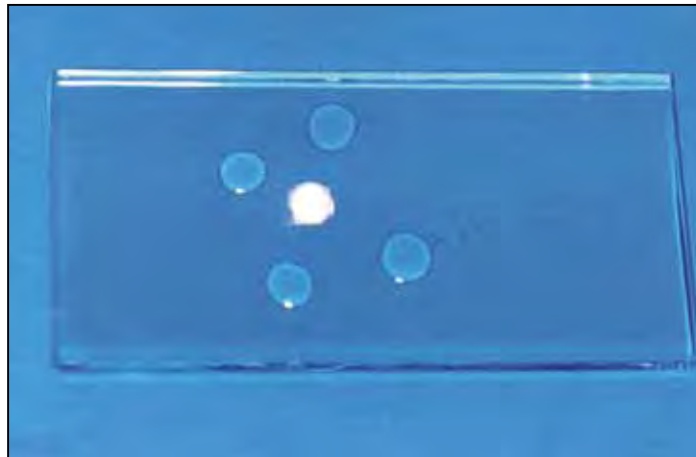
Após os condutos radiculares serem limpos com “spray” ar/água e secos com jatos de ar e pontas de papel absorvente (Figura 26), o cimento de Fosfato de Zinco (SS WHITE) (Figura 27) foi dispensado sobre uma placa de vidro na proporção de 1(uma) medida, de pó para 4 (quatro) gotas de líquido (Figura 28) e com uma espátula metálica nº 24, o pó foi incorporado ao líquido e espatulado durante 1 ½ minuto. Em seguida, o material foi levado ao conduto radicular com o auxílio de uma fresa Lentulo montada em um contra-ângulo e micromotor, até o preenchimento total do mesmo (Figura 29). O passo seguinte foi adaptar a matriz metálica ao tubo de PVC e com uma pinça clínica, introduzir o pino de fibra de vidro pelo orifício central até alcançar o conduto radicular (Figura 30). Aguardou-se o tempo de 30 minutos para o material tomar presa, para então retirar a matriz metálica e remover os excessos do cimento de Fosfato de Zinco com auxílio de uma lâmina de bisturi nº 15.



**FIGURA 26** – Cone de papel absorvente removendo o excesso de água do conduto radicular.



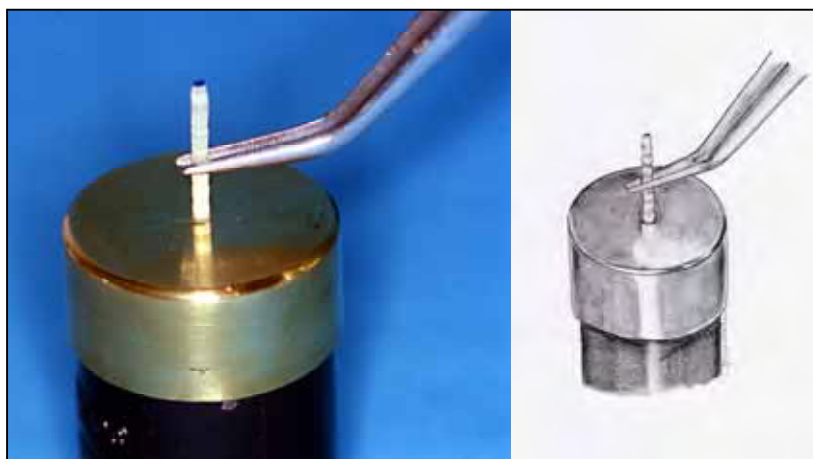
**FIGURA 27** – Cimento de Fosfato de Zinco (SS WHITE).



**FIGURA 28** – Pó e líquido do cimento, proporcionados sobre placa de vidro.



**FIGURA 29** – Agente cimentante sendo levado ao conduto radicular com auxílio de uma fresa Lentulo.

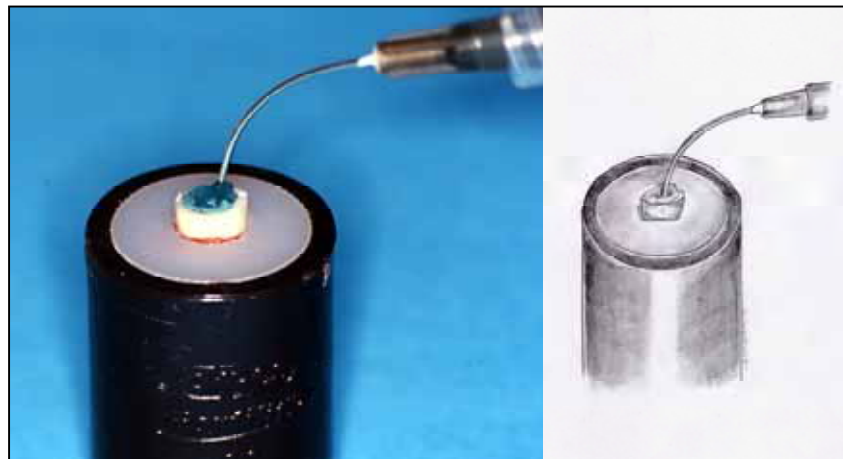


**FIGURA 30** – Pino de fibra de vidro sendo inserido pelo orifício da matriz metálica.

#### GRUPO IV – Cimento Resinoso Quimicamente Ativado – C&B Cement

Foi realizado o condicionamento ácido da dentina intra-radicular com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos (Figura 31). Em seguida o ácido foi removido com “spray” ar/água por 1 minuto, secagem com leves jatos de ar por 5 segundos sendo o excesso de água removido com pontas de papel absorvente (Figura 32). Na seqüência, foi aplicado o sistema adesivo One-Step (BISCO) em duas camadas com auxílio de pincel Microbrush (Figura 33) sendo que, a segunda camada recebeu um leve jato de ar para se espalhar uniformemente o material adesivo por todo o conduto. Logo em seguida, o sistema adesivo foi ativado pela luz halógena de um aparelho fotopolimerizador (XL 3000 – 3M calibrado em  $580 \text{ mW/cm}^2$ ) por 10 segundos à uma distância de 1mm da abertura do conduto radicular. Após hibridização da dentina intra-radicular, partes iguais da pasta base e catalisadora do Cimento Resinoso C&B Cement (BISCO) (Figura 34) foram dispensadas sobre bloco de papel e misturadas com espátula de nylon

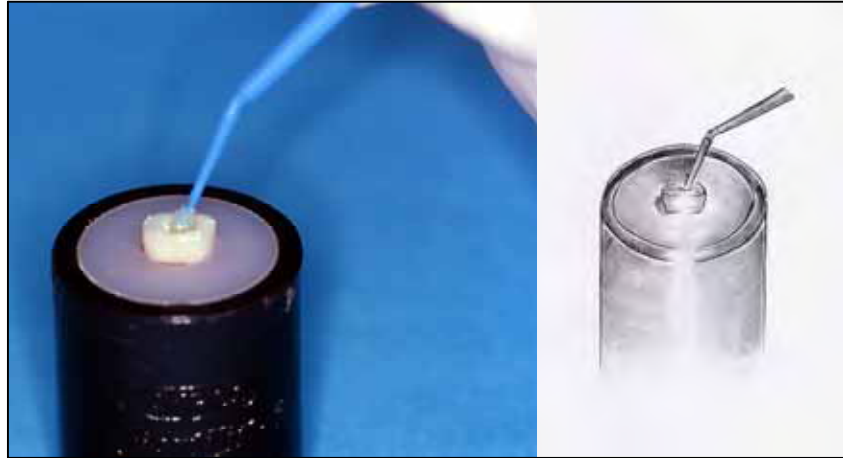
durante 10 segundos (Figura 35). Em seguida, o cimento resinoso foi levado ao interior do conduto radicular com o auxílio de uma fresa Lentulo, montada em contra-ângulo e micromotor, até o preenchimento total do conduto (Figura 36). O passo seguinte foi adaptar a matriz metálica ao tubo de PVC e inserir pelo orifício da mesma e conduto radicular, o pino de fibra de vidro devidamente preparado, ou seja, limpo com álcool e silanizado (Figura 37). Aguardamos 10 minutos para a remoção da matriz metálica e finalmente retiramos os excessos de cimento resinoso com auxílio de uma lâmina de bisturi nº 15.



**FIGURA 31** – Condicionamento ácido ao conduto radicular.



**FIGURA 32** – Cone de papel absorvente removendo o excesso de água do conduto radicular.



**FIGURA 33** – Aplicação do sistema adesivo (One-Step/ BISCO).



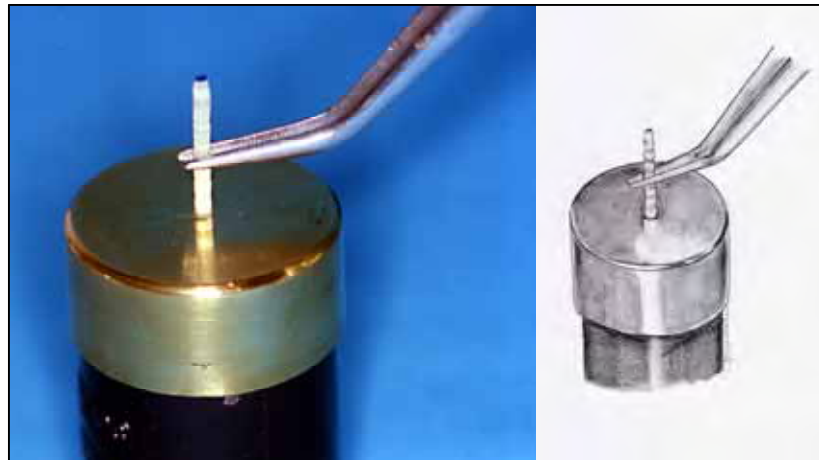
**FIGURA 34** – Cimento Resinoso C&B Cement (BISCO).



**FIGURA 35** – Pasta base e catalisadora do cimento resinoso sobre bloco de papel (C&B Cement / BISCO).



**FIGURA 36** – Agente cimentante sendo levado ao conduto radicular com auxílio de uma fresa Lentulo.



**FIGURA 37** – Pino de fibra de vidro sendo inserido pelo orifício da matriz metálica.

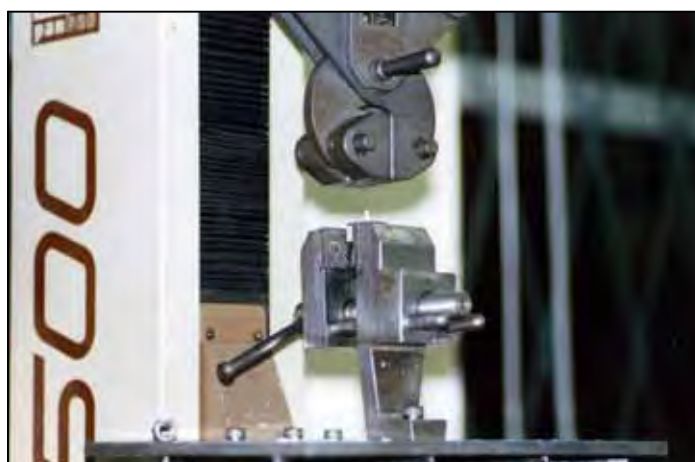
Terminada a cimentação dos pinos nos 4 Grupos distintos (GI,GII,GIII e GIV), os mesmos foram armazenados em estufa a 37°C, em recipientes individualizados contendo saliva artificial, por 48 horas. Em seguida, as amostras foram adaptadas à Máquina de Ensaio Mecânico (VERSAT 500) (Figura 38) de modo que uma peça,



em forma de garra, fixou a porção superior do pino de fibra de vidro para o teste de tração (Figuras 39 e 40). A máquina foi acionada a uma velocidade de 1,0 mm/min até o momento do deslocamento do pino. Os dados originais (ANEXO 2) foram catalogados e submetidos à análise estatística por meio de teste de Análise de Variância e o teste de comparações múltiplas de *Tukey*.



**FIGURA 38** – Máquina de Ensaio Mecânico VERSAT 500.



**FIGURA 39** – Detalhe da posição do corpo-de-prova para a realização do teste de tração mecânica.



**FIGURA 40** – Detalhe do pino preso ao mordente da máquina, para a realização do teste de tração mecânica.

Após ser concluído o teste de Tração Mecânica desta primeira etapa, todos os 4 Grupos foram novamente refeitos com a mesma metodologia e materiais; as amostras destes 4 Grupos restantes (GV, GVI, GVII e GVIII), também receberam restaurações provisórias confeccionadas com o material Fermit (IVOCLAR/VIVADENT) (Figuras 41 e 42). Logo em seguida, foram armazenadas, por 240 dias, em estufa a 37°C, em recipientes individualizados contendo saliva artificial, aguardando o envelhecimento dos espécimes, antes da realização do teste de tração mecânica. Ressalta-se que a solução de saliva artificial era renovada a cada 2 dias. A análise estatística realizada foi a mesma da primeira etapa. Para a comparação dos grupos dois a dois (48h x 240 dias) foi utilizado o teste de comparações *t-student* para amostras independentes.



**FIGURA 41** – Restauração provisória sobre o pino de fibra de vidro.



**FIGURA 42** – Material restaurador provisório (Fermit / IVOCCLAR VIVADENT).

# Resultado

---

## 5 Resultado

A análise estatística deste trabalho foi realizada através de Tabelas; Gráficos; e estatísticas descritivas (média e desvio-padrão).

Para a verificação da normalidade dos dados, foi utilizado o teste não-paramétrico Kolmogorov-Smirnov. Este teste é considerado uma prova de aderência, diz respeito ao grau de concordância entre a distribuição de um conjunto de valores amostrais e determinada distribuição teórica específica, neste caso, a distribuição normal. Para os dados deste estudo todas as medidas tiveram esta condição garantida, por este motivo, os teste aplicados neste estudo foram testes paramétricos.

Com o objetivo de comparar os grupos entre si, foram realizados os testes estatísticos Análise de Variância e o teste de *comparações múltiplas de Tukey*. Este teste aplica-se em situações nas quais o pesquisador deseja comparar mais que dois grupos experimentais com relação a uma variável quantitativa. O procedimento de *Tukey* é um complemento à Análise de Variância e visa identificar quais as médias que, tomadas duas a duas, diferem significativamente entre si.

Para a comparação dos grupos dois a dois (48h x 240 dias) foi utilizado o teste de comparações t-student para amostras independentes. Este teste tem por objetivo comparar as médias obtidas de dois grupos independentes.

Os resultados foram considerados significativos a um nível de significância máximo de 5%.

## Comparação com os valores Mestre

Tabela 1- Comparação dos grupos: 48 horas.

Grupo	n	Média*	Desvio-padrão	IC 95%	F	p
GI Rely X	48h	10	182,45 <sup>C</sup>	63,07	[137,33 a 227,57]	
GII Bioglass	48h	10	56,11 <sup>D</sup>	12,22	[47,37 a 64,85]	
GIII Fosf de Zinc - 48h	10	264,65 <sup>B</sup>	76,78	[209,72 a 319,57]		
GIV C&B Cement - 48h	10	439,76 <sup>A</sup>	46,09	[406,79 a 472,73]	85,14	<0,01

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si

Mediante os resultados do teste Análise de Variância e do teste de comparações múltiplas de Tukey, verifica-se que existe diferença significativa entre os grupos acima comparados. Observa-se que todos os grupos diferem entre si.

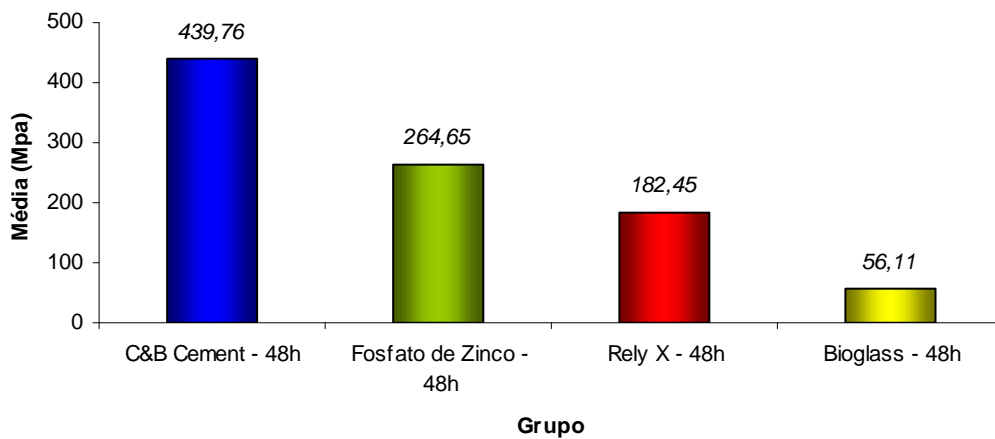


GRÁFICO 1- Comparação dos grupos: 48 horas.

Tabela 2- Comparação dos grupos: 240 dias.

Grupo			<i>n</i>	Média*	Desvio-padrão	IC 95%	<i>F</i>	<i>p</i>
GV	Rely X	- 240 dias	10	144,26 <sup>A</sup>	44,49	[112,44 a 176,08]	5,57	<0,01
GVI	Bioglass	- 240 dias	10	201,89 <sup>AB</sup>	70,84	[151,21 a 252,57]		
GVII	Fosf de Zin	- 240 dias	10	243,13 <sup>B</sup>	61,75	[198,96 a 287,30]		
GVIII	C&B Cem	- 240 dias	10	269,32 <sup>B</sup>	99,00	[198,50 a 340,14]		

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si

Mediante os resultados do teste Análise de Variância e do teste de comparações múltiplas de Tukey verifica-se que existe diferença significativa entre os grupos acima comparados. Observa-se que de todos; o Grupo GV (Rely X) apresenta média inferior aos grupos GVII (Fosfato de Zinco) e GVIII (C&B Cement). O grupo GVI (Bioglass) não difere de nenhum dos outros grupos.

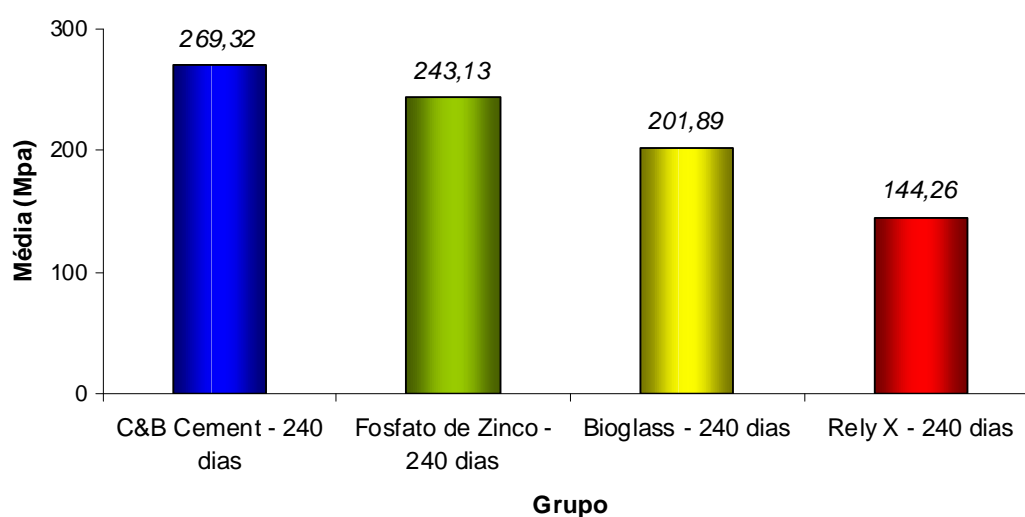


GRÁFICO 2- Comparação dos grupos: 240 dias.

Tabela 3- Comparação dos tempos 48 horas e 240 dias para cada material.

<b>Grupo</b>	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio-padrão</i>	<i>T</i>	<i>p</i>
Rely X - 48h	10	182,45	63,07	1,56	0,35
Rely X - 240 dias	10	144,26	44,49		
Bioglass - 48h	10	56,11	12,22	-6,41	<0,01
Bioglass - 240 dias	10	201,89	70,84		
Fosfato de Zinco - 48h	10	264,65	76,78	0,69	0,50
Fosfato de Zinco - 240 dias	10	243,13	61,75		
C&B Cement - 48h	10	439,76	46,09	4,93	<0,01
C&B Cement - 240 dias	10	269,32	99,00		

Mediante os resultados do teste de comparações t-student verifica-se que apenas as comparações com os materiais Bioglass e C&B Cement apresentam diferença significativa entre os períodos 48 horas e 240 dias. Para o material Bioglass observa-se uma resistência média superior no período 240 dias, e para o material C&B Cement observa-se uma resistência média superior no período 48 horas.

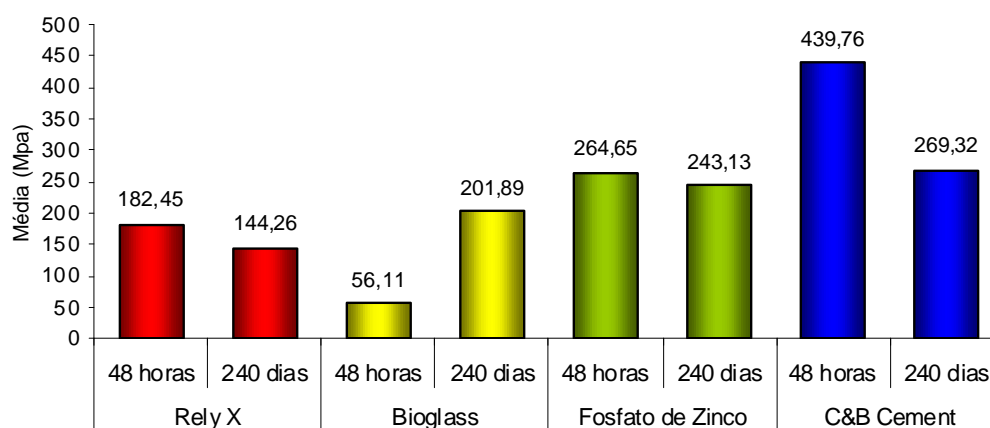


GRÁFICO 3- Comparação dos tempos 48 horas e 240 dias para cada material.



# Discussão

---

## 6 Discussão

Notadamente, a “Odontologia Adesiva” vêm sendo o grande avanço na busca por procedimentos cada vez menos invasivos, de tal modo que, preserve estrutura dental sadia, combinando resistência à fratura dental e material restaurador, aos conceitos de estética e funcionalidade.

Com o advento da técnica do condicionamento ácido do esmalte proposto por Buonocore<sup>8</sup>, em 1955, as pesquisas avançaram no sentido de estabelecer a relação de adesividade dos materiais restauradores aos substratos esmalte e dentina. Atualmente, os especialistas em Dentística e outras áreas da Odontologia, podem utilizar uma grande variedade de materiais e instrumentos disponíveis no mercado, cuja finalidade é alcançar um padrão de excelência em seus procedimentos restauradores e conseqüentemente, uma maior longevidade dos trabalhos executados. Contudo, alguns fatos ainda necessitam de esclarecimentos baseados em evidências científicas tais como: o comportamento dos agentes cimentantes frente à resistência adesiva; ativação química dos cimentos resinosos de dupla polimerização; sistemas adesivos de frasco único; efeito do armazenamento de materiais cimentantes em meio úmido, e outros fatores que podem influenciar o desempenho dos materiais de cimentação, quando submetidos a testes de resistência adesiva. Este trabalho mostrou por intermédio de seus resultados e da metodologia utilizada, que os agentes de cimentação empregados para a fixação de pinos de fibra de vidro, apresentam valores diferentes de resistência à tração quando do envelhecimento dos mesmos em saliva artificial após 48 horas, porém,

depois de 240 dias, tal comportamento não foi observado para todos os agentes estudados.

Assim, os cimentos resinosos de dupla polimerização e quimicamente ativados e, também o cimento de fosfato de zinco; apresentaram médias menores de resistência à tração após 240 dias de armazenamento em saliva artificial quando comparados às médias obtidas no teste de tração após 48 horas. A exceção foi do cimento de ionômero de vidro que apresentou baixo valor de resistência à tração após 48 horas e, cujo valor aumentou significativamente depois de 240 dias de armazenamento. Este fato pode ser explicado pela reação de presa dos cimentos de ionômero de vidro convencionais, uma vez que, a fase de gel de polissais ocorre notadamente nas primeiras 24 horas, com o material atingindo o seu endurecimento final e podendo continuar por meses ou anos (Navarro, Pascotto<sup>36</sup>, 1998).

A estética nos últimos anos tem se apresentado como fator primordial no tratamento odontológico de maneira universal. Neste contexto, a utilização de pinos cerâmicos e de fibra de vidro, passou a ser uma alternativa para substituir pinos e núcleos metálicos em restaurações de dentes tratados endodonticamente e em especial, em dentes anteriores.

As vantagens da utilização de pinos de fibra de vidro são entre outras, a facilidade de uso; o preparo conservador do conduto radicular, e a redução do risco de fratura radicular pela presença de fibras paralelas que compõem os pinos e que os permitem absorver e dissipar tensões (Stockton<sup>47</sup>, 1999; Pest et al.<sup>38</sup>, 2002; Fernandes et al.<sup>14</sup>, 2003), em razão do módulo de elasticidade dos pinos ser semelhante ao da dentina (Qualtrough, Mannocci<sup>41</sup>, 2003). A escolha do agente de cimentação para a fixação dos pinos pré-fabricados, assim como os tratamentos

endodônticos, são fatores de grande importância para o sucesso da cimentação e longevidade do procedimento restaurador (Ferrari, et al.<sup>17</sup>, 2000; Pest et al.<sup>38</sup>, 2002).

As soluções irrigadoras utilizadas nos preparos biomecânicos de dentes desvitalizados têm como finalidade, fazer uma adequada remoção do material orgânico e inorgânico do interior dos canais radiculares, preparando-os para receber o material obturador. Os trabalhos de Goldman et al.<sup>21</sup> (1984) e Sung et al.<sup>48</sup> (2002) mostraram que as várias soluções irrigadoras utilizadas em seus experimentos como o hipoclorito de sódio a 5,23%, solução de cloreto de sódio a 0,9%, EDTA a 17%, água estéril e água filtrada, não foram capazes de produzir qualquer efeito sobre os agentes de adesão e, portanto, concluíram que a força de adesão à dentina, depende dos agentes de união dentinários e materiais cimentantes utilizados. Já Varela et al.<sup>53</sup>, em 2003, analisaram o efeito do hipoclorito de sódio sobre a união de adesão na cimentação de pinos e concluíram que houve alteração na força de tração dos grupos estudados, embora essa alteração não tenha sido significativa, fato este discordante de nossos resultados no qual podemos observar resultados diferentes e significantes em ambos períodos de observação, 48 horas e 240 dias, possivelmente pela baixa concentração do hipoclorito de sódio a 1%, diferente da concentração de 10% utilizada por Varela et al.<sup>53</sup> em 2003. A atuação do hipoclorito de sódio faz com que haja liberação do oxigênio, o que pode comprometer a polimerização dos agentes adesivos. No presente estudo, foi utilizado hipoclorito de sódio a 1% como solução irrigadora no preparo biomecânico dos condutos radiculares e ao término da instrumentação os condutos foram lavados com soro fisiológico a 0,9% com o objetivo de neutralizar a ação do hipoclorito de sódio. Além da utilização do soro fisiológico, o desgaste do conduto radicular feito com fresas

para a colocação do pino, removeu a dentina radicular superficial que teve contato com o hipoclorito de sódio. Ainda com relação ao tratamento endodôntico, a escolha do cimento obturador é de grande importância uma vez que, uma grande quantidade de cimentos obturadores contém eugenol na sua composição e este pode inibir a polimerização dos agentes resinosos que são empregados para a cimentação de pinos intra-radulares. O trabalho de Tjan, Nemetz<sup>52</sup> em 1992, mostrou que a ação do eugenol reduziu a retenção de pinos intra-radulares e desse modo, se faz necessário a utilização de soluções de limpeza eficazes na neutralização do eugenol especialmente o álcool etílico, que é um solvente do eugenol, antes da cimentação de pinos, entretanto, Schwartz et al.<sup>46</sup> (1998) e Boone et al.<sup>3</sup> (2001) concluíram em seus trabalhos que a utilização do cimento obturador contendo ou não eugenol não mostrou diferenças significativas na retenção de pinos intra-radulares. Como o efeito do eugenol é ainda bastante discutido na literatura e não havendo um consenso na interferência negativa deste no mecanismo de adesão às paredes dentinárias, é que optou-se pela utilização de um cimento obturador à base de hidróxido de cálcio (Sealer 26-Dentsply) na metodologia deste trabalho. Desta forma, a polimerização dos sistemas adesivos e cimentos resinosos utilizados neste estudo, não foi comprometida pelo eugenol.

A adesividade de sistemas adesivos e agentes cimentantes resinosos à dentina é melhor compreendida a partir de 1982 com o trabalho de Nakabayashi et al.<sup>35</sup> no qual observaram que após o condicionamento ácido da dentina, os monômeros resinosos com grupos hidrofóbicos e hidrofílicos, infiltram-se por entre as fibras colágenas expostas pelo condicionamento ácido e, após polimerização, constituía-se em uma zona mista, ácida resistente de dentina desmineralizada e

permeada pela resina, denominada de camada híbrida e que esta, é considerada segundo Gwinnett<sup>23</sup>, em 1993, a causa do aumento da adesão na interface agente resinoso/dentina e que a hibridização contribui aproximadamente em um terço na resistência adesiva em seu estudo. O aumento da adesão à dentina deve-se a retenção micro-mecânica dos agentes resinosos com as fibras colágenas da dentina intertubular e não somente pela formação de “tags” no interior dos túbulos dentinários. Atualmente, três mecanismos de adesão de sistemas adesivos modernos são usados: frasco único ou dois frascos com prévio condicionamento ácido; adesivos autocondicionantes (sem prévio condicionamento ácido) de dois frascos ou frasco único e ionômero de vidro modificado por resina. Tay et al.<sup>50</sup> em 2003, relataram a incompatibilidade de alguns sistemas adesivos de frasco único (2 passos com prévio condicionamento ácido) com cimentos resinosos que tenham ativação química. Os autores atribuem essa incompatibilidade, aos monômeros ácidos presentes nos adesivos de frasco único, o que prejudicaria a ação da amina terciária para reagir com o peróxido de benzoíla e gerar radical livre para induzir a polimerização das resinas quimicamente ativadas. Além disso, o caráter semi-permeável desses adesivos também contribuiu para essa incompatibilidade, pois por pressão osmótica, permitiria que gotículas de água penetrassem na resina composta não polimerizada, prejudicando seu processo de polimerização. Os mesmos resultados foram encontrados no trabalho de Sanares et al.<sup>44</sup> (2001) que avaliaram o efeito de quatro sistemas adesivos de frasco único na união à resina foto e quimicamente ativada; e concluíram que a resistência adesiva foi significativamente menor quando a resina quimicamente ativada foi utilizada e que há uma correlação positiva entre a acidez dos sistemas adesivos de frasco único e a força adesiva

quando da utilização da resina composta quimicamente ativada. Os resultados desses trabalhos vêm corroborar com os resultados encontrados no presente trabalho já que houve diferença significativa na média de resistência adesiva quando da utilização de um sistema adesivo de frasco único (One-Step) com um agente cimentante quimicamente ativado (C&B Cement) entre os períodos 48 horas (G IV) e 240 dias (G VIII) como mostra a Tabela 3. O cimento resinoso quimicamente ativado (G IV) apresentou uma resistência adesiva média superior no período de 48 horas, porém, após 240 dias de armazenamento em saliva artificial houve uma redução significativa na média da resistência adesiva. Evidentemente que o envelhecimento do agente cimentante contribuiu para a redução da resistência à tração, porém, a Tabela 3 mostra que as médias de resistência à tração do Cimento Resinoso Dual Rely X (GV) e do Cimento de Fosfato de Zinco (G VII) reduziram quando comparadas às médias do período de 48 horas (G I e G III respectivamente). Porém, deve ser ressaltado que esta redução não foi significativa como aquela encontrada no Grupo VIII (cimento resinoso quimicamente ativado). Tal redução pode estar relacionada em grande parte, com a incompatibilidade desse cimento ao sistema adesivo de frasco único (acidez dos monômeros), o que não ocorreu no trabalho de Ferrari, Mannocci<sup>15</sup>, em 2000, quando avaliaram o comportamento de um sistema adesivo de frasco único na cimentação de um pino de fibra de carbono utilizando um cimento resinoso quimicamente ativado. Os autores concluíram que o sistema adesivo de frasco único (One-Step), associado ao cimento resinoso quimicamente ativado (C&B Cement) pode ser utilizado para a cimentação de pinos.

Os cimentos resinosos de dupla ativação ou “duais”, possuem reação de ativação química por meio de mecanismos de polimerização via liberação de radicais

livres (sistema redox), resultado da reação entre peróxidos (benzoíla) e aminas terciárias nucleófilas, sendo que, a reação de ativação física é obtida por meio de fotoiniciador canforoquinona (Sanares et al.<sup>44</sup>,2001).

No processo de cimentação de pinos intra-radiculares, é possível que a ativação física de polimerização, ocorra na porção cervical do canal, mas em relação ao terço médio e apical, a ativação de polimerização seria complementada pelo sistema redox, peróxidos/aminas, tanto no cimento, como na polimerização do sistema adesivo. Entretanto, essa ativação química dos cimentos duais pode não ser suficiente para completar adequadamente a polimerização do cimento na ausência de luz. Devido a isso, essa reação de polimerização ocorrerá mais lentamente, resultando em menor dureza dos cimentos resinosos nas regiões próximas ao ápice. Esses fatores podem explicar o fraco desempenho do cimento resinoso dual no presente trabalho. Ao analisarmos a Tabela 1, observamos que o G I (Cimento Resinoso Dual Rely X) apresentou média de resistência à tração de 182,15 MPa, inferior a média do Cimento de Fosfato de Zinco (G III) que foi de 264,65 MPa e inferior a média do Cimento Resinoso Quimicamente Ativado C&B Cement (G IV), de 439,76 MPa. A Tabela 2, mostra a comparação dos grupos após 240 dias de armazenamento sendo que o cimento resinoso dual (G V) apresentou a menor média de resistência à tração de todos os agentes de cimentação (144,26 MPa).

O grau de conversão dos monômeros dos cimentos resinosos de polimerização dual foi analisado por Rueggeberg, Caughman<sup>42</sup>, em 1993. Os resultados mostraram que, a ativação exclusivamente química apresentou o menor grau de conversão quando comparado aos demais grupos que receberam alguma



intensidade de luz e que, não houve evidências de uma indução significativa de polimerização química dos sistemas duais após exposição à luz.

Com relação ao meio utilizado para a simulação de envelhecimento de agentes de cimentação, pode ser a saliva artificial ou a água. O armazenamento em água, por longos períodos de tempo, gera danos na interface dente/restauração (Leloup et al.<sup>29</sup>, 2001 e Sano<sup>45</sup>, 2006). A água vai penetrando na interface dente/material restaurador e deteriorando as ligações adesivas da camada híbrida (degradação hidrolítica). Kato, Nakabayashi<sup>27</sup> em 1998, concluíram que a resistência adesiva sofre redução significativa após armazenamento em períodos diferentes, relataram ainda que em 30 dias de envelhecimento, a resistência adesiva já está prejudicada. Tay, Pashley<sup>49</sup>, em 2003, analisando a nanoinfiltração de restaurações adesivas, concluíram que independentemente do sistema adesivo utilizado, houve nanoinfiltração na base da camada híbrida e que, a presença de umidade nessa camada pode ser um fator contribuinte para falhas na performance adesiva. Os resultados e conclusões dos trabalhos citados acima vêm de encontro aos resultados apresentados após 240 dias de envelhecimento em saliva artificial, deste estudo. Ao analisarmos a Tabela 3 juntamente com o Gráfico 3, observamos que, com exceção do cimento de ionômero de vidro, todos os cimentos apresentaram redução da resistência à tração e que essa redução foi significativa para o cimento resinoso quimicamente ativado (G VIII).

Coelho-de-Souza<sup>12</sup>, em 2006, concluiu em seu trabalho que o armazenamento em água por 6 meses, foi um fator significativo na redução da performance adesiva de espécimes restaurados com resina composta. Já Pashley et al.<sup>37</sup>, em 2004, relataram que fibras colágenas sofrem grande destruição após 250

dias armazenadas em saliva artificial. Em relação aos agentes de cimentação utilizados na fixação de pinos, Stockton<sup>47</sup>, em 1999, relata que, o cimento de fosfato de zinco; cimento de ionômero de vidro e cimentos resinosos; são agentes cimentantes que podem ser utilizados uma vez que a literatura não evidencia que um material seja superior ao outro e, portanto, cimentos de ionômero de vidro e fosfato de zinco, são freqüentemente usados em razão das facilidades de manipulação e história de sucesso em procedimentos de cimentação. No presente trabalho, o cimento de fosfato de zinco apresentou médias de resistência à tração, semelhantes nos dois períodos de tempo (48 horas e 240 dias) demonstrando ser um cimento resistente às variações com o passar do tempo.

Finalmente, considerando que existe uma série de fatores que propiciam o insucesso na cimentação de pinos intra-radulares, os resultados apresentados neste trabalho demonstram que todos os agentes de cimentação utilizados podem ser empregados na fixação de pinos, desde que, seja observado o preparo adequado da dentina radicular para cada sistema adesivo e agente cimentante, assim como, a utilização de materiais resinosos foto e quimicamente ativados que possam apresentar uma adesão efetiva dentro do canal radicular. Neste sentido, são necessárias que novas pesquisas sejam realizadas, na tentativa de esclarecer os mecanismos de ativação dos cimentos resinosos e sistemas adesivos, e suas interações, bem como observações clínicas sejam realizadas quanto ao comportamento da longevidade deste tratamento restaurador.

## Conclusão

---

## **7 Conclusão**

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, segundo a metodologia utilizada, pode-se concluir que, a resistência à tração de pinos de fibra de vidro cimentados em canais radiculares de dentes bovinos, foi influenciada pelo fator tempo, ou seja, quanto maior o envelhecimento, maior a possibilidade de diminuição da resistência, no entanto, observou-se que esta diminuição está na dependência do tipo de agente cimentante. Assim, entre os agentes cimentantes estudados, constatou-se que os cimentos: resinoso quimicamente ativado, cimento de ionômero de vidro convencional e cimento de fosfato de zinco apresentaram melhor comportamento frente à resistência à tração.

## Referências

---

## Referências\*

1. Armstrong SR, Vargas MA, Chung I, Pashley DH, Campbell JA, Laffoon JE, et al. Resin-dentin interfacial ultrastructure and microtensile dentin bond strength after five-year water storage. *Oper Dent.* 2004; 29: 705-12.
2. Attar N, Tam LE, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosthet Dent.* 2003; 89: 127-34.
3. Boone KJ, Murchison DF, Schindler WG, Walker WA. Post retention of sequence, of post-space preparation, cementation time and different sealers. *J Endod.* 2001; 27: 768-71.
4. Bouillaguet S, Troesh S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater.* 2003; 19: 199-205.
5. Bowen RL. Properties of silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc.* 1963; 66: 57-64.
6. Bowen RL. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. II. Bonding to dentin promoted by a surface-active co-monomer. *J Dent Res.* 1965; 44: 895-902.
7. Braga RR, Cezar PF, Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *J Oral Rehabil.* 2002; 29: 257-62.
8. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955; 34: 849-53.
9. Buonocore MG, Wilman W, Brudevold F. A report on a resin composite capable of bonding to human dent surfaces. *J Dent Res.* 1956; 35: 846-51.

---

\* De acordo com o estilo Vancouver.  
Disponível em [http://nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

10. Burrow MF, Sano H, Nakagima M, Harada N, Tagami J. Bonding strength to crown and root dentin. *Am J Dent.* 1996; 9: 223-9.
11. Caughman F, Chan DCN, Rueggeberg FA. Curing potencial of dual polymerizable resin cements in simulated clinical situations. *J Prosthet Dent.* 2001; 85:479-84.
12. Coelho-de-Souza FH. Efeito da técnica restauradora, do tipo de preparo e do envelhecimento de restaurações de resina composta sobre a resistência à fratura dental, resistência adesiva e vedamento marginal [tese de doutorado]. Pelotas: Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas; 2006.
13. Donmez N, Belli S, Pashley DH, Tay FR. Ultrastructural correlates of in vivo/in vitro bond degradation in self-etch adhesives. *J Dent Res.* 2005; 84: 355-9.
14. Fernandes AS, Shetty S, Coutinho I. Factors determining post selection: a literature review. *J Prosthet Dent.* 2003; 90: 556-62.
15. Ferrari M, Mannocci F. A “one bottle” adhesive system for bonding a fibre post into a root canal: an SEM evaluation of the post-resin interface. *Int Endod J.* 2000; 33: 397-400.
16. Ferrari M, Vichi A, Grandini S, Goracci C. Efficacy of a self curing adhesive-resin cement system on luting glass fiber posts into root canals: an SEM investigation. *Int J Prosthodont.* 2001; 14: 543-9.
17. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjör IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent.* 2000; 13: 255-60.
18. Fonseca RG. Resistência à remoção por tração de coroas metálicas cimentadas com cimentos resinosos [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2001.
19. Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Bonding of photo and dual-cure adhesives to root canal dentin. *Oper Dent.* 2003; 28: 543-51.

20. Ganss C, Jung M. Effect of eugenol-containing temporary cements on bond strength of composite to dentin. *Oper Dent.* 1998; 23: 55-62.
21. Goldman M, DeVitre R, Pier M. Effect of the dentin smear layer on tensile strength of cemented posts. *J Prosthet Dent.* 1984; 52: 485-8.
22. Gordan VV, Vargas MA, Cobb DS, Denehy GE. Evaluation of adhesive systems using acid primers. *Am J Dent.* 1997; 10: 219-23.
23. Gwinnett AJ. Quantitative contribution of resin infiltration / hybridization to dentin bonding. *Am J Dent.* 1993; 6: 7-9.
24. Hashimoto M. Degradation patterns of different adhesives and bonding procedures. *J Biomed Mater Res.* 2003; 66: 324-30.
25. Hofmann N, Papsthart G, Hugo B, Klaiber B. Comparison of photo-activation versus chemical or dual-curing of resin-based luting cements regarding flexural strength, modulus and surface hardness. *J Oral Rehabil.* 2001; 28: 1022-8.
26. Kanno T, Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Bonding strength of dual cure resin cement to bovine canal dentin (abstract 29). *Dent Mater.* 2002; 18: A1-A 23.
27. Kato G, Nakabayashi N. The durability of adhesion to phosphoric acid etched, wet dentin substrates. *Dent Mater.* 1998; 14: 347-52.
28. Konno ANK, Sinhoreti MAC, Consani S, Correr Sobrinho L, Consani RLX. *Braz Dent J.* 2003; 14: 42-7.
29. Leloup G, D'Hoore W, Bouter D, Degrange M, Vreven J. Meta-analytical review of factors involved in dentin adherence. *J Dent Res.* 2001; 80: 1605-14.
30. McComb D. Adhesive luting cements-classes, criteria and usage. *Compend Contin Educ Dent.* 1996; 17: 759-62.



31. Mayhew JT, Windehy AM, Goldsmith LJ, Gettleman L. Effect of root canal sealers and irrigation agents on retention of prefabricated posts luted with a resin cement. *J Endod.* 2000; 26: 341-4.
32. Mitchell CA, Orr JF, Connor KN, Magill JP, Maguire GR. Comparative study of four glass ionomer luting cements during post pull-out test. *Dent Mater.* 1994; 10: 88-91.
33. Miyazaki S, Iwasaki K, Onose H, Moore BK. Enamel and dentin bond strengths of single application bonding systems. *Am J Dent.* 2001; 14: 361-6.
34. Mota CS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Tensile bond strength of four resin luting agents bonded to bovine, enamel and dentin. *J Prosthet Dent.* 2003; 98: 558-64
35. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.* 1982; 6: 265-73.
36. Navarro MFL, Pascotto RC. Cimentos de ionômero de vidro: aplicações clínicas em odontologia. São Paulo: Artes Médicas;1998.
37. Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM, et al. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *J Dent Res.* 2004; 83: 216-21.
38. Pest LB, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater.* 2002; 18: 596-602.
39. Peutzfeldt A. A dual-cure resin cements: in vitro wear and effect of quantity of remaining double bonds, filler volume and light curing. *Acta Odontol Scand.* 1995; 59: 29-34.
40. Powell TL. Effects of cements and eugenol on properties of a visible light-cured composite. *Pediatr Dent.* 1993; 16: 104-7.

41. Qualtrough AJE, Mannocci F. Tooth-colored post systems: a review. *Oper Dent.* 2003; 28: 86-91.
42. Rueggeberg FA, Caughman WF. The influence of light exposure on polymerization of dual-cure resin cements. *Oper Dent.* 1993; 18: 48-55.
43. Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Effect of surface treatment of prefabricated posts on bonding of resin cement. *Oper Dent.* 2004; 29: 60-8.
44. Sanares AME, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one bottle light-cured adhesives and chemical cured composites. *Dent Mater.* 2001; 17: 542-56.
45. Sano H. Microtensile testing, nanoleakage and biodegradation of resin-dentin bonds. *J Dent Res.* 2006; 85: 11- 4.
46. Schwartz RS, Murchison DF, Walker WA. Effects eugenol and noneugenol endodontic sealer cements on post retention. *J Endod.* 1998; 24: 564-7.
47. Stockton LW. Factors affecting retention of post systems: a literature review. *J Prosthet Dent.* 1999; 81: 380-5.
48. Sung EC, Tai ET, Chen T, Caputo AA. Effect of irrigation solutions on dentin bonding agents and restorative shear bond strength. *J Prosthet Dent.* 2002; 87:628-32.
49. Tay FR, Pashley DH. Water treeing – a potential mechanism for degradation of dentin adhesives. *Am J Dent.* 2003; 16: 6-12.
50. Tay FR, Suh BI, Pashley DH, Prati C, Chuang SF, Li F. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and self-cured or dual-cured composites. Part II: single-bottle, total-etch adhesive. *J Adhes Dent.* 2003; 5: 91-105.

51. Tay FR, Hashimoto M, Pashley DH, Peters MC, Lai SCN, Yiu CKY, et al. Aging affects two modes of nanoleakage expression in bonded dentin. *J Dent Res.* 2003; 82: 537-41.
52. Tjan AHL, Nemetz H. Effect of eugenol-containing endodontic sealer on retention of prefabricated posts luted with an adhesive composite resin cement. *Quintessence Int.* 1992; 23: 839-44.
53. Varela SG, Rábade LB, Lombardero PR, Sixto JML, Bahillo JDG, Park SA. In vitro study of endodontic post cementation protocols that use resin cements. *J Prosthet Dent.* 2003; 89: 146-53.
54. Vargas JW, Liewehr FR, Joyce AP, Runner RR. A comparison of the in vitro retentive strength of glass-ionomer cement, zinc-phosphate cement, and mineral trioxide aggregate for retention of prefabricated posts in bovine incisors. *J Endod.* 2004; 30: 775-7.
55. Vichi A, Simoni G, Ferrari F. Comparison between two clinical procedures for bonding fiber posts into a root canal: a microscopic investigation. *J Endod.* 2002; 28: 335-60.
56. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2000; 16: 129-38.

# Anexos

---

## Anexo 1

### Saliva artificial

Fosfato de ácido sódio .....	0,780 g
Cloreto de sódio .....	0,5 g
Cloreto de potássio .....	0,5 g
Cloreto de cálcio .....	0,759 g
Sulfeto de sódio .....	0,005 g
Sulfato de amônia .....	0,3 g
* Ácido cítrico .....	0,005 g
Bicarbonato de sódio .....	0,1 g
Uréia .....	1 Grama

Complementar para 1000 ml com água destilada

---

\* Acrescentar a quantidade desejada na hora do uso.

## Anexo 2

### Dados do teste de resistência à tração após 48 horas (MPa)

GI		GII		GIII		GIV	
RealyX (cim. resinoso dual)		Bioglass (CIV)		Fosfato de Zinco		C&B cement (resinoso quim.)	
1	167,2	1	49,0	1	147,8	1	443,3
2	185,4	2	63,7	2	148,1	2	451,6
3	143,8	3	52,7	3	218,4	3	468,0
4	320,5	4	65,5	4	380,9	4	499,1
5	238,6	5	47,2	5	317,2	5	350,5
6	198,1	6	44,0	6	229,0	6	446,1
7	103,1	7	75,0	7	319,9	7	400,4
8	201,8	8	73,0	8	296,7	8	488,4
9	127,9	9	50,1	9	306,5	9	459,0
10	138,1	10	40,9	10	282,0	10	391,2
MÉDIA	182,5 MPa	MÉDIA	56,1 MPa	MÉDIA	264,6 MPa	MÉDIA	439,7 MPa

**Dados do teste de resistência à tração após 240 dias (MPa)**

<b>GV</b>		<b>GVI</b>		<b>GVII</b>		<b>GVIII</b>	
RealyX (cim. resinoso dual)		Bioglass (CIV)		Fosfato de Zinco		C&B cement (resinoso quim.)	
1	99,4	1	255,3	1	291,7	1	243,4
2	199,0	2	256,6	2	228,0	2	286,0
3	105,8	3	134,0	3	211,4	3	445,5
4	159,5	4	100,9	4	290,9	4	348,0
5	107,4	5	261,4	5	215,3	5	165,7
6	169,3	6	150,7	6	138,4	6	278,9
7	180,2	7	139,0	7	168,5	7	136,7
8	131,1	8	247,0	8	337,8	8	299,6
9	83,5	9	307,0	9	265,2	9	146,0
10	207,1	10	166,4	10	284,1	10	343,4
<b>MÉDIA</b>	144,2 MPa	<b>MÉDIA</b>	201,8 MPa	<b>MÉDIA</b>	243,1 MPa	<b>MÉDIA</b>	269,3 MPa