

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**HAGLAY PALANDI DE OLIVEIRA BELLOTI  
CIRURGIÃ DENTISTA**

**EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAGEM E DOS CIMENTOS NA  
RESISTÊNCIA À REMOÇÃO POR TRAÇÃO DE COROAS TOTAIS  
METÁLICAS**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Doutor em Materiais Dentários.

**PIRACICABA – SP  
2002**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**HAGLAY PALANDI DE OLIVEIRA BELLOTI  
CIRURGIÃ DENTISTA**

**EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAGEM E DOS CIMENTOS NA  
RESISTÊNCIA À REMOÇÃO POR TRAÇÃO DE COROAS TOTAIS  
METÁLICAS**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. LOURENÇO CORRER SOBRINHO – FOP/UNICAMP**

Este exemplar foi devidamente corrigido,  
de acordo com a Resolução CCPG-036/83  
CPG. 31/03/2003

Assinatura do Orientador

Tese apresentada à Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba da  
Universidade Estadual de  
Campinas, para obtenção do título  
de Doutor em Materiais  
Dentários.

**PIRACICABA – SP**

**2002**

**UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE**

UNIDADE	<u>80</u>
Nº CHAMADA	<u>UNICAMP</u> <u>B417 e</u>
V	<u>EX</u>
TOMBO BCI	<u>59158</u>
PROC.	<u>124103</u>
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	<u>R\$ 11,00</u>
DATA	<u>29/10/03</u>
Nº CPD	

CMOD185483-4

BIB ID 293696

### Ficha Catalográfica

B417e	<p>Belloti, Haglay Palandi de Oliviera.  Efeito do tempo de armazenagem e dos cimentos na resistência à remoção por tração de coroas totais metálicas. / Haglay Palandi de Oliveira Belloti. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2003.  x, 82p. : il.</p> <p>Orientador : Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho.  Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>1. Cimento dentário. 2. Materiais dentários - Armazenamento.  I. Correr Sobrinho, Lourenço. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 18 de Novembro de 2002, considerou a candidata HAGLAY PALANDI DE OLIVEIRA BELLOTI aprovada.

1. Prof. Dr. LOURENCO CORRER SOBRINHO

2. Prof. Dr. LAURO CARDOSO VILELLA

3. Profa. Dra. ANA PAULA TEIXEIRA BOSCARIOLLI

4. Prof. Dr. SIMONIDES CONSANI

5. Prof. Dr. MARIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI

“Feliz é o homem que encontra sabedoria e adquire conhecimento, pois  
ela é mais proveitosa do que a prata e dá mais lucro que o ouro.”

**Provérbios 3: 13-14**

Ofereço este trabalho

A Deus, que em sua enorme grandeza tem cuidado de nós.

Aos meus pais, Paulo e Ruth, que sempre me  
incentivaram com muito amor.

Ao Wagner, meu marido,  
pelo amor, companheirismo  
e paciência que me acompanhou  
em mais esta etapa de minha vida.

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Professor Associado da Área de Materiais Dentários, **Dr. LOURENÇO CORRER SOBRINHO** Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, **UNICAMP**, por sua dedicação na orientação deste trabalho.

Ao Professor **Dr. SIMONIDES CONSANI**, Titular da Área de Materiais Dentários, do Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, **UNICAMP**, pelo exemplo de honestidade, competência e seriedade na docência.

## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, **UNICAMP**, nas pessoas do Diretor, Prof. Dr. **THALES ROCHA DE MATTOS FILHO** e Diretor Associado Prof. Dr. **OSLEI PAES DE ALMEIDA**.

À **CAPES**, pela concessão da bolsa de estudos durante o curso de Pós-Graduação.

Ao Prof. Dr. **MÁRIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI**, Associado da Área de Materiais Dentários, do Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, **UNICAMP**, pela elaboração da análise estatística deste trabalho.

Ao Prof. Dr. **MARIO FERNANDO DE GOES**, Titular da Área de Materiais Dentários, do Departamento de Odontologia Restauradora, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

Ao casal **LAURO CARDOSO VILELLA** e **MARIA AUXILIADORA JUNHO DE ARAÚJO**, Professores da Área de Materiais Dentários, do Departamento de Materiais e Prótese, da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, **UNESP**, pelos primeiros incentivos dados à minha carreira acadêmica.



Ao Engenheiro **MARCOS BLANCO CANGIANI**, técnico de laboratório, pela ajuda na fase experimental e fotografias da tese.

À técnica de laboratório, **SELMA APARECIDA B. SEGALA**, pela ajuda durante o transcorrer do curso.

À bibliotecária **HELOÍSA MARIA CECCOTTI**, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, **UNICAMP**, pela orientação nas referências bibliográficas.

E àqueles que de uma forma ou de outra me ajudaram a alcançar mais esta vitória.

**MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS**

# SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	3
<b>1 – INTRODUÇÃO</b> .....	4
<b>2 – REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	7
<b>3 – PROPOSIÇÃO</b> .....	51
<b>4 – MATERIAIS E MÉTODO</b> .....	52
4.1 – Materiais .....	52
4.2 – Método .....	52
4.2.1 – Fixação dos dentes em resina .....	52
4.2.2 – Confecção dos preparos para coroa total .....	53
4.2.3 – Obtenção das coroas totais metálicas .....	54
4.2.4 – Cimentação .....	56
4.2.5 – Ensaio de resistência à tração .....	59
<b>5 – RESULTADOS</b> .....	61
<b>6 – DISCUSSÃO</b> .....	64
<b>7 – CONCLUSÃO</b> .....	70
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	71
<b>APÊNDICE</b> .....	77

## RESUMO

O propósito deste estudo foi avaliar o efeito do tempo de armazenagem (24 horas e 6 meses) na resistência à remoção por tração de coroas totais metálicas fixadas com 3 tipos de cimento dental. Noventa incisivos bovinos foram fixados pelas raízes em resina epóxica. As porções coronárias foram preparadas para receber coroas totais completas, usando pontas diamantadas nº 4103 com paredes axiais com expulsividade de 10° e término cervical em ombro reto. Noventa coroas totais foram fundidas com a liga de níquel-cromo (Verabond 2). Após a limpeza e jateamento com óxido de alumínio (50 µm) as coroas foram separadas em 3 grupos de 30 amostras. Em seguida, trinta coroas foram fixadas com cimento de fosfato de zinco (SS White), 30 com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji Plus) e 30 com cimento resinoso (Rely X). As coroas foram fixadas com auxílio de prensa pneumática, com carga estática de 9 kg por 10 minutos. Após, todos os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada numa estufa a 37° C, sendo que 15 corpos-de-prova para cada agente de fixação foram armazenados por 24 horas e 15 por 6 meses. Após os períodos de armazenagem, os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de resistência à remoção por tração numa máquina de ensaio universal Instron à velocidade de 1mm/minuto. Os resultados foram submetidos à análise de variância e às médias ao teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e mostraram que as coroas fixadas com o cimento resinoso apresentou valores de resistência à remoção por tração superiores nos tempos de armazenagem de 24 horas e 6 meses em relação ao cimento de ionômero de vidro e fosfato de zinco ( $p < 0,05$ ). Os valores de resistência à remoção por tração no tempo de

armazenagem de 6 meses foram superiores ao de 24 horas para os cimentos resinoso e ionômero de vidro. Nenhuma diferença estatística foi observada para o cimento de fosfato de zinco.

**Palavras Chaves:** coroas metálicas, cimentos, tempo de armazenagem

## ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of storage time (24 hours and 6 month) in the tensile strength of complete cast crowns luted with 3 kinds of dental cements. Ninety bovin incisors were embedded in epoxic resin. The coronal portions of the teeth were prepared to receive complete crowns using a 4103 diamond bur under refrigeration with 10° of tapering and right shoulder. Ninety crowns were cast with nickel-chromium (Verabond 2) melted by gas-oxygen torch. After the crowns were cleaned and blasted with aluminum oxide (50 μm) and they were separated in three groups of thirty specimens each one. Afterwards thirty crowns were luted with zinc phosphate cement (SSWhite), Thirty luted with resin-modified glass ionomer cement (Fuji Plus) and thirty with resin cement (Rely X). The crowns were luted onto the tooth with static load of 9 kg for 10 minutes. After all specimens were stored in distilled water 37° C, where 15 specimens for each cement were storage for 24 hours and 15 for 6 months. Afterwards the storage time, the specimens were submitted to the tension tests on Instron machine with a speed of 1mm/min. The results were analyzed by ANOVA and Tukey's test ( $p < 0.05$ ) and showed that the crowns luted with resin cement showed higher values tension strength in the storage time of the 24 hours and 6 months in relation of the glass ionomer cement and zinc phosphate ( $p < 0.05$ ). The values of the tension strength of the 6 months storage was higher than 24 hours for the resin cement and glass ionomer cement. No statistic difference was found for the zinc phosphate cement.

**Key words:** cast crowns, cements, storage time

## 1 – INTRODUÇÃO

Quando um processo carioso ou mesmo uma fratura, acomete a o elemento dental destruindo-o, entre as opções restauradoras, destacam-se as restaurações metálicas fundidas. Assim, essas restaurações necessitam ser fixadas sobre o elemento dental preparado, sendo constantemente submetidas às forças cíclicas da mastigação e adversidades do meio bucal por um longo período de tempo.

Segundo BRUKL *et al.* (1985), os agentes cimentantes são considerados a estrutura mais fraca formada pela associação coroa-cimento-dente. Atualmente, os materiais disponíveis para fixação dos diferentes tipos de prótese são os cimentos fosfato de zinco, cimento de policarboxilato de zinco, cimento de ionômero de vidro convencional e modificado por resina, cimento de óxido de zinco e eugenol reforçado e cimentos resinosos.

Historicamente, o cimento de fosfato de zinco é o mais conhecido e utilizado para fixação de próteses, desde sua introdução por AMES, em 1892. Apesar de apresentar algumas propriedades negativas, como a falta de adesão à estrutura dental, solubilidade, sensibilidade e deficiente selamento marginal, a boa resistência mecânica e a pequena espessura de película fazem deste material um dos mais utilizados na Odontologia (GRIEVE,1969; NINA *et al.*, 1975).

Em 1972, WILSON & KENT relataram o desenvolvimento de um novo material com propriedades adesivas e com liberação de flúor, denominado ionômero de vidro. Já em 1977, WILSON *et al.* analisaram as propriedades de um ionômero de vidro para fixação de próteses. Segundo HOTZ *et al.*, 1977 eram aderentes aos metais básicos e à estrutura dental. O comportamento como agente cimentante tem

sido bem documentado na literatura. Numa avaliação de 8 anos, METZ & BRACKETT em 1994, encontraram 99% de retenção em 1230 restaurações fundidas fixadas com esse material. Segundo CHRISTENSEN (1991), apesar da sensibilidade pós-operatória, sinérise e embebição inerentes ao material, as propriedades positivas, fazem dos ionômeros um material bastante utilizado até essa data. De acordo com OMAR (1988) e MARTINS (1995) os cimentos de ionômero de vidro apresentam maior resistência na fixação de peças protéticas em dentina em relação ao cimento de fosfato de zinco. Hoje estão disponíveis no mercado grande quantidade de ionômero de vidro modificado por resina.

Por sua vez, os cimentos resinosos destacam-se não só pelas propriedades mecânicas superiores em relação aos demais cimentos, mas também por terem suplantado propriedades indesejáveis como a solubilidade (ORTEGREN *et al.*, 2001) e falta de adesão. Contudo, a principal dificuldade encontrada com o uso desses materiais é a elevada espessura de película (BRUKL *et al.* 1985 e CHRISTENSEN, 1991), a qual pode comprometer o sucesso clínico à longo prazo e promover sensibilidade pós-operatória. De acordo com GORODOVSKY & ZIDAN (1992), os cimentos resinosos apresentaram resistência à remoção por tração de coroas superiores em relação aos cimentos de fosfato de zinco e ionômero de vidro.

Por outro lado, o agente cimentante ideal deveria possuir propriedades mecânicas suficientes para resistir às forças mastigatórias durante toda existência da restauração. Além disso, ele deveria ainda resistir à degradação no meio bucal e aderir a estrutura dental subjacente. Normalmente, propriedades, tais como resistência, solubilidade e força de união são medidas, em laboratórios, seguindo protocolos pré-definidos, por exemplo, aqueles estabelecidos nas especificações da

ADA, que avaliam a qualidade e o provável comportamento do material sob condições clínicas. O teste de tração é um bom método para avaliar os agentes cimentantes e é usualmente conduzido 24 horas após a cimentação. No entanto, este intervalo de tempo é útil para determinar a capacidade retentiva do material, falhando em fornecer qualquer informação com respeito às mudanças ocorridas no material e na interface, em períodos mais longos.

Assim, DRUMOND, *et al.* (1991) e OMURA *et al.* (1984), demonstraram que a armazenagem da porcelana unida à diferentes cimentos odontológicos em água destilada por períodos de armazenagem de (6 meses) não promoveram redução nos valores de resistência de união. ROULET *et al.*, em 1995, verificaram que a união cimento/porcelana após um ano de armazenagem mantinha-se constante. GUIMARÃES, em 1999, observou não haver diferença estatística em amostras submetidas à flexão biaxial armazenadas em água destilada (24 horas, 3 e 6 meses).

Em função das discrepâncias nos resultados dos ensaios relacionados ao à armazenagem seria conveniente estudar o efeito do tempo de armazenagem na resistência à tração de coroas totais metálicas fixadas com diferentes cimentos odontológicos.



## 2 – REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com a bibliografia consultada, parece-nos de relevante importância as seguintes citações.

**AMES**, em 1892, descreveu o cimento de fosfato de zinco como um novo agente para a fixação de coroas. O material tinha como principais componentes os óxidos cúprico e de zinco, ácido fosfórico e água e foi descrito como de resistência superior às de outros agentes para fixação de próteses até então existentes. A reação de presa era lenta com baixas temperaturas e rápida em temperaturas maiores, e provocava a formação de um fosfato de cobre com propriedades anti-sépticas. O cobre livre, no entanto, podia provocar manchamento dos dentes.

**GRIEVE**, em 1969, após determinar a carga média aplicada na fixação de uma coroa total, avaliou três cimentos de óxido de zinco e eugenol, um de fosfato de zinco, em relação à espessura de película e resistência ao deslocamento de coroas fixadas a preparos torneados em dentes extraídos. Molares humanos, com as raízes incluídas em resina acrílica, foram preparados para coroas totais em forma de tronco de cone e com expulsividade de 10°. Os preparos foram moldados com polissulfeto e as coroas totais fundidas por uma técnica usual, a partir de padrões de cera confeccionados em modelos de gesso. As fundições foram adaptadas aos preparos com carga de 9 Kg e as alturas foram medidas com um micrômetro, sendo em seguida feita a fixação das coroas com um dos 5 cimentos, com mesma carga

aplicada durante 1 minuto. Novas medições das alturas foram feitas para determinação da espessura de película e após 24 horas de armazenagem em água a 37 ° C, as coroas foram submetidas aos ensaios de deslocamento em uma máquina Instron, com velocidade de 0,05 cm/min. Os 5 cimentos também foram submetidos ensaios em relação à compressão, confeccionando-se 5 corpos-de-prova cilíndricos para cada cimento. As resistências à remoção (newtons) proporcionadas pelos 3 cimentos de óxido de zinco e eugenol (Stailine Super, Kalzinol e Fynal), foram similares entre si e inferiores às dos cimentos de fosfato de zinco (Zinc Cement) e de policarboxilato de zinco (Durelon), que também foram similares entre si. Apesar da maior espessura de película proporcionada pelo cimento de óxido de zinco e eugenol, as diferenças não foram estatisticamente significativas. Com exceção do cimento de policarboxilato de zinco (menor resistência à compressão), houve uma correlação positiva entre as resistências à remoção das coroas e compressiva dos cimentos.

Com relação à composição dos cimentos de fosfato de zinco e seus produtos de reação **SERVAIS & CARTZ**, em 1971 relataram que a estrutura destes cimentos é formada por uma mistura de óxido de zinco, óxido de magnésio e outros óxidos em uma solução aquosa de ácido ortofosfórico e, possivelmente, alguns sais de alumínio ou zinco, agrupados para dar ao cimento uma indicação apropriada ao uso odontológico. A reação de presa e estrutura resultante destes cimentos é baseada na existência da formação de hopeíta. O crescimento dos cristais de hopeíta foi observado nas superfícies dos cimentos na presença de excesso de umidade subsequente ao endurecimento do cimento. Os autores afirmaram que: de fato o

cimento é sensível à umidade, isto é, ao excesso de água disponível inevitavelmente no momento da mistura do pó com o líquido e, também, ao subsequente ambiente seco ou molhado. As superfícies do cimento são modificadas pelo aumento das camadas de cristais de hopeíta nas superfícies, assim como pelas camadas de poros que podem formar abaixo da superfície. Os cristais de hopeíta são fracamente aprisionados na superfície do cimento reduzindo consideravelmente alguma propriedade adesiva do cimento.

Ainda em 1972, **CARTZ *et al.***, descreveram por que o cimento de fosfato de zinco não forma uma união íntima com a superfície dental e ainda tende a retrair da mesma, indicando uma completa falta de adesão entre cimento e dente. Sugeriram que isto deve ser em consequência de poros naturais formados no cimento e à camada de cristais que se forma na superfície do mesmo (chamados cristais de hopeíta) que destacam-se facilmente em amplos pedaços e em virtude disto nenhuma união desenvolve-se, provavelmente, entre o cimento e o dente, pois este pó cristalino de cristais de hopeíta é fracamente preso à superfície do cimento.

**WILSON & KENT**, em 1972, desenvolveram o cimento de ionômero de vidro com a intenção de apresentar um material que superasse as desvantagens dos cimentos já existentes. A presa do material baseou-se na reação entre pós de vidro aluminossilicato (similares ao do cimento de silicato) e soluções aquosas de polímeros e co-polímeros de ácido poliacrílico em concentrações de 40 a 50 %. Na reação, íons H<sup>+</sup> do líquido penetravam nas partículas de vidro formando um hidrogel de sílica com deslocamento de íons cálcio, alumínio e fluoretos para a fase aquosa.

Em seguida ocorria a formação de pontes de sal metálico entre cadeias longas de íons policarboxilato, estabelecendo-se ainda ligações cruzadas com a formação de um gel (sal hidratado) e a conseqüente presa do material. A resistência à compressão média foi de 218 N/mm<sup>2</sup> contra 13 N/mm<sup>2</sup> do cimento de silicato nas primeiras 24 horas. Dados preliminares mostraram maior resistência superficial ao ataque por ácidos presentes na boca, menor alteração de cor e união a metais básicos e a estrutura dental. Foi relatada ainda uma menor toxicidade à polpa em comparação ao silicato, pois o ácido poliacrílico é mais fraco, possui grandes moléculas com pouca tendência à difusão nos túbulos dentinários e os íons hidrogênio tendem a ligar-se as cadeias polieletrólíticas.

**NINA *et al.***, em 1975, avaliaram a resistência à remoção por tração e a adaptação de coroas totais metálicas antes e após a cimentação com três tipos de cimentos odontológicos. Quinze molares superiores incluídos em blocos de resina acrílica foram torneados (5° de expulsividade, 7mm de diâmetro próximo ao ombro, 6 mm de altura e 1 mm de ombro), sendo que três troquéis foram obtidos desses dentes usinados de dimensões idênticas (controlados por paquímetro de 0,01 mm de precisão), para os quais confeccionou-se três coroas corretamente adaptadas que foram cimentadas cinco vezes em seu respectivo troquel com cada um dos três tipos de cimentos. Foi utilizado uma cápsula-matriz metálica ao redor do preparo para confeccionar o padrão de cera de forma uniforme. Essa era então preenchida com cera liquefeita, levada ao troquel e pressionada para obtenção dos padrões de cera. Esses foram incluídos em revestimento e levados ao forno para eliminação da cera. As fundições foram realizadas com liga de ouro tipo III, e todas as coroas

foram perfuradas na superfície oclusal para escape do excesso do cimento. O conjunto troquel/coroa sem cimento foi levado a um dispositivo especial para aplicação de carga estática de 15 kg por 15 minutos e após ao micrômetro comparador Tesa de 0,01 mm de precisão. Então as coroas foram cimentadas utilizando cimento de fosfato de zinco, cimento de óxido de zinco e eugenol + EBA e um cimento de policarboxilato (seguindo-se as recomendações dos fabricantes), sob carga de 15 kg por 15 minutos. Nova leitura no micrômetro era realizada, para depois serem armazenadas a 37°C por 3 horas em estufa e após serem tracionadas em máquina Instron à velocidade de 0,5 mm/min. Ao final obtiveram-se 45 medidas de adaptação e 45 valores de retenção. Os três tipos de agentes fixadores comportaram-se diferentemente em relação ao ajuste cervical e a resistência à tração, sendo que os cimentos de fosfato de zinco e policarboxilato de zinco apresentaram o mesmo comportamento estatístico e promoveram melhor adaptação e resistência. O cimento de fosfato de zinco obteve a maior média de resistência à remoção (41,3 kgf), seguido pelo cimento de policarboxilato (29,5 kgf) e cimento de óxido de zinco e eugenol + EBA (27,8 kgf). Em relação a adaptação, o cimento de fosfato de zinco obteve a melhor média (40 µm), seguidos pelo cimento de policarboxilato (110 µm) e óxido de zinco e eugenol + EBA (206 µm).

**CRISP *et al.*, 1976**, analisaram resistência à compressão de dois cimentos de ionômero de vidro (Ketac Fill e Experimental) armazenados em água destilada nos períodos de armazenagem de 24 horas e um ano. Foram confeccionadas quarenta amostras com 6 mm de diâmetro por 10 mm de altura para cimento de ionômero de vidro. Após cada período de armazenagem as amostras foram

submetidas ao ensaio de resistência à compressão numa máquina de ensaio universal Instron a velocidade de 1,0 mm/minuto até ocorrer a fratura. Os dados foram submetidos a análise estatística e mostraram que a resistência à compressão para os dois cimentos de ionômero de vidro aumentaram com o tempo de armazenagem de um ano. Os mecanismos que levam a este aumento possivelmente são devidos aos estágios iniciais da reação de presa, que é essencialmente do tipo ácido-base e origina um gel de policarboxilato de cálcio e alumínio.

**HOLTZ *et al.***, em 1977, avaliaram a resistência de união do cimento de ionômero de vidro ASPA IV à dentina, ao esmalte e às superfícies de metais preciosos, com e sem tratamento por eletrodeposição de estanho. Os testes no esmalte e na dentina foram feitos em dentes extraídos, cujas superfícies vestibulares foram desgastadas com lixa de granulação 600, até a obtenção de superfícies lisas com 3 mm de diâmetro. Antes da aplicação do material, as superfícies foram submetidas aos seguintes tratamentos: 1- condicionamento com água oxigenada 20 volumes por 15 segundos e secagem com ar; 2- condicionamento com ácido cítrico a 50 % por 1 minuto, lavagem com água e secagem com ar; 3- condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 1 minuto, lavagem com água e secagem com ar; 4- condicionamento com acetilacetato de alumínio a 10% em álcool e secagem; 5- aplicação de solução mineralizante. Adicionalmente, foi feito um grupo com a resina Concise e agente de união sobre o esmalte. Os testes de união do cimento de ionômero de vidro com metais nobres foram feitos em espécimes de platina (4 mm x 4 mm x 0,2 mm) e de ouro (3 a 5 mm de diâmetro) que foram preparados com

eletrodeposição de estanho e oxidação ou jato de óxido de alumínio. Em uma das faces oxidadas, foi também aplicada e sinterizada a porcelana (Vitadur). O cimento de ionômero de vidro uniu-se ao esmalte, à dentina e ao ouro e platina tratadas com eletrodeposição e não se uniu a metais nobres não tratados e à porcelana.

**WILSON *et al.***, em 1977, avaliaram várias propriedades dos cimentos de ionômero de vidro para fixação de peças protéticas e as compararam com as de outros materiais. Os cimentos avaliados foram os de ionômero de vidro ASPA II e IV, com diferentes tamanhos de partículas, além dos cimentos de silicofosfato Fluorothin, de poliacrilato de zinco Durelon, de fosfato de zinco De Trey's e de óxido de zinco e eugenol Fynal e EBA Opotow. As propriedades avaliadas foram tempo de presa, espessura de película, solubilidade, resistência à compressão, compressão diametral e opacidade. Os testes foram realizados de acordo com as especificações ISO, FDI E BS. Foi demonstrado que pós de ionômero de vidro com partículas entre 13 e 19  $\mu\text{m}$  proporcionaram menor espessura de película do que o pó com 45  $\mu\text{m}$ . A utilização de líquidos com concentração ácida inferior a 50% e menores relações pó/líquido, apesar de diminuírem a espessura de película, proporcionam menor tempo de trabalho, maior solubilidade e menor resistência. O cimento de ionômero de vidro ASPA IV, quando comparado a outros agentes de fixação, demonstrou resistência à compressão similar a do cimento de silicofosfato (150 contra 153  $\text{N}/\text{mm}^2$ ) e maior do que os cimentos de poliacrilato de zinco (79  $\text{N}/\text{mm}^2$ ), de fosfato de zinco (83  $\text{N}/\text{mm}^2$ ), e de óxido de zinco e eugenol Fynal (39,4  $\text{N}/\text{mm}^2$ ) e EBA Opotow (91  $\text{N}/\text{mm}^2$ ). A resistência à compressão diametral do

cimento ASPA IV foi menor do que a do cimento de policarboxilato de zinco (9,3 contra 12,5 N/mm<sup>2</sup>), similar a do cimento de silicofosfato e maior do que a dos cimentos de fosfato de zinco (4,9 N/mm<sup>2</sup>), de óxido de zinco e eugenol Fynal (4,0 N/mm<sup>2</sup>) e EBA (7,6 N/mm<sup>2</sup>). A espessura de película do cimento ASPA IV foi menor do que a dos cimentos de silicofosfato (24 contra 28 µm), de fosfato de zinco (32 µm) e de óxido de zinco e eugenol EBA (45µm) e similar a dos cimentos de policarboxilato de zinco (22µm) e de óxido de zinco e eugenol Fynal (25µm). A solubilidade do cimento ASPA IV foi maior a dos demais cimentos, com exceção do cimento de silicofosfato, enquanto a opacidade foi a menor de todas.

**HEMBREE & COPPER**, em 1979, compararam a resistência retentiva de coroas totais e inlays de liga de ouro, com três tipos de cimentos com ou sem o uso de espaçador de troquel. Dez molares foram usados para confeccionar os preparos para coroas totais e dez pré-molares para confeccionar as restaurações do tipo inlay. Os cimentos foram usados seguindo-se as recomendações dos fabricantes. As fundições foram cimentadas com carga de 9 kg por 10 minutos. Após 24 horas a 37°C em água o teste de tração com velocidade de 0,5 mm/min foi realizado para determinar a retenção das fundições. As fundições e os preparos foram limpos para remover todo excesso de cimento e cimentadas com outro cimento. A segunda parte do experimento foi com o uso de quatro camadas de espaçador Tru-Fit com intervalos de 1 minuto entre uma camada e outra para permitir a secagem. Esse foi aplicado diretamente no dente para eliminar as variáveis de moldagem e obtenção do troquel de gesso. A obtenção das fundições, cimentação e teste de tração foram



realizados da mesma maneira que para o primeiro grupo. Concluíram que o uso de espaçador de troquel não prejudicou a retenção das fundições tanto para coroas quanto para inlays. A resistência retentiva do cimento de fosfato de zinco e do policarboxilato de zinco foram maiores do que para o cimento de EBA com ou sem espaçador, tanto para coroas como para inlays. As diferenças na retenção com ou sem espaçador não foram estatisticamente significantes para as coroas. O cimento de EBA aumentou sua resistência retentiva em inlays com espaçador. As coroas possuem retenção duas vezes maior do que as fundições do tipo onlay.

Em 1982, **McCOMB** avaliou a força de retenção necessária ao deslocamento de fundições em ouro tipo "inlays" classe I, fixadas em dentina de dentes molares humanos, com três agentes diferentes: cimento fosfato de zinco, ionômero de vidro e cimento de sílico fosfato de zinco. As cavidades foram padronizadas e o processo de inclusão dos padrões de cera foi realizado de maneira convencional, porém sem a tira de amianto revestindo internamente o anel metálico de fundição. Antes da fixação as cavidades foram cuidadosamente lavadas e secadas e os "inlays" limpos com algodão umedecido em clorofórmio. Durante a fixação foi empregada pressão manual para assentamento das incrustações. Os corpos-de-prova foram armazenados em umidade 100% a 37° C, por 24 horas. Os testes de tração foram realizados em uma máquina Instron a uma velocidade constante de 0,5 cm/minuto. Os resultados médios dos grupos foram: cimento fosfato de zinco 9,2 kg; sílico fosfato 11,9 kg e cimento de ionômero de vidro 15,2 kg. O cimento de ionômero de vidro apresentou um aumento de 65,2% na força de tração para deslocar as "inlays",

em relação ao de fosfato de zinco. Um aumento de 27,7% foi observado para o cimento de ionômero de vidro em relação ao cimento de sílico fosfato de zinco.

Com o objetivo de avaliar os dentes bovinos como possíveis substitutos dos dentes humanos em testes de adesão, **NAKAMICHI *et al.***, em 1983, compararam os resultados de resistência à tração de três cimentos de poliacarboxilato, um cimento de ionômero de vidro, um cimento de fosfato de zinco e duas resinas compostas unidas ao esmalte e dentina humana e bovina. Pelo fato dos dentes bovinos serem grandes o suficiente para prover um bom substrato para os testes, mesmo em áreas de dentina profunda, os autores também compararam os valores de tração dos diferentes materiais, tanto nas camadas superficiais quanto nas profundas de dentina. Comparação também foi estabelecida entre dentes humanos e bovinos recém-extraídos e aqueles armazenados até seis meses antes da utilização. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa na resistência à tração entre esmalte e a camada superficial de dentina dos dentes humanos e bovinos com todos os materiais utilizados, apesar dos valores médios serem inferiores aos dentes bovinos. Os valores para a dentina bovina diminuíram consideravelmente com a profundidade, mostrando que os dentes bovinos são úteis para substituir os dentes humanos somente pelo uso do esmalte e da camada superficial de dentina. Com relação ao tempo de estocagem, os resultados mostraram valores ligeiramente superiores para os dentes (humanos e bovinos) com maior tempo de estocagem. Os autores relataram que esta tendência provavelmente ocorreu devido à abertura dos túbulos dentinários pela degeneração dos processos odontoblásticos e consequente aumento do efeito de ancoragem.

**OMURA et al.**, em 1984, avaliaram a habilidade de união e a durabilidade do cimento de resina Panavia EX. A habilidade de união à liga de Ni-Cr foi avaliada pela resistência à tração da peça metálica fixada à diferentes substratos após a imersão dos conjuntos em água destilada a 37°C por 24 horas. Os substratos utilizados foram: dentina humana sem tratamento, esmalte bovino com condicionamento ácido, liga de Ni-Cr jateada, liga de ouro sem tratamento, liga de ouro jateada e porcelana. Os resultados obtidos após o ensaio de remoção por tração (Kg/cm<sup>2</sup>) foram, respectivamente, de 82, 140, 360, 230, 270 e 240. Com relação a durabilidade de união à liga Ni-Cr, a avaliação da força de união (testes de tração) foi realizada nos períodos de 1, dia, 3, 6 e 9 meses de armazenagem em água destilada a 37°C. Os resultados (kgf/cm<sup>2</sup>) foram, respectivamente, 360, 372, 334 e 361. Nenhuma diminuição da força de união à liga Ni-Cr foi observada após nove meses de estocagem em água. Os autores concluíram que o cimento de resina apresenta excelente propriedade adesiva à dentina, esmalte, metal e porcelana; as propriedades mecânicas são aceitáveis para uso como material para cimentação. Além disso, os autores relataram que a resistência de união para o cimento resinoso parece estar relacionada à sua maior capacidade de combinação com a dentina, através de um grupamento fosfato, possivelmente pela ação por atração iônica entre o fosfato e o cálcio presente na estrutura dental.

**BRUKL et al.**, em 1985, afirmaram que os cimentos são considerados a interface mais fraca da estrutura formada pela associação fundição-cimento-dente. Os autores avaliaram a resistência retentiva e o assentamento de coroas metálicas

fundidas, fixadas com os cimentos resinosos e de fosfato de zinco a preparos torneados em dentes humanos extraídos. Sessenta primeiros molares, com as raízes embutidas em cilindros de poliéster, foram preparados para coroa total em torno mecânico. Foram feitas moldagens e modelos de gesso dos preparos, com os padrões para fundição sendo confeccionados indiretamente, para prevenir a contaminação dos preparos. As fundições foram feitas com a liga Cameogold e uma alça oclusal com uma esfera foi confeccionada para adaptação à máquina de testes e verificação do assentamento pela altura da coroa. A amostra foi dividida em 6 grupos de 10, sendo realizada a ventilação oclusal das coroas em 3 grupos. As coroas foram assentadas aos preparos com carga de 5 kg e submetidas a medição da altura com micrômetro linear digital. A fixação foi realizada com a mesma carga, utilizando o cimento resinoso Den Mat com e sem agente adesivo e o cimento de fosfato de zinco Mizzy. Após a medição final da altura, as coroas foram submetidas ao ensaio de remoção, por tração, em uma máquina Instron, com velocidade de 1 mm/min. Os resultados mostraram que a resistência à remoção por tração de coroas ventiladas fixadas com cimento resinoso foi significativamente maior do que com cimento de fosfato de zinco. A retenção aumentou 86% com o uso do agente adesivo e 63% sem o uso do adesivo em relação ao cimento de fosfato de zinco. A ventilação das coroas produziu significantes reduções na espessura de película para ambos cimentos e as discrepâncias entre coroas ventiladas e não ventiladas foram significativamente maiores para o cimento resinoso em relação ao cimento de fosfato de zinco. Os valores de espessura de película observados para as coroas não ventiladas foram excessivamente altos.

Em 1985, **CHAN et al.** compararam a resistência de união de vários agentes cimentantes a ligas metálicas não áuricas, usadas para coroas fundidas. As ligas utilizadas foram níquel-cromo (Summar e Biobond) e paládio-prata (Albacast). Os cimentos (policarboxilato – Carboxylon; fosfato de zinco - Fleck's e óxido de zinco e eugenol reforçado - Fynal) para fixação dos espécimes foram manipulados e após a cimentação de cada elemento, uma carga de 1 kg foi mantida sobre cada um deles até completar o tempo de presa. Após armazenagem em água a 37°C por 24 horas, os ensaios de tração foram realizados a uma velocidade de 0,05 cm/minuto. Os resultados mostraram que o cimento de policarboxilato forneceu os maiores valores de resistência de união com todas as ligas metálicas utilizadas. Os cimentos de fosfato de zinco e óxido de zinco e eugenol reforçado foram similares para as ligas Summar e Albacast. O cimento fosfato de zinco apresentou melhores valores de resistência à liga Biobond, do que o óxido de zinco e eugenol, e menores às ligas Summar e Albacast; o cimento de óxido de zinco e eugenol reforçado não apresentou diferenças nos valores de resistência com as três ligas. Os autores ressaltaram que “as altas resistências de união do cimento de policarboxilato foram relacionadas com falhas coesivas; o fosfato de zinco e o óxido de zinco e eugenol reforçado falharam adesivamente e a baixas cargas aplicadas.

Ainda em 1986, numa comparação da capacidade retentiva de um cimento de fosfato de zinco, policarboxilato e três cimentos de ionômero de vidro, **DAHL & OILO**, preparam a dentina para receber coroas metálicas totais, com a liga de prata-paládio. Foram utilizados 3 molares, recém extraídos, sem cáries, armazenados em solução de cloramina a 0,5%. Posteriormente, os dentes foram incluídos num

cilindro de latão, com resina acrílica. No cilindro de resina confeccionou-se um furo com broca, por onde passou, posteriormente, um fio de aço inoxidável e nas coroas foram feitos aros metálicos nas superfícies oclusais. Os ensaios foram realizados numa velocidade de 1 mm/minuto, até a remoção completa das coroas. Nenhuma diferença estatística foi observada em superfícies com média e máxima rugosidade, produzidas por pontas diamantadas, velhas e novas. A força retentiva média foi maior para o cimento de ionômero de vidro em relação ao de fosfato de zinco. Todos os cimentos ionoméricos apresentaram valores de retenção maiores aos do cimento de fosfato de zinco, entretanto, somente em um dos ionômeros essa diferença foi estatisticamente significativa. Nenhuma correlação estatisticamente significativa foi observada entre a capacidade retentiva dos vários cimentos e o tamanho da superfície do preparo.

**OMAR**, em 1988, avaliou as resistências retentivas de 5 cimentos, utilizando a fixação de coroas totais a preparos em dentes naturais. Os cimentos avaliados foram os de ionômero de vidro Chem bond, Fuji I e Ketac Cem; de fosfato de zinco Tenacim e de policarboxilato de zinco Durelon. Cinco pré-molares extraídos foram preparados para coroas totais com um instrumento de carboneto de tungstênio acoplado a um torno mecânico com refrigeração. Os preparos foram padronizados com angulação de 5 ° e altura de 5 mm e os padrões para fundição foram confeccionados pelo método direto, sendo fundidos em liga de níquel-cromo Biobond. Os condutos de alimentação, em forma de U, serviram de alça para remoção na máquina de testes, sendo utilizada uma carga de 5 kg, durante 10 minutos, na fixação das coroas. Os ensaios de remoção foram feitos, após 48 horas

de armazenagem em 100 % de umidade relativa a 37°C, em máquina J & J com velocidade de 15 mm/min. Cada coroa, devidamente limpa, foi fixada duas vezes com cada cimento, totalizando 50 fixações (10 para cada cimento). As resistências retentivas dos cimentos de ionômero de vidro Fuji I (299 N), Ketac Cem (299 N) e Chembond (255 N) foram estatisticamente superiores em relação aos cimentos de poliacarboxilato de zinco Durelon (222 N) e de fosfato de zinco Tenacim (178 N), que também foram diferentes entre si. De acordo com o autor, as diferenças de valores em relação a outros trabalhos podem ser explicadas pelas diferentes texturas superficiais dos preparos, proporcionadas por instrumentos de diamante ou de carboneto de tungstênio.

Em um estudo da resistência de união à tração com três agentes cimentantes (ionômero de vidro, poliacarboxilato de zinco e cimento de resina) e três ligas metálicas (níquel-cromo, prata-estanho e cobre-alumínio) à dentina, **ADABO et al.**, em 1990, usou terceiros molares humanos. Quarenta e cinco corpos-de-prova foram desgastados até a exposição da dentina. Após a cimentação, os corpos-de-prova foram submetidos a uma pressão de 8 kgf/cm<sup>2</sup>, durante 12 minutos. Depois de armazenados em água destilada a 37° C, por 24 horas, foram submetidos ao ensaio de tração numa velocidade de 0,05 cm/minuto. Após análise dos dados concluíram que a maior resistência de união foi obtida pelo cimento resinoso (Panavia Ex) e a menor pelo cimento ionômero de vidro anidro (Ceram-chen), sendo que o cimento de poliacarboxilato (Ceramco) apresentou valores intermediários. Com relação às ligas metálicas, a maior resistência foi obtida com a de prata-estanho e a menor com a de níquel-cromo, ficando os valores intermediários com a de cobre-alumínio. A

interação entre o agente cimentante e a liga metálica mostrou que para o cimento de poliacarboxilato de zinco, a liga prata-estanho propiciou maior resistência de união, seguida pela níquel-cromo e cobre-alumínio, respectivamente. Para o cimento de ionômero de vidro, as ligas mostraram-se iguais entre si e, para o cimento resinoso, as ligas prata-estanho e cobre-alumínio foram iguais entre si e superiores à liga níquel-cromo.

Em 1990, **O'CONNOR *et al.*** verificaram o efeito de microjateamentos nas superfícies internas de coroas metálicas fundidas, fixadas em dentina humana. Os preparos foram realizados em molares humanos hígidos. Durante o processo de desinclusão e polimento das fundições em ouro tipo III, as superfícies internas das restaurações receberam três tipos de tratamento: com solução ácida; microjateadas com óxido de alumínio 50µm e microjateadas com partículas de vidro de 50µm. Após os tratamentos internos, as coroas metálicas fundidas foram fixadas com fosfato de zinco com carga de 5 kg sendo aplicada por 10 minutos. Depois do período de armazenagem em água à temperatura ambiente, por 2 horas, foram submetidas ao ensaio de remoção por tração a uma velocidade de 2,54 mm/minuto. Após análise dos dados concluíram que o microjateamento com partículas de óxido de alumínio de 50µm das superfícies internas das fundições, aumentou significativamente a retenção das coroas cimentadas com fosfato de zinco.

**CHRISTENSEN**, em 1991, enumerou a ordem de preferência dos cimentos utilizados para fixação de próteses nos Estados Unidos, destacando vantagens, desvantagens, indicações e contra-indicações dos materiais. De acordo com o autor,



os cimentos de ionômero de vidro, apesar de provocarem sensibilidade pós-operatória e serem influenciados por variáveis de manipulação, são cariostáticos e resistentes, o que favorece a liderança com um percentual de 42% de preferência. Os cimentos de ionômero de vidro são indicados para cimentação de rotina e contra-indicados para dentes sensíveis e em locais com difícil controle de umidade. O cimento de poliacarboxilato de zinco tem 33 % de preferência e suas principais vantagens são a baixa sensibilidade pós-operatória e a pequena suscetibilidade à umidade. A resistência moderada, com possibilidade de deslocamento das coroas, contra-indica a sua utilização em próteses extensas e de longa duração, tornando-o adequado para a fixação de pequenas próteses, em especial de dentes sensíveis. O cimento de fosfato de zinco, com 22% de preferência, é o mais antigo agente para fixação e suas vantagens são a resistência moderada e a pequena suscetibilidade à umidade. A sensibilidade pós-operatória e a dificuldade na remoção de próteses, quando necessária, são as principais desvantagens. Os cimentos resinosos, com 2 % de preferência, foram inicialmente utilizados para a fixação de pequenas próteses em porcelana e tiveram pouca aceitação para próteses metálicas. A sensibilidade pós-operatória foi a principal desvantagem, o que diminuiu a sua aceitação. Novos materiais resinosos estão disponíveis para a fixação de próteses metálicas, sendo necessária a comprovação clínica dos desempenhos. O cimento de óxido de zinco e eugenol modificado com ácido etóxi-benzóico tem uso limitado e apenas 1 % de preferência. As vantagens são desensibilização da dentina e a pequena suscetibilidade à umidade. A principal desvantagem é a baixa resistência, que torna-os menos úteis na fixação provisória e em prótese unitárias.

Em 1991, **DRUMOND *et al.***, estudaram como o envelhecimento fisiológico de porcelana em ar e água, afetariam seu módulo de ruptura e sua susceptibilidade à tensão de corrosão. Afirmou que a discrepância existente entre os valores teóricos de resistência de materiais cerâmicos calculados a partir das forças atômicas de união (7000 – 70000 MPa) e valores de resistências observados (7 – 700 MPa), deve-se à presença de microdefeitos no interior do material. Estes microdefeitos podem estar presentes no interior do material como resultado do método de preparo (falhas de Griffith) ou podem ser gerados durante carregamento mecânico e ou/ataque químico. A interação da tensão mecânica e dos microdefeitos resulta em uma rachadura macroscópica, a qual se propaga de maneira lenta, até que ocorra a falha do material. Assim o comportamento de fratura requer 2 passos: a formação de uma rachadura e depois sua propagação. Para testar o envelhecimento fisiológico desta classe de materiais foram confeccionados barras de porcelana de magnésio-alumina (Cereston-J&J), medindo 2,5 x 2,5 x 30,0 mm, de acordo com as instruções do fabricante. Em seguida, foram armazenados em água destilada ou ar 37°C. A resistência à fratura foi avaliada em seu respectivo meio de armazenagem após períodos de 0, 6 e 12 meses através de um teste de flexão de 4 pontos. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Student –Newman Keuls e ao teste de Weibull. Houve diferença significativa entre os espécimes armazenados em água ( 96,94 ± 15,04 MPa) e ar (108,50 ± 16,11MPa), não havendo porém diferença significativa entre os diferentes períodos de armazenagem. Os resultados indicaram que água destilada teve um efeito deletério significativo sobre a resistência à fratura.

**TREVIZAN *et al.***, em 1991, avaliaram a influência do condicionamento da dentina com solução de fluoreto de sódio a 2 % e suspensão de hidróxido de cálcio a 10 %, na resistência à remoção, por tração, de coroas totais fundidas fixadas com os cimentos de fosfato de zinco SS White e de policarboxilato de zinco Ceramco. Foram confeccionados preparos para coroas totais, com ponta diamantada nº 306 (alta rotação), em 54 molares e prémolares extraídos. Os preparos padronizados com angulação de 3 a 5° foram submetidos a acabamento com ponta diamantada de grana fina (3069 F) e os padrões de cera para fundição foram confeccionados pelo método indireto, sobre troquéis de gesso tipo IV, obtidos a partir de moldes feitos com a silicona Xantopren. Os padrões foram incluídos em revestimento e as fundições foram feitas com as ligas Spliteraloy, Unibond e Duracast. Após a limpeza e jateamento das coroas com óxido de alumínio e do condicionamento ou não das superfícies de dentina, foi feita a fixação das coroas. A resistência à remoção ( $\text{kgf/cm}^2$ ) das coroas fixadas em preparos com a dentina condicionada foi significativamente maior do que aquelas fixadas em preparos sem condicionamento. Não ocorreu diferença estatística entre os 2 tipos de condicionamento e entre os 2 cimentos.

**WILLIAMS & BILLINGTON**, em 1991, avaliaram as mudanças ocorridas na resistência à compressão de seis tipos de cimentos de ionômero de vidro nos períodos de 1,10, 30, 50, 65, 80, 115 e 140 dias de armazenagem em água a 37°C. Os resultados mostraram que neste período, alguns materiais, principalmente aqueles compostos por ácido poliacrílico, apresentaram ligeiro aumento na resistência, enquanto

os compostos por copolímeros do ácido acrílico, apresentaram inicialmente aumento na resistência e posteriormente diminuição, sendo que para um dos materiais, a resistência diminuiu cerca de 50% do valor apresentado em 24 horas.

**GORODOVSKY & ZIDAN**, em 1992, avaliaram a resistência retentiva de coroas totais fundidas, fixadas com 5 agentes cimentantes, a preparos em molares extraídos. Os materiais utilizados para fixação foram os cimentos de fosfato de zinco Fleck's, de ionômero de vidro convencional Ketac Cem, resinoso Superbond com adesivo C & B. Foram também avaliadas a integridade marginal dos cimentos Fleck's, Ketac Cem e Comspan, através de microscopia eletrônica de varredura. Molares humanos, com retenções confeccionadas nas raízes, foram embutidos com resina acrílica em tubos de PVC. Os preparos padronizados para coroas totais foram confeccionados com instrumento de carboneto de tungstênio em um torno mecânico, sob refrigeração, e após o acabamento com discos de carbetto, ficaram com 8 ° de expulsividade, 4,5 mm de altura e 1 mm de chanfro. Após a moldagem dos preparos e a obtenção dos modelos de gesso, foram aplicadas 3 camadas do espaçador Tru Fit sobre os mesmos, sendo os padrões de cera confeccionados pela técnica indireta. As fundições foram confeccionadas em liga de ouro/paládio Lodestar e com uma alça oclusal para adaptação na máquina de ensaios. A limpeza foi feita com jato de óxido de alumínio e com água em ultra-som e a fixação das coroas foi feita com aplicação de uma carga de 4,5 Kg durante 8 a 10 minutos. Os ensaios de remoção, por tração, foram realizados em máquina MTS, após 7 dias de armazenagem em água a 37°C. Três corpos-de-prova, com as coroas fixadas com cimento de fosfato de zinco, de ionômero de vidro e resinoso Comspan foram

preparados e armazenados em água destilada durante 6 a 10 semanas para análise da integridade marginal. Foram verificadas diferenças significativas nas resistências (MPa), que foram inferiores nos grupos formados pelos cimentos de fosfato de zinco (3,08) e ionômero de vidro (3,12) em comparação aos grupos formados pelos materiais resinosos Comspan (4,21), Comspan com adesivo Prisma Bond (4,01) e Superbond C & B (>6,40). A análise da integridade marginal revelou que o cimento resinoso estava intacto e que o cimento de fosfato de zinco apresentou severa degradação, contrariamente ao cimento de ionômero de vidro que apresentou severa degradação da interface. Ocorreu fratura da estrutura dentinária (coroa ou raiz) em vários dentes com coroas fixadas com o agente Superbond C & B, para o fosfato de zinco, além das limitadas propriedades mecânicas, a resistência dos cimentos podem sofrer influência da configuração do preparo, comprimento e área de superfície. Além disso, segundo o autor o aumento de retenção de coroas metálicas proporcionado pelo cimento resinoso em relação aos de fosfato de zinco e ionômero de vidro foi atribuído às melhores propriedades mecânicas do material, e o aumento na resistência à retenção ocorrem através da retenção mecânica e principalmente pela união físico-química.

**NAKABAYASHI**, em 1992, descreveu a camada híbrida, através de análise em microscopia eletrônica de varredura e de transmissão, como sendo uma zona de transição formada por dentina reforçada com resina. A camada híbrida foi obtida pela difusão, impregnação e polimerização de monômeros sub-superficialmente ao substrato dentinário pré-tratado (desmineralizado), sendo insolúvel no meio bucal e ácido resistente. Metacrilatos com grupos hidrófobos e hidrófilos formadores da

camada híbrida, tais como o 4-metacril-oxietil trimelitato anidrido (4-META) em metilmetacrilato e tri-n-butil borano (TBB – iniciador), tiveram a penetração à dentina melhorada de 1 para 5  $\mu\text{m}$  quando a mesma foi tratada com ácido cítrico a 10 % e cloreto férrico a 3 %. Tal penetração promoveu um entrelaçamento dos monômeros com as fibras colágenas mantidas intactas, o que aumentou a resistência de união de 6 MPa, sem cloreto férrico, para 15 a 18 MPa com a utilização do mesmo. A substituição do cloreto férrico pelo 2-hidroxietil metacrilato (HEMA) proporcionou resistência de união de 13 MPa.

O efeito da armazenagem em água sobre as propriedades de dois cimentos de ionômero de vidro fotopolimerizáveis foi estudado por **NICHOLSON & MCLEAN**, em 1992. Foram confeccionadas amostras para testes de compressão, sendo que metade permaneceu armazenada em água a 37°C e metade a seco numa estufa a 37°C. Os testes foram conduzidos após 24 horas, 7 dias e 90 dias da armazenagem. Os resultados mostraram que os materiais que permaneceram fora da água, apresentaram os maiores valores de resistência. Já, quando imersos em água menores valores de resistência foram observados com o decorrer do tempo. Os autores concluíram que as propriedades dos cimentos de ionômero de vidro estudados mudaram marcadamente quando expostos à umidade, fato de relevância clínica uma vez que o meio bucal é mais agressivo.

**TJAN & LI**, em 1992, avaliaram a resistência retentiva e o assentamento de coroas totais fundidas fixadas com os cimentos resinosos Panavia EX e Comspan e

de fosfato de zinco Fleck's a preparos em dentes naturais. Trinta pré-molares extraídos, com as raízes embutidas em anéis fenólicos, foram preparados para coroas totais, com ponta diamantada, sob refrigeração. A opção pelos pré-molares foi feita após um estudo preliminar, que demonstrou que a fixação com cimento resinoso Panavia EX provocou a fratura dos dentes durante a tração das coroas em molares preparados. Os preparos foram padronizados com altura de 5 mm, 6° de expulsividade e término em chanfro, e foram moldados com a silicona Express, sendo os padrões de cera confeccionados sobre os modelos de gesso obtidos e previamente cobertos com 4 camadas do espaçador Tru Fit. Uma alça oclusal foi confeccionada para o encaixe na máquina de ensaios e medição do assentamento. As coroas foram fundidas em liga de ouro tipo III e foram submetidas a decapagem antes da divisão da amostra em 3 grupos de 10. No Grupo 1 foi utilizado o cimento de fosfato de zinco Fleck's e nos grupos 2 e 3 os cimentos resinosos Comspan e Panavia EX, com respectivos adesivos. Antes da fixação as coroas foram submetidas a jato de óxido de alumínio e limpeza em ultra-som com água. Além da profilaxia do preparo com pasta de pedra pomes, coroas provisórias foram também fixadas e removidas para a simulação das condições clínicas. Após o assentamento das coroas com carga de 5 kg, aplicada durante 10 minutos, foram feitas medições da altura com aparelho Digimatic com precisão de 1 µm. A mesma carga foi aplicada na fixação das coroas, com novas medições da altura sendo realizadas antes dos ensaios de remoção, por tração, em máquina Instron, após armazenagem durante 21 dias em água a 37° C. O assentamento melhorou com os dois cimentos resinosos sem diferença estatística entre os mesmos. Já com o cimento fosfato de

zinco houve aumento da altura, que foi estatisticamente diferente dos cimentos resinosos. A carga para remoção do cimento resinoso Panavia EX (83,7 kgf) foi superior e estatisticamente diferente dos cimentos resinoso Comspan (53,0 kgf) e de fosfato de zinco Fleck's (48,0 kgf), que foram similares entre si.

**FITCHIE *et al.***, em 1993, investigaram o comportamento da interface cimento/dente/restauração sob cargas cíclicas de tração. Foram confeccionados cilindros metálicos com três tipos de ligas metálicas (Ni-Cr, Co-Cr e Ni-Cr-Be). Em seguida, os cilindros metálicos foram fixados ao esmalte bovino com cimento resinoso à base de éster fosfonatado e cimento resinoso à base de Bis-GMA. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os cimentos utilizados e a liga de Ni-Cr-Be; entretanto, para a liga de Co-Cr houve diferença estatística entre os cimentos, com o cimento à base de ester fosfonatado apresentando os maiores valores de resistência à fadiga. Já, para a liga de Ni-Cr o cimento à base de Bis-GMA foi melhor. Os autores concluíram que para alcançar união superior e boa estabilidade à longo prazo, devem ser realizadas combinações apropriadas entre os cimentos e as ligas metálicas.

**VAN MEERBEEK *et al.***, em 1993, estudaram a composição química da interface resina-dentina de 2 sistemas adesivos, com análise em espectroscopia Raman e microscopia eletrônica de varredura. Os sistemas adesivos avaliados foram o Super-Bond D Liner (Sun Medical) e o Scotchbond Multi-Purpose (3M), este aplicado, também, após o condicionamento com ácido fosfórico a 40 %. Os adesivos foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes a pares de discos de



dentina preparados a partir de terceiros molares humanos, sendo utilizada uma metade de cada par para espectroscopia e a outra para microscopia eletrônica de varredura. Foi demonstrado que a resina penetrou efetivamente a zona de dentina descalcificada numa profundidade de 4 a 6  $\mu\text{m}$ , sendo observada na interface uma transição gradual da resina para dentina (zona de interdifusão ou camada híbrida) com uma mistura de ambas substâncias. As fotomicrografias revelaram uma microestrutura típica das respectivas zonas de interdifusão resina-dentina. A largura da zona de interdifusão variou de 3  $\mu\text{m}$  para o Scotchbond Multi-purpose original, até 5 a 6  $\mu\text{m}$  para o Super-Bond D Liner e Scotchbond Multi-Purpose aplicado após o condicionamento com ácido fosfórico a 40 %.

**CATTANI-LORENTE *et al.***, em 1994, realizaram um estudo para determinar se ocorreria diminuição das propriedades mecânicas em cimentos de ionômero de vidro após longo período de armazenagem em água. Três diferentes tipos de ensaios mecânicos (tração, flexão e compressão) foram realizados com diferentes marcas comerciais de cimentos de ionômero de vidro. As propriedades mecânicas dos materiais foram determinadas à 24h, 2, 6, 12 meses. Os resultados mostraram que as propriedades mecânicas foram afetadas em períodos longos de estocagem. A maior parte dos materiais manteve suas propriedades constantes. Entretanto, vários deles mostraram aumento na resistência (6 meses) seguido por uma redução após (12 meses). Os autores concluíram que a melhora nas propriedades provavelmente resulte de lentas ligações cruzadas adicionais e formação da fase de sílica gel, enquanto que a deterioração nas propriedades físicas após longo período em ambiente aquoso levaria à

absorção de água. Parte desta água absorvida atua como plastificante, induzindo ao decréscimo na resistência em consequência da erosão. Assim, a redução nas propriedades é provavelmente devida à hidrólise dos componentes do cimento, situação que é agravada no ambiente oral devido à presença de componentes agressivos na saliva.

**METZ & BRACKETT**, em 1994, acompanharam anualmente, durante um período de 8 anos, 1230 restaurações metálicas fundidas fixadas com cimento de ionômero de vidro. Os resultados mostraram ausência de cáries secundárias, 99% de retenção das restaurações e 4% de pulpíte irreversível. Verificaram ainda, que a sensibilidade térmica pós-operatória ocorreu em 3,1% dos dentes vitalizados.

**KITASAKO *et al.***, em 1995, compararam os testes de cisalhamento e tração de cilindros de resina composta fixadas com um cimento resinoso experimental e quatro comercial no substrato dental bovino seguindo as normas da ISSO TR 110405 para ensaio de união. Cilindros de resina com 15 mm de comprimento por 4 mm de diâmetro foram fixados com os cimentos resinosos sobre esmalte e dentina bovina. Os ensaios de resistência de união foram realizados 24 horas após a fixação das amostras. Os resultados mostraram haver diferenças estatisticamente significantes para todos os materiais ensaiados, quando tração e cisalhamento foram conduzidos em esmalte. Quando os ensaios ocorreram em dentina, três dos materiais apresentaram diferenças estatísticas. Os resultados dos ensaios de cisalhamento para ambos substratos apresentaram valores maiores. Os autores atribuem estes resultados às diferentes composições dos materiais e aos diferentes

tipos de tensão gerados nos dois ensaios. Como os cimentos resinosos podem formar camada híbrida, bem como prolongamentos “tags” de resina na abertura dos túbulos dentinários, os autores acreditam que a resina que entra nestes túbulos, deve ter algum impacto sobre a resistência de união. Para o ensaio de tração, observou-se que o “tag” de resina fratura perto da superfície de dentina. Já, nos ensaios de cisalhamento os “tags” podem ter sido puxados para fora dos túbulos, o que pode ter gerado força de cisalhamento, provavelmente responsável pelo aumento na resistência. Esta hipótese pode ser aplicada àquelas situações onde os “tags” são perpendiculares ao substrato; em situações onde os túbulos formam ângulos agudos ou são paralelos ao substrato, esta influência seria mínima. O mesmo princípio seria aplicado ao esmalte. Assim, os autores concluem que um conhecimento prévio das principais forças predominantes nos diferentes tipos de restaurações, conduziria à uma seleção mais adequada do material cimentante.

**MARTINS**, em 1995, avaliou a influência dos cimentos provisórios com e sem eugenol, na resistência retentiva de coroas totais fundidas fixadas com os cimentos de fosfato de zinco, de ionômero de vidro e resinoso de dupla polimerização a preparos em dentes extraídos. Quarenta e cinco molares humanos, com as raízes embutidas em resina acrílica, foram preparados para coroas totais com instrumentos de vídia acoplado a um torno mecânico. Os preparos foram padronizados com altura de 4 mm e 8° de expulsividade. Os padrões de fundição foram feitos pela técnica direta, com uma perfuração para o encaixe na máquina de testes, sendo as coroas fundidas em liga de níquel-cromo Durabond Universal. Os 45 corpos-de-provas foram divididos em 3 grupos de 15 e sub-divididos em 3 sub-grupos de 5. O grupo 1

não recebeu fixação provisória, enquanto o 2 e o 3 receberam fixação provisória com cimentos de óxido de zinco com e sem eugenol respectivamente. Após 24 horas foi feita a remoção das coroas provisórias e os sub-grupos A, B e C receberam a fixação definitiva das coroas com os cimentos de fosfato de zinco, de ionômero de vidro e resinoso de dupla polimerização. Foi utilizada uma carga de 15 Kg sobre as coroas durante a fixação e após 24 horas de armazenagem em soro fisiológico a 37 °C, os corpos-de-prova foram submetidos a 150 ciclos térmicos em banhos de água a 5 a 60°C. Os testes de remoção, por tração, foram realizados em máquina Wolpert com velocidade de 6mm/min, com a carga registrada em Kg sendo relacionada a área do preparo. Os cimentos temporários não influenciaram na resistência retentiva dos cimentos definitivos. A resistência retentiva do cimento de ionômero de vidro (20,379 Kg/cm<sup>2</sup>) foi estatisticamente superior as dos cimentos de fosfato de zinco (12,445 Kg/cm<sup>2</sup>) e resinoso (8,082 Kg/cm<sup>2</sup>), que foram similares entre si.

**ROULET *et al.***, em 1995, testaram a hipótese de que combinações de tratamentos superficiais afetariam a resistência de união ao cisalhamento da interface cerâmica/compósito de “inlays” cerâmicos, e identificaram as variáveis que teriam o maior impacto na resistência. Foram avaliadas as influências da composição do material, do método de asperização da superfície, tratamentos com silano e secagem deste com calor, e condições de armazenagem na resistência de união. Foram utilizadas três porcelanas ( Dicor, Mirage e Vitabloc), três métodos de asperização de superfície (condicionamento, jato de areia, degaste), três tratamentos com silano, dois tratamentos de com calor ( 20°C por 60 seg, 100°C por 60 seg), e duas condições de armazenagem (24 horas em ar, um ano em água a

37°C ). Para cada uma das 108 combinações, cinco amostras foram testadas. Cilindro de porcelana foram tratados de acordo com o grupo ao qual pertencessem e unidos a blocos do mesmo material cerâmico com uma resina de dupla polimerização. A resistência de união ao cisalhamento foi determinada, e os fatores experimentais foram avaliados através de análise de variância. Os resultados mostraram que o método de asperização de superfície teve o efeito mais significativo sobre a resistência de união, enquanto que o tipo de porcelana apresentou o menor. Dentre os métodos de asperização da superfície, o condicionamento foi associado aos maiores valores de resistência de união. A resistência de união permaneceu constante após a armazenagem em água, para amostras condicionadas, enquanto que amostras jateadas ou desgastadas tiveram seus valores de resistência diminuídos de 50 a 75%, comparados com a armazenagem em ar. Concluem que o efeito da textura superficial na resistência à fratura sugere que a retenção mecânica, devido à infiltração da resina no interior das cavidades superficiais microscópicas, seja um fator determinante no procedimento de união de materiais cerâmicos.

Com o objetivo de avaliar a longevidade da união entre dentina superficial bovina e um adesivo dentinário com ou sem o uso do “primer”, **BURROW *et al.***, em 1996, realizaram um estudo com duração de 3 anos, cujos ensaios de resistência à tração foram conduzidos a 24h, 1 mês, 3 meses, 1 ano e 3 anos após o preparo das amostras. Dez amostras foram confeccionadas para cada período de armazenagem, sendo que a superfície dentinária foi tratada com primer e adesivo. O grupo controle foi similar, porém a dentina não recebeu aplicação do primer e adesivo. Todas as amostras, cujo teste procedeu após 24h, foram mantidas em água destilada a 37°C, os outros grupos

foram mantidos a 37°C em água destilada contendo um sal a 0,4% e dois blocos de gesso Paris com dimensões de 12mm x 7mm x 2mm, durante todo período de armazenagem até os ensaios. Os resultados mostraram que para o grupo controle (sem uso do primer e adesivo) ocorreu um pequeno decréscimo nos valores de resistência da união após 3 anos. Já, para o grupo que recebeu aplicação do primer e adesivo, apresentou diminuição significativa nos valores de resistência de união. A resistência de união do grupo controle foi metade da observada para o grupo com uso do primer e adesivo no período de armazenagem de 24 horas, porém, aos 3 anos, os valores de ambos grupos foram similares. Os autores concluíram que altos valores de resistência à tração são alcançados com a utilização do primer e adesivo, apenas em períodos curtos de armazenagem (1 ano). Em períodos maiores (3 anos), ocorre degradação da resina adesiva, comprometendo a longevidade clínica das restaurações.

**MATSUYA *et al.***, em 1996 realizaram análises de ressonância magnética nuclear e infravermelho com o objetivo de analisar as mudanças químicas ocorridas durante a geleificação e maturação de três cimentos de ionômero de vidro nos períodos de armazenagem de 1h, 2h, 4h, 8h, 1 dia e 30 dias após a presa dos materiais. Testes de resistência à compressão foram realizados antes das análises, em diferentes períodos e os resultados mostraram que houve aumento gradativo da resistência nas primeiras 24 horas, sendo aos 30 dias, cerca de duas vezes maior. Os autores concluíram que as ligações cruzadas que originam o gel de poliacarboxilato de cálcio e alumínio são completadas dentro de 24 horas. Após 24 horas verificaram a ocorrência de substituição dos íons de alumínio por íons de sílica na estrutura do cimento,

formando rede de sílica, responsável pelo aumento da resistência nos períodos subsequentes à formação do gel

**AYAD *et al.***, em 1997, avaliaram a influência de 3 padrões de rugosidade da dentina na resistência retentiva de coroas totais fundidas fixadas com 3 tipos de cimentos a preparos em dentes naturais. Os 3 padrões de rugosidade foram obtidos com pontas diamantadas, brocas de carbeto para polimento ou brocas de carboneto de tungstênio picotadas. Os cimentos utilizados foram os de fosfato de zinco Fleck's, de ionômero de vidro Ketac Cem e de resina adesiva Panavia EX. Noventa molares extraídos, com as raízes embutidas em resina epóxica, foram preparados para coroas totais com ponta diamantada acoplada a um aparelho de corte para reprodução de réplicas a partir de um modelo mestre. Os preparos foram padronizados com diâmetro cervical de 8 mm, altura de 3,5 mm, expulsividade de 4,6°, término em chanfro e uma canaleta oclusal. Após a divisão da amostra em 3 grupos de 30, foi feito o acabamento com um dos 3 instrumentos de corte, e os padrões para fundição foram confeccionados pelo método indireto, sem a utilização de espaçador, sobre modelos de gesso tipo IV, obtidos a partir de moldes feitos com a silicona Examix. As fundições foram confeccionadas em liga de ouro (Ney-Oro-B2), sendo a limpeza feita por decapagem e jateamento com óxido de alumínio. Após a adaptação aos preparos, os 3 grupos de 30 coroas foram divididos em 3 sub-grupos de 10, um para cada cimento. A fixação das coroas foi feita com aplicação de uma carga de 10 kgf, e após armazenagem durante 24 horas em água a 37° C, os espécimes foram submetidos a 1500 ciclos térmicos entre 5 e 55° C, sendo os ensaios de remoção realizados em uma máquina Instron com velocidade de 0,5

mm/min. Foram observadas maiores resistências retentivas com a utilização de brocas de carboneto de tungstênio picotadas e pontas diamantadas, sendo estas diferenças significativas com o cimento de fosfato de zinco. Neste caso, as brocas de carboneto de tungstênio picotadas (312,8 N) foram superiores às pontas diamantadas (213,9 N) e às brocas de carbeto para polimento (201,6 N), que foram similares entre si. O cimento resinoso Panavia EX foi significativamente mais resistente que o cimento de fosfato de zinco, em todas as situações, e superior ao cimento de ionômero de vidro, com as duas brocas de carbeto. O cimento de ionômero de vidro foi superior ao cimento de fosfato de zinco, com as pontas diamantadas e brocas de carboneto de tungstênio para polimento.

**ERNST *et al.***, em 1998, avaliaram as resistências retentivas de coroas totais fundidas, fixadas com 3 agentes cimentantes a preparos em dentes naturais. Os materiais avaliados foram o cimento de ionômero de vidro convencional Ketac Cem, o resinoso F 21 autopolimerizável e o compômero Dyract Cem, aplicado isoladamente ou com agente adesivo Prime e Bond 2.0, polimerizado ou não, na parte interna das coroas. Foram utilizados 50 molares e pré-molares extraídos, com as raízes embutidas em gesso reforçado com resina, sendo os preparos confeccionados com pontas diamantadas de 125 e 30  $\mu\text{m}$  de granulação, acopladas a um dispositivo de preparo paralelo. A expulsividade e a altura dos preparos foram padronizadas em 5° e 3 mm, respectivamente. A carga registrada no deslocamento das coroas foi relacionada a área do preparo, sendo esta calculada através da adaptação de lâminas de estanho e determinação dos pesos das mesmas. Os



padrões para fundição, com alça para o encaixe na máquina de ensaios, foram confeccionados pelo método indireto, sobre modelos de gesso obtidos a partir de moldes feitos com a silicona Reprosil. Após a inclusão em revestimento, as coroas foram fundidas em liga de ouro Degunorm, com a limpeza sendo feita por jato de areia de 150  $\mu\text{m}$ . As coroas, divididas em 5 grupos de 10, foram fixadas com uma carga de 30 kgf, sendo feita armazenagem em água a 37° C, durante uma semana, antes dos ensaios de remoção em máquina com velocidade de 1 mm/min. As resistências retentivas ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) do cimento de ionômero de vidro Ketac Cem (2,36) e do compômero Dyract Cem (1,85) foram estatisticamente similares e superiores a do cimento resinoso F 21 (0,60). O agente adesivo Prime e Bond 2.0 não melhorou o desempenho do compômero Dyract Cem. A falha predominante foi do tipo adesiva na interface cimento/dentina.

**ROSENSTIEL *et al***, em 1998 realizaram uma revisão da literatura, cujo enfoque foi sobre agentes para fixação de próteses e o objetivo foi fornecer informações sobre as propriedades dos diferentes materiais, de modo a orientar os profissionais na escolha do material mais adequado às várias práticas clínicas. Destacam que a prática odontológica no que tange à prótese dental, têm mudado dramaticamente com a introdução de técnicas e materiais inovadores e que os dentistas têm preferência pelos agentes cimentantes que possuem a presa numa reação do tipo ácido-base (cimento de fosfato de zinco, cimento de policarboxilato de zinco, cimento de ionômero de vidro e cimento de óxido de zinco reforçado) ou sistemas resinosos com e sem o uso de adesivos. Além disso, formulações de

cimentos de ionômero de vidro modificados por resina também têm aumentado sua preferência entre os profissionais. O cimento de fosfato de zinco apresenta deficiência com relação a solubilidade e a falta de adesão à estrutura subjacente, tornando crítica a retenção, dependendo da forma geométrica do preparo dental para aumentar a resistência. Os ensaios laboratoriais que avaliam o efeito dos agentes cimentantes sobre a retenção de coroas, têm sido conduzidos pela remoção de corpos-de-prova padronizados, cujos resultados, em sua grande maioria, mostram que os cimentos de ionômero de vidro e o cimento resinoso são superiores ao cimento de fosfato de zinco, devido às melhores propriedades mecânicas e aos mecanismos de adesão de ambos cimentos.

**GUIMARÃES**, em 1999, avaliou a influência da armazenagem em água na resistência à flexão de porcelana associada a cimentos a base de resina. Para isso foram confeccionados 120 discos (21mm de diâmetro x 2mm de espessura) de porcelana feldspática, compostos de duas camadas distintas. A primeira camada formada por porcelana de média fusão (Duceram-Degussa), seguida da aplicação da porcelana de baixa fusão (Duceram LFC – Degussa) para completar a amostra. Todos os discos cerâmicos foram confeccionados com ácido fluorídrico 10%, durante 4 minutos e divididos em 6 grupos de 20 amostras cada. Em seguida, os materiais resinosos (Scotchbond Resin Cement – 3M, Enforce com flúor – Dentsply) foram manipulados e aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes sobre a superfície condicionada do disco cerâmico. Sobre o cimento recém-aplicado, foi colocado folha de polietileno e uma placa de vidro, e o conjunto disco cerâmico-cimento-folha de polietileno e placa de vidro foi posicionado em uma prensa

hidráulica e comprimido com carga de 1500 gramas. Sob compressão o cimento foi fotopolimerizado por 20 segundos em 4 posições diametralmente opostas. Após a remoção da carga, o cimento foi polimerizado por mais 20 segundos na região central. Os corpos-de-prova assim obtidos foram armazenados em água destilada por períodos de 24h, 3 meses e 6 meses. A seguir, os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de flexão biaxial, a velocidade de 1mm/min., em uma máquina Instron (Modelo 4411). Os valores obtidos foram submetidos a cálculos matemáticos para determinação da tensão de fratura. Em seguida, estes valores foram submetidos à Distribuição de Weibull, análise de variância e ao teste de Tukey. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ) nos valores de resistência encontrados para os diferentes períodos de armazenagem. No entanto, os grupos onde utilizou-se o material Enforce, apresentaram valores estatisticamente superiores ( $p < 0,01$ ) àqueles encontrados para os grupos com o material Scotchbond. Isso, pode ocorrer provavelmente pelo relaxamento das tensões geradas durante a reação de polimerização. O material Enforce apresentou maior módulo de Weibull e conseqüentemente, menor probabilidade de falha em relação ao material Scotchbond Resin Cement.

**PRATES**, em 1999, avaliou o comportamento de 4 agentes cimentantes, em relação à resistência à remoção, por tração, de coroas totais fundidas, fixadas sobre preparos em dentina e núcleos metálicos. Foram utilizados 28 molares humanos, inferiores e recém-extraídos. Após a confecção de um orifício retentivo, as raízes dos dentes foram embutidas em resina acrílica ativada quimicamente, contida em tubos de PVC. Nas porções coronárias foram confeccionados preparos para coroas

totais, com ponta diamantada nº 4103, sob refrigeração, acoplada ao torno mecânico. Os preparos em dentina, com expulsividade de 8°, foram reproduzidos em liga de prata Pratalloy (Degussa), através de técnica de fundição. Após a limpeza dos núcleos metálicos, com jato de óxido de alumínio, os preparos foram moldados com silicona por adição Express (3M), sendo o enceramento dos padrões das coroas, realizado em troquéis de gesso tipo IV Vel Mix (Kerr). As 56 coroas totais, com uma alça suporte oclusal, foram confeccionadas em liga de paládio-prata Pors-on 4 (Degussa), através de técnica de fundição de rotina. Após a limpeza das coroas, com jato de óxido de alumínio, os corpos-de-prova em dentina e em núcleos, foram divididos aleatoriamente em 8 grupos com 7 réplicas (4 grupos em dentina e 4 em núcleos). As coroas dos grupos 1, 2, 3 e 4 foram fixadas nos preparos em dentina, respectivamente, com os cimentos de fosfato de zinco (Cimento de Zinco - SS White); de ionômero de vidro convencional (Ketac Cem - ESPE); de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremmer - 3M); e, resinoso com adesivo (Cimento de Resina com Scotchbond Multi-Usado Plus - 3M). As coroas dos grupos 5, 6, 7 e 8 foram fixadas nos núcleos metálicos, respectivamente, com os mesmos cimentos. Os corpos-de-prova foram armazenados em 100 % de umidade relativa, a 37° C, durante 24 horas, sendo em seguida submetidos a 500 ciclos entre  $5 \pm 2$  °C e  $55 \pm 2$  °C e posteriormente aos ensaios de remoção, por tração, em máquina Instron, com velocidade de 1 mm/min. Os resultados foram analisados usando análise de variância e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e as médias em quilograma-força (kgf) foram: Grupo 1: 16,70 (5,10); Grupo 2: 39,26 (8,26); Grupo 3: 34,91 (14,09); Grupo 4: 75,58 (7,31); Grupo 5: 73,05 (4,50); Grupo 6: 125,94 (14,01); Grupo 7: 120,92 (13,01); e,

Grupo 8: 106,53 (14,79). Em dentina, o Grupo 4 foi significativamente maior do que os grupos 1, 2 e 3 ( $p < 0,05$ ) e os grupos 2 e 3 foram similares entre si ( $p > 0,05$ ) e superiores ao Grupo 1 ( $p < 0,05$ ). Em núcleos metálicos, os grupos 6 e 7 foram similares entre si ( $p > 0,05$ ), o mesmo ocorrendo entre os grupos 7 e 8 ( $p > 0,05$ ), enquanto o Grupo 6 foi superior ao 8 e ao 5 ( $p < 0,05$ ). A resistência retentiva dos grupos 5, 6, 7 e 8 (núcleos) foi significativamente maior que as resistências dos grupos 1, 2, 3 e 4 (dentina) ( $p < 0,05$ ).

**TUNTIPRAWON**, em 1999, avaliou a resistência retentiva e o assentamento de coroas totais fundidas, fixadas com 3 cimentos dentários em dentes preparados com pontas diamantadas de duas diferentes granulações. Sessenta pré-molares extraídos, com as raízes embutidas em resina acrílica, foram preparados para coroas totais, com pontas diamantadas acopladas a uma máquina de fresagem. Após a divisão em 2 grupos de 30, as preparações foram submetidas ao acabamento com ponta diamantada de granulação de 120 ou 50  $\mu\text{m}$ . Em seguida, os preparos padronizados com 6° de expulsividade e 3 mm de altura, foram limpos em ultra-som com água durante 10 minutos. Após a moldagem com silicona Provil, foram confeccionados modelos de gesso tipo IV, e sobre estes, foram feitos os padrões de cera, com a prévia aplicação de 4 camadas de espaçador. Os padrões foram incluídos em revestimento e as coroas fundidas em liga de prata-paládio, com uma alça oclusal para adaptação à máquina de ensaios. Após o assentamento nos respectivos preparos, os 2 grupos de 30 coroas foram divididos em 3 sub-grupos de 10, um para cada cimento. As alturas foram medidas com indicador Digimac (2  $\mu\text{m}$ )

e as coroas foram fixadas com os cimentos de fosfato de zinco Phosphacap, de ionômero de vidro Fuji Cap I e resinoso Panavia. A carga foi manual durante a fixação e as alturas foram novamente medidas antes dos ensaios de remoção realizados após 24 horas de armazenagem em água a 37° C, em máquina Lloyd, com velocidade de 2 mm/min. A carga para a remoção foi registrada em newtons e os resultados indicaram maior resistência para o cimento resinoso sobre dentes preparados com ponta diamantada de 120 µm (652,19 N), seguido pelo mesmo cimento sobre dentes preparados com ponta diamantada de 50 µm. Nesta mesma ordem, o cimento de ionômero de vidro (547,28 e 482,04 N) e de fosfato de zinco (433,43 e 343,98 N) apresentaram resistências estatisticamente diferentes entre si e inferiores as do cimento resinoso. O cimento de ionômero de vidro apresentou o melhor assentamento, seguido pelo cimento de fosfato de zinco e pelo cimento resinoso, sem diferença estatística entre os 2 padrões de rugosidade. Em 50 % das coroas fixadas com cimento resinoso foram observadas falhas coesivas em dentina.

**BRISOLARA**, em 2000, avaliou o ajuste cervical antes e após a cimentação de coroas totais metálicas, em preparos sobre dentes bovinos com 7 mm de diâmetro na região cervical, 6 mm de diâmetro oclusal, 4 mm de altura, 1 mm de ombro cervical, 5° de expulsividade cérvico-oclusal e diferentes terminos cervicais: chanfro 45°, ombro biselado 20° e ombro reto, com 3 cimentos. Trinta coroas totais com 8 mm de diâmetro por 7 mm de altura foram confeccionadas para cada tipo de término cervical com a liga de níquel-cromo (Verabond II). Após a fundição, as coroas foram adaptadas sobre os preparos com carga de 9 Kg e a discrepância

marginal foi medida com micrômetro digital (Mitutoyo). Em seguida, as coroas foram removidas e 10 amostras foram fixadas sobre os dentes com diferentes terminos cervicais, com cada um dos cimentos: fosfato de zinco, ionômero de vidro e novamente a discrepância marginal foi medida. Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey (5%) e indicaram que: antes da cimentação, o término cervical em ombro biselado 20° (35,22 µm) mostrou maior média e desajuste cervical, sendo diferentes estatisticamente do chanfro 45° (17,08 µm) e ombro reto (9,11 µm), também diferentes entre si ( $p < 0,05$ ); após a cimentação, com os cimentos de fosfato de zinco, ionômero de vidro e resinoso, o melhor ajuste cervical foi obtido com o término cervical em ombro reto (107,11 µm; 107,20 µm; 286,55µm), seguido pelo chanfro 45° (163,53 µm; 111,95 µm; 256,89 µm) e ombro biselado 20° (166,00 µm; 121,72 µm; 312,21 µm). Concluindo, independente do término cervical, as coroas metálicas fixadas com o cimento de ionômero de vidro apresentaram os melhores adaptações, seguido pelo cimento de fosfato de zinco e resinoso.

**KITASAKO *et al.***, em 2000, determinaram a influência da solução de estocagem na durabilidade de uniões adesivas de três cimentos resinosos à superfície de dentina bovina durante o período de um ano. Dez amostras foram confeccionadas para cada material de fixação ( Panavia 21, Kuraray Co. ; Bistite, Tokuyama Co; Masa Bond, Sun Medical Co. ) em quatro meios de estocagem: água não trocada por um período de um ano, água trocada diariamente, solução salina tamponada trocada toda semana por um período de um ano e solução salina tamponada não trocada por um ano. Dez amostras

foram confeccionadas para cada material, para serem submetidas ao ensaio de cisalhamento após 24h (controle) e dez, após 1 ano para cada meio de estocagem. Conservantes ou antimicrobianos não foram utilizados, tanto na água quanto na solução salina, cujo aquecimento prévio a 37°C foi conduzido antes das trocas para evitarem-se efeitos de termociclagem. Os resultados mostraram não haver diferença estatística entre a água e a solução salina para os três cimentos ensaiados, porém os resultados foram diferentes estatisticamente quando os meios de estocagem foram trocados, sendo que os grupos inalterados apresentaram os maiores valores de resistência ao cisalhamento. Os autores concluíram que a troca do meio de estocagem, podem ser útil para acelerar os ensaios de resistência de união à longo prazo, e que talvez ocorra por aumentar a hidrólise nas interfaces cimento/camada híbrida/dentina.

**XIE *et.al.***, em 2000, avaliaram a resistência à flexão, compressão, tração diametral, dureza Knoop e desgaste de dez marcas comerciais de cimentos de ionômero de vidro. Com o objetivo de relacionar as propriedades mecânicas às microestruturas destes cimentos, as superfícies fraturadas foram analisadas através de microscopia eletrônica de varredura. Os autores verificaram que as propriedades dos cimentos de ionômero de vidro estão intimamente ligadas à sua microestrutura e à fatores tais como: integridade da interface entre as partículas de vidro e a matriz polimérica, tamanho das partículas, número e tamanho de espaços vazios (bolhas). Assim, concluíram que estes fatores, têm um importante papel na determinação das propriedades mecânicas e por consequência na longevidade das restaurações.



ÖRTENGREN *et al.*, em 2001, avaliaram a sorpção e solubilidade dos compósitos odontológicos um utilizado para restauração direta TPH Spectrum, dois compósitos indiretos Artglass e Targis, e três cimentos resinosos C&B Cement, Sono Cem e Variolink II; e, ainda, identificaram os monômeros liberados em ambiente aquoso. Duzentas amostras (15mm de diâmetro e 0,5mm de espessura) foram preparados utilizando uma matriz metálica. O teste de sorpção e solubilidade foi realizado de acordo com a ISO 4049 (1988). As amostras de cada material foram divididas em 5 grupos com 5-15 amostras em cada grupo e armazenadas em água destilada a 37°C por 4hs, 24hs, 7 dias, 60dias e 180dias. Após os períodos de armazenagem, as amostras foram pesadas e os valores de sorpção/ solubilidade calculados. Para identificar os monômeros liberados durante os períodos de armazenagem foi realizada uma seqüência laboratorial, cromatografia líquida de alta performance. A análise estatística revelou que o cimento resinoso Sono Cem obteve a menor sorpção durante a armazenagem, seguido pelos compósitos Targis e TPH. Por outro lado, os cimentos resinosos C&B e Variolink obtiveram os maiores valores de sorpção seguido do Artglass. A solubilidade do SC e CB aumentou com o aumento do tempo de armazenagem. Variolink e Targis mostraram diminuição na massa liberada. A cromatografia identificou o TEGDMA como o principal monômero liberado após 24horas para os materiais CB, TPH e VL. Os autores concluíram que a sorpção está relacionada à presença de grupos hidroxila na matriz, os quais criam pontes de hidrogênio com a água. Já, a solubilidade é afetada pelo tipo de carga usada, o tratamento sobre esta e também pela presença de poros no material.

**HOOSHMAND *et al.***, em 2002, avaliaram a resistência da união à tração entre cimento resinoso e cerâmica sob diferentes tipos de tratamento relacionados ao agente de união e a superfície da cerâmica. A durabilidade da união também foi avaliada devido à grande importância relacionada à quebra hidrolítica do silano. Discos metálicos (4mm de diâmetro por 15mm de comprimento) de Ni/Cr foram confeccionados para apoiar os discos de cerâmica no teste de tração. Os discos foram jateados com partículas de óxido de alumínio de 50 $\mu$ m, por 2 minutos. Após a limpeza em ultrassom, a cerâmica reforçada por leucita modificada (Mirage, Myron /USA) foi sinterizada sobre os discos metálicos seguindo as instruções do fabricante. As superfícies das cerâmicas foram planificadas com lixas de carvão de silício de granulação 400 e 600. Em seguida foi feito o polimento das superfícies com pasta diamantada de 7-1 $\mu$ m. Todas as amostras foram lavadas com água destilada e depois levadas ao ultrassom com acetona durante 15 minutos. Para o procedimento com aplicação do silano as amostras foram divididas em 7 grupos (n=30) com os diferentes tratamentos: Grupo 1- as amostras foram imersas na solução de silano (que consistia de  $\gamma$ -metacriloxipropiltrimetoxisilano a 2,5%) por 60 segundos e então secas com ar por 15 segundos; Grupo 2- as amostras foram imersas na solução por 60 segundos e secas em um forno a 100°C por 2 minutos; Grupo 3- o silano foi aplicado com o auxílio de uma ponta descartável por 60 segundos e seco com ar por 15 segundos; Grupo 4- igual ao 3, mas aquecido a 100°C por 2 minutos; Grupo 5- igual ao 3 com o ar aquecido por 50  $\pm$  5°C por 15 segundos; Grupo 6- igual ao 5 com as amostras lavadas em água quente a 80°C por 15 segundos e secos com ar quente por 30 segundos; Grupo 7- igual ao 6 seguido da aplicação de uma fina

camada do adesivo (Variolink- Vivadent). Todas as amostras foram unidas aos pares com cimento resinoso de dupla ativação Variolink. Em seguida, as amostras foram armazenadas à seco em temperatura ambiente por 24 horas. Para comparar com os resultados das superfícies polidas, 3 métodos adicionais para tratar as superfícies da cerâmica foram realizados : Grupo 8- jateamento com partículas de óxido de alumínio de 50 $\mu$ m; Grupo 9- condicionamento com ácido hidrófluorídrico à 10% por 2 minutos; e, Grupo 10- jateamento mais o condicionamento. A aplicação do silano foi de acordo com o grupo 7 seguido pela aplicação do adesivo e cimento resinoso. Estas amostras foram armazenadas secas à temperatura ambiente por 24 horas. Finalmente, para avaliar a durabilidade da união outros 6 grupos de amostras para cada um dos 4 métodos de preparação da superfície foram criados. As amostras em cada grupo (n=30) foram submetidas a 6 diferentes condições de armazenagem: 1- em água destilada a 37°C por 24 horas; 2- em água destilada a 37°C por 1 semana; 3- em água destilada a 37°C por 1 mês; 4- em água destilada a 37°C por 3 meses; 5- em água destilada e termociclados 3000 vezes em banhos de 5 e 55°C; 6- em água destilada a 100°C por 24 horas. A análise estatística revelou que o Grupo 7 (25,7 MPa), cuja solução de silano foi aplicada, apresentou a maior resistência da união do que os grupos 1, 2, 3, 4 e 6. Ao comparar os resultados do grupo 7 (superfície polida) com os resultados dos tratamentos superficiais (jateamento e condicionamento) observou-se que não houve diferença entre eles. Em relação à durabilidade da união, a armazenagem e a termociclagem não influenciaram na resistência da união para as cerâmicas polidas. Por outro lado, para as cerâmicas cujas superfícies foram jateadas, condicionadas e jateadas-condicionadas houve um

aumento gradual na resistência da união o qual se tornou significativo após três meses de armazenagem. Para os grupos armazenados em água por 24 horas a 100°C houve uma diminuição na resistência da união para todos os tratamentos de superfície. Os autores concluíram que a união durável entre compósito e cerâmica feldspática reforçada por leucita é obtida com melhora nos procedimentos de aplicação do silano sem a necessidade de união micromecânica. Isso ocorre devido a união do silano com a cerâmica ser mais resistente ao ataque hidrolítico do que a interface carga/matriz polimérica no cimento resinoso.

### **3 – PROPOSIÇÃO**

O propósito deste estudo foi avaliar o efeito do tempo de armazenagem em água destilada (24 horas e 6 meses) na resistência à remoção por tração de coroas totais metálicas, confeccionadas com liga níquel-cromo (Verabond 2) e fixadas com 3 tipos de agentes de cimentação (cimento de fosfato de zinco, cimento de ionômero de vidro modificado por resina e cimento resinoso).

## 4 – MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 - Materiais

Neste estudo foram utilizados 3 materiais para a fixação de restaurações metálicas fundidas e uma liga metálica, cujas marcas comerciais e fabricantes encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Marca comercial dos materiais e fabricantes.

<b>Materiais</b>	<b>Marca Comercial</b>	<b>Fabricante</b>
Cimento resinoso	Rely X	3M Divisão Dental
Cimento de ionômero de vidro modificado por resina	Fuji Plus	GC
Cimento de fosfato de zinco	Cimento de zinco	SS White
Liga metálica níquel-cromo	Verabond 2	Aalba Dent

### 4.2 - Método

#### 4.2.1 - Fixação dos dentes em resina

Foram utilizados neste estudo 90 dentes incisivos inferiores bovinos (NAKAMICHI *et al*, 1983), hígidos, recém-extraídos e armazenados em solução fisiológica de cloreto de sódio a 0,9% (Halex Istar) à temperatura de 5°C, até o momento da utilização. Após a limpeza dos dentes com pasta de pedra pomes e água e escova tipo Robinson, foram feitas retenções mecânicas nas raízes, com disco de carboneto de silício, montado em mandril e adaptado à peça de mão.

Em seguida, os dentes foram inseridos pelas raízes em resina epóxica (BUEHLER), contida em tubos rígidos de PVC (Tigre), com 20mm de diâmetro por

30mm de altura até uma distância de aproximadamente 2mm aquém da junção amelo-cementária, ficando o longo eixo da coroa, paralelo ao longo eixo do tubo.

#### 4.2.2 - Confeção dos preparos para coroa total

Após a polimerização da resina, o tubo de PVC foi removido e o conjunto dente-base de resina, foi adaptado a um torno mecânico (Nardini 300 III). Todos os preparos foram realizados sob refrigeração, inicialmente com ferramenta de vídea seguido com pontas diamantadas nº 4103 (FAVA) em alta velocidade de rotação, com turbina RS (Dabi Atlante), a fim de obter um preparo coronário tronco-cônico em dentina, com as seguintes dimensões: 7,0 mm de diâmetro na região cervical; 6,0 mm de diâmetro na oclusal; 4,0 mm de altura; 1,0 mm de ombro cervical; e, 5° de expulsividade cérvico-oclusal (BRISOLARA, 2000).

Todos os preparos foram confeccionados com término cervical em ombro reto (Figura 1). As medidas foram conferidas com um paquímetro (ME-Ba, Zagreb, loguslávica) com precisão de 0,01mm.

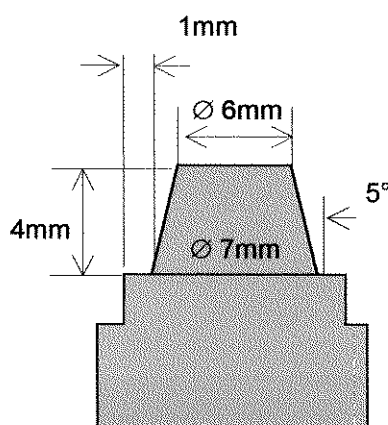


Figura 1 – Desenho esquemático do dente preparado para coroa total.

### 4.2.3 - Obtenção das coroas totais metálicas

Para padronizar a espessura dos padrões de cera, foi utilizada uma matriz metálica sextavada com abertura interna de 9 mm de diâmetro por 7 mm de altura, que se adaptava ao redor do preparo.

Sobre os preparos foram aplicadas duas camadas de espaçador Spacelaquer (Degussa). Em seguida, os dentes preparados e a matriz cilíndrica foram lubrificadas com vaselina líquida. Posteriormente, foi adaptada a matriz metálica ao dente preparado, e a cera liqüefeita com o uso do aparelho modelador de cera Waxtip (Degussa) regulado a  $75^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , foi vertida no interior da matriz, através de uma abertura na parte superior. Em seguida, o conjunto matriz cilíndrica-troquel, foi invertido e sobre ele colocada uma placa de vidro e um peso de 500 gramas, por 5 minutos, com a finalidade de comprimir a cera e compensar a contração durante o resfriamento. Logo após, o excesso de cera foi removido com uma espátula afiada e a matriz cilíndrica retirada do padrão de cera. Uma alça em cera foi confeccionada na porção superior do padrão (Figura 2).

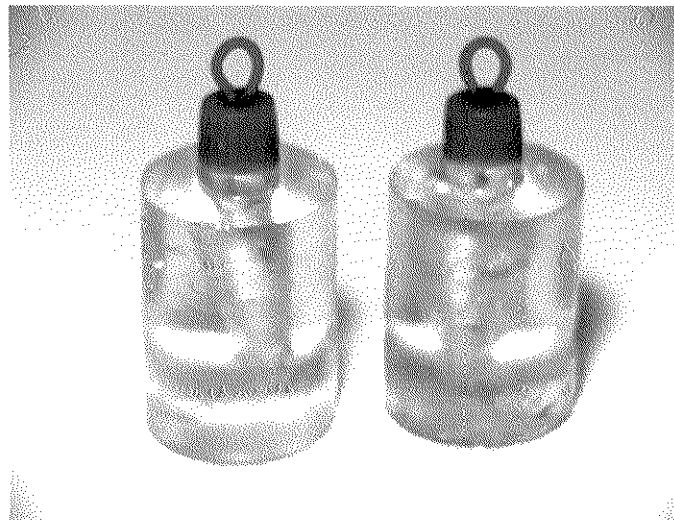


Figura 2 – Padrões de cera sobre os preparos, antes da inclusão.



Um fio de cera com 1,6 mm de diâmetro foi adaptado no ângulo formado pela borda das paredes lateral e oclusal do padrão de cera, com uma inclinação de 45°, para obtenção do pino formador de conduto de alimentação. O padrão de cera foi removido do preparo e fixado à base formadora do cadinho através do pino formador do conduto de alimentação. O agente de umedecimento Excelsior (SS White) foi aplicado em toda superfície do padrão de cera e deixado secar em temperatura ambiente. Em seguida, a base formadora de cadinho foi adaptada ao anel de silicone para inclusão do revestimento (Fenix Tech Inc., USA).

Os padrões de cera foram incluídos em revestimento aglutinado por fosfato de amônia (Termocast POLIDENTAL), na proporção de 16 ml de líquido próprio para 100 gramas de pó, de acordo com as orientações do fabricante e espatulado mecanicamente à vácuo no aparelho Vacomatic (Dental Precisa), durante 60 segundos. Sob vibração mecânica, o revestimento foi vertido manualmente no anel de silicone, cuja capacidade era para 3 padrões de cera.

Após a presa do revestimento, a base formadora do cadinho e o anel de silicone foram removidos e os cilindros de revestimento levados ao forno elétrico (EDG), com o cadinho voltado para baixo. O aquecimento para evaporação da cera, desidratação e expansão térmica do revestimento foi feito lentamente, através do aquecimento até a temperatura de 300°C (15°C por minuto) e mantido nesta temperatura por um período de 60 minutos, quando foram aquecidos rapidamente à temperatura de 900°C (50°C por minuto), onde permaneceram por 60 minutos.

Após a fusão da liga à base de níquel-cromo (Verabond 2, USA), com a fonte de calor gás/oxigênio, os cilindros de revestimento foram retirados do forno, colocados na centrífuga (City Máquinas) e fundidos.

Posteriormente, os cilindros foram removidos da máquina de fundição e deixados sobre a bancada, até atingirem a temperatura ambiente. Em seguida, as fundições foram removidas dos cilindros de revestimento e submetidas à um jato de ar com óxido de alumínio (50  $\mu\text{m}$ ), em jateador Oxy Dry (Manfredi), por 3 minutos, com 4,1 kg de pressão, a fim de eliminar os resíduos de revestimento. Após a remoção dos condutos de alimentação, as coroas (Figura 3) foram submetidas ao acabamento superficial externo com pedra de Arkansas.

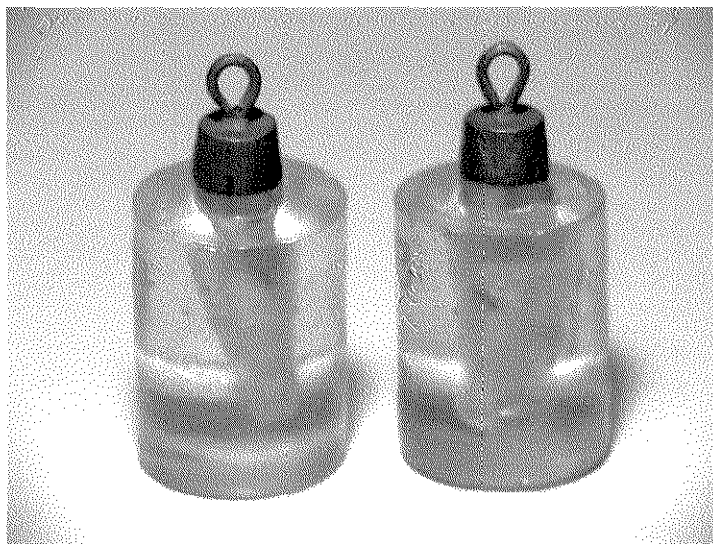


Figura 3 – Coroas totais fundidas, assentadas sobre os preparos dos dentes.

#### **4.2.4 - Cimentação**

As coroas totais metálicas foram divididas em 3 grupos de acordo com o agente cimentante, sendo 30 coroas cimentadas com o cimento de fosfato de zinco (Cimento de zinco), 30 com cimento de ionômero de vidro (Fuji Plus) e 30 com cimento resinoso (Rely X).

Antes da cimentação, todos os preparos foram limpos com pasta de pedrapomes e água, com auxílio de escova tipo Robinson, montada num contra-ângulo (Dabi Atlante), em baixa velocidade, durante 10 segundos. Posteriormente, os dentes foram lavados em água corrente durante 10 segundos e secos com jatos de ar comprimido, livre de óleo. Para a fixação das coroas metálicas com o cimento resinoso Rely X, a superfície dos dentes foram submetidas ao condicionamento com gel de ácido fosfórico a 35% por 20 segundos, lavados em água corrente por 20 segundo, e seco por mais 20 segundos com leves jatos de ar comprimido. Em seguida, sobre a superfície do dente foi aplicado duas camadas do adesivo Single Bond (3M), seguido de leve jato de ar por 5 segundos e fotoativação por 10 segundos com o aparelho XL 1500 (3M), com intensidade de luz de 500 mW/cm<sup>2</sup>. Já, os dentes onde as coroas metálicas foram fixadas com os cimentos de fosfato de zinco e ionômero de vidro modificado por resina não receberam nenhum tipo de condicionamento. A manipulação dos cimentos foi efetuada de acordo com as recomendações dos fabricantes (Quadro I) e a fixação das coroas nos preparos ocorreu em ambiente com temperatura e umidade controladas (23° C ± 1° C e 50 ± 1% U.R.). Para a fixação das coroas aos preparos foi utilizada prensa pneumática desenvolvida na Disciplina de Materiais Dentários da FOP- UNICAMP (Figura 4), com carga estática de 9kgf aplicada axialmente sobre a superfície oclusal das coroas metálicas, durante 10 minutos (GRIEVE, 1969, HEMBREE & COOPER,1979). Após a fixação, as amostras foram armazenadas em água destilada em estufa a 37°C ± 1°C. Após 24 horas, 15 corpos-de-prova, de cada grupo foram submetidos ao ensaio de tração. Os outros 45 corpos-de-prova,

devidamente divididos em 3 grupos de 15 corpos-de-prova de acordo com o cimento utilizado, permaneceram armazenados em água destilada numa estufa a 37°C, por um período de 6 meses, sendo que a água destilada onde estavam submersos, foi trocada semanalmente até o ensaio de tração.

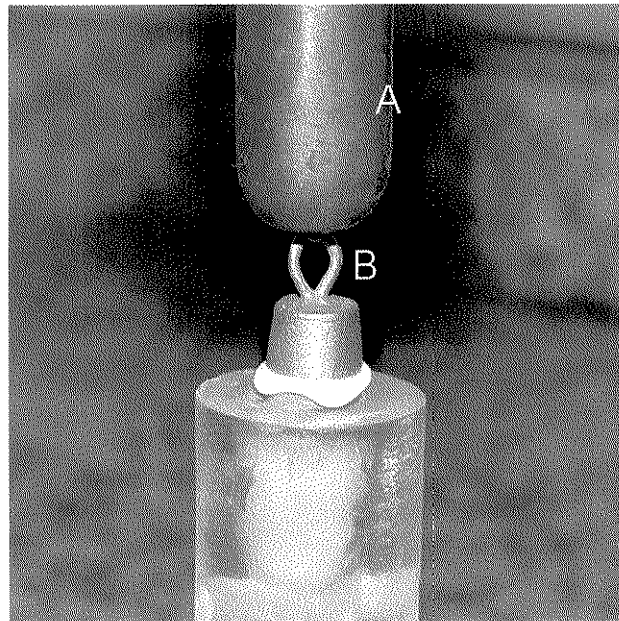


Figura 4 – Fixação da coroa metálica no dente com prensa pneumática: A) pistão da prensa pneumática; B) corpo-de-prova.

#### QUADRO I - Técnicas de manipulação dos cimentos utilizados

<b>CIMENTO</b>	<b>TÉCNICAS DE MANIPULAÇÃO</b>
<b>Cimento de fosfato de zinco</b>	1 medida de pó por 4 gotas de líquido (divisão do pó em 6 partes). Espatulação por 90 segundos sobre placa de vidro com espátula metálica rígida nº 24 e aplicação sobre a superfície da dentina e superfície interna da coroa metálica.
<b>Cimento resinoso</b>	Espatulação de quantidades iguais das duas pastas por 30 segundos, sobre placa de vidro com espátula metálica rígida nº 24 e aplicação sobre a superfície da dentina preparada e superfície interna da coroa metálica.
<b>Cimento de ionômero de vidro</b>	1 medida de pó para 1 gota de líquido. Aglutinação de todo o pó por 30 segundos sobre uma placa de vidro com espátula metálica nº 24 e aplicação sobre a superfície de dentina e superfície interna da coroa metálica.

#### 4.2.5 - Ensaio de resistência à tração

Os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de tração numa máquina de ensaio universal Instron (Modelo 4411, England), com velocidade de 1,0 mm/min, até o deslocamento da coroa metálica dos preparos e os resultados registrados em kgf.

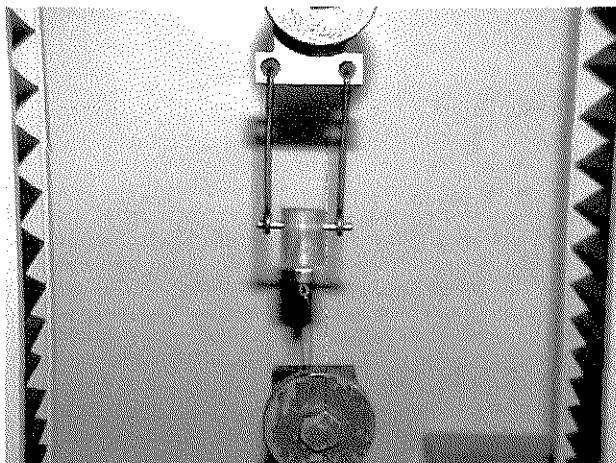


Figura 5 – Corpo-de-prova posicionado à máquina Instron.

## 5 – RESULTADOS

Os valores originais da resistência à remoção por tração (kgf) que estão apresentados nas Tabelas 11, 12 e 13 (Apêndice) foram submetidos à análise de variância e as médias ao teste de Tukey (5%) e apresentadas nas Tabelas 2 e 3 e Figuras 6 e 7.

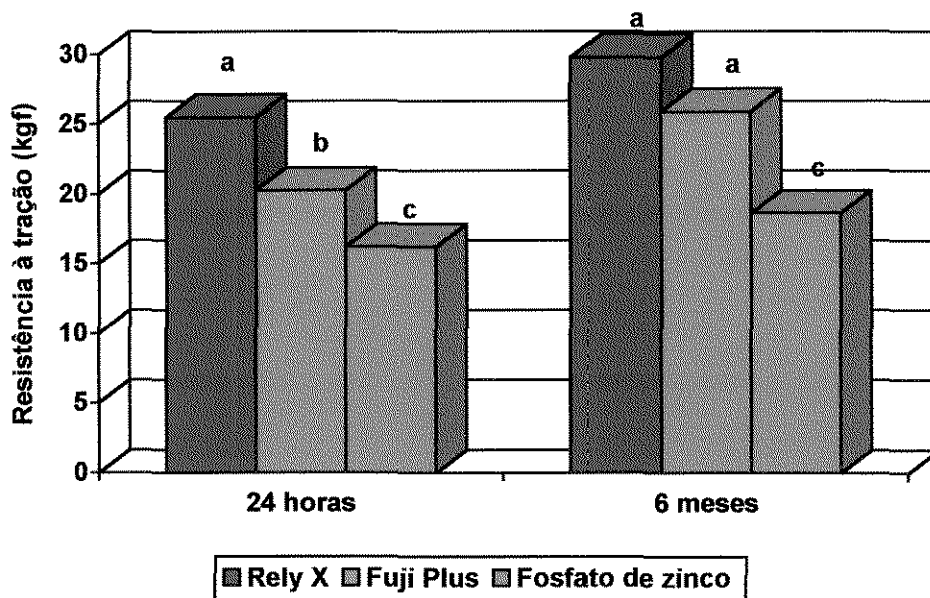
Verifica-se na Tabela 2 e Figura 6, que para o tempo de armazenagem de 24 horas, o cimento resinoso (Rely X) apresentou valores de resistência à remoção por tração estatisticamente superior ao cimento de ionômero de vidro (Fuji Plus) e fosfato de zinco ( $p < 0,05$ ). Já, o cimento de ionômero de vidro foi estatisticamente superior ao fosfato de zinco ( $p < 0,05$ ). Para o tempo de armazenagem de 6 meses, os cimentos resinoso e ionômero de vidro apresentaram valores de resistência à remoção por tração estatisticamente superiores ao cimento de fosfato de zinco ( $p < 0,05$ ). Nenhuma diferença estatística foi observada entre o cimento resinoso e o ionômero de vidro.

Na Tabela 3 e Figura 7, observa-se a comparação entre os valores médios de resistência à remoção por tração das coroas totais, para cada agente de fixação entre os tempos de armazenagem de 24 horas e 6 meses. Para, o cimento resinoso e de ionômero de vidro, os valores de resistência à remoção por tração no tempo de armazenagem de 6 meses foram estatisticamente superiores ao tempo de armazenagem de 24 horas ( $p < 0,05$ ). Nenhuma diferença estatística foi observada entre os tempos de 6 meses e 24 horas para o cimento de fosfato de zinco.

Tabela 2 – Valores médios de resistência à remoção por tração (kgf) das coroas totais metálicas fixadas com os diferentes agentes de fixação, nos tempos de armazenagem de 24 horas e 6 meses.

Cimentos	Resistência à Tração (kgf)	
	24 horas	6 meses
Rely X	25,48 (3,50) a	29,78 (5,53) a
Fuji Plus	20,26 (5,16) b	25,89 (3,25) a
Fosfato de zinco	16,18 (3,92) c	18,61 (2,17) b

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem estatisticamente entre si (5%), pelo teste de Tukey. Os valores do desvio padrão estão apresentados entre parênteses.



Barras seguidas por letras distintas dentro de cada tempo de armazenagem diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

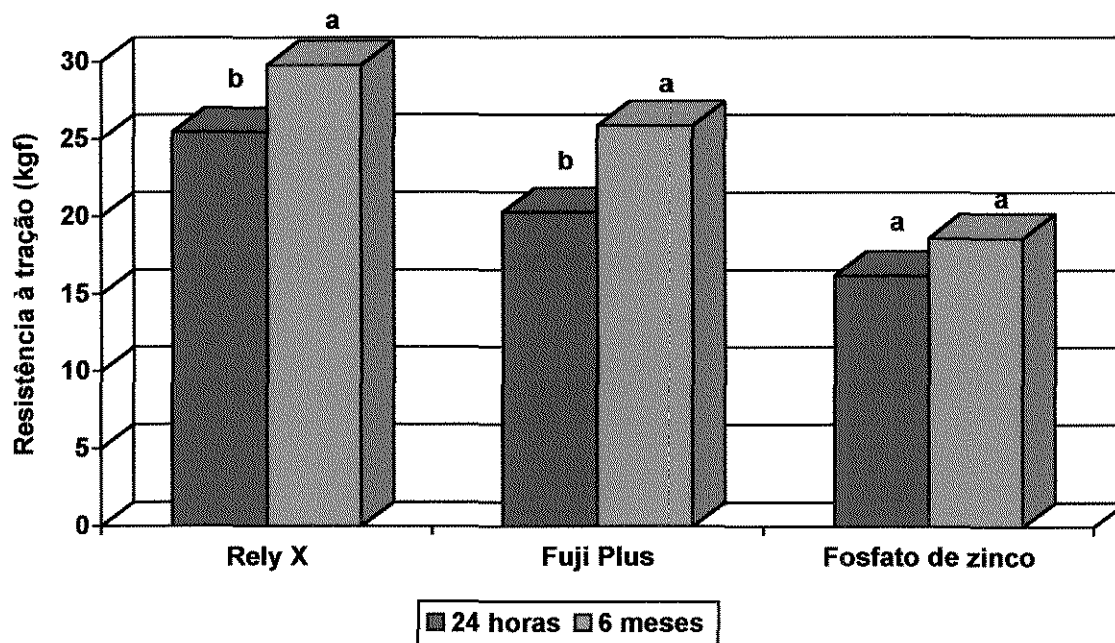
Figura 6 – Ilustração gráfica dos valores médios de resistência à remoção por tração (kgf) das coroas totais metálicas fixadas com os diferentes agentes de fixação, nos tempos de armazenagem de 24 horas e 6 meses.



Tabela 3 – Comparação dos valores médios de resistência à remoção por tração (kgf), entre os tempos de armazenagem de 24 horas e 6 meses, das coroas totais, para cada agente de fixação.

Tempo de Armazenagem	Resistência à Tração (kgf)		
	Rely X	Fuji Plus	Fosfato de zinco
24 horas	25,48 (3,50) b	20,26 (5,16) b	16,18 (3,92) a
6 meses	29,78 (5,53) a	25,89 (3,25) a	18,61 (2,17) a

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem estatisticamente entre si (5%), pelo teste de Tukey. Os valores do desvio padrão estão apresentados entre parênteses.



Barras seguidas por letras distintas dentro de cada cimento diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Figura 7 – Ilustração gráfica da comparação dos valores médios de resistência à remoção por tração (kgf), entre os tempos de armazenagem de 24 horas e 6 meses, das coroas totais, para cada agente de fixação.

## 6 – DISCUSSÃO

As restaurações indiretas têm sido empregadas em grande número de tratamentos odontológicos, as quais são unidas à estrutura dental com um cimento. Quando utiliza-se agentes cimentantes para promover a fixação de peças protéticas ao elemento dental preparado, surge a preocupação de selecionar um material que possua propriedades tais que garantam sua permanência no meio bucal. Atualmente, os cimentos mais utilizados para fixação de peças protéticas são os cimentos de fosfato de zinco, ionômero de vidro (convencional e modificados por resina) e os de resina, associado aos adesivos.

Assim, uma constante evolução tem ocorrido com os materiais utilizados para cimentação. Nesse processo a maioria dos estudos empregam o teste de remoção por tração. Nesse estudo empregou-se o teste de remoção por tração semelhante aos estudos realizados por OMURA *et al.* (1984); TREVISAN (1991); TJAN & LI (1992); KITASAKO (1995), MARTINS (1995), AYAD *et al.* (1997); ERNEST *et al.* (1998) e PRATES (1999). Esses testes são normalmente realizados 24 horas após a fixação das amostras sobre os preparos, entretanto, de acordo com BURROW *et al.* (1996), este intervalo de tempo é adequado para avaliar a capacidade retentiva do material, porém insuficiente para fornecer informações em relação às mudanças ocorridas tanto no material quanto nas interfaces dente/cimento/restauração, após períodos mais longos, como se propôs avaliar neste estudo.

De acordo com a Tabela 2 e Figura 6, observou-se que no tempo de armazenagem em água destilada de 24 horas, o cimento resinoso foi significativamente superior aos cimentos de ionômero de vidro e fosfato de zinco

( $p < 0,05$ ). Para 6 meses de armazenagem o cimento resinoso e ionômero de vidro foram superiores ao de fosfato de zinco ( $p < 0,05$ ). Estes resultados corroboram com TJAN & LI (1992) e AYAD *et al.* (1997) onde o melhor desempenho foi observado para os cimentos resinosos em relação ao de fosfato de zinco, e com os dados de GORODOVSKY & ZIDAN (1992); TUNTIPRAWON (1999) e ADABO *et al.* (1990), que verificaram melhor desempenho dos cimentos resinosos em relação ao cimento de fosfato de zinco e de ionômero de vidro.

Os baixos valores apresentados pelo cimento de fosfato de zinco podem estar relacionados com a falta de adesão às estruturas adjacentes e às limitadas propriedades mecânicas (ROSENSTIEL *et al.* 1998). SERVAIS & CARTZ (1971) e CARTZ (1972) demonstraram que são formadas na superfície do cimento já endurecido na presença de umidade, camadas de cristais denominados de hopeítas, cuja estrutura é fracamente aprisionada na superfície do cimento além de poros naturais, reduzindo consideravelmente a capacidade de união do cimento de fosfato ao substrato. A falta de adesividade do cimento de fosfato de zinco, também foi associada aos baixos valores de resistência à tração nos estudos de CHAN *et al.* (1985). Em 1992, GORODOVSKY & ZIDAN, associaram os baixos valores de retenção não só às limitadas propriedades mecânicas, mas também à influência que o cimento de fosfato de zinco pode sofrer como configuração do preparo, comprimento e área de superfície; já que o princípio de retenção das restaurações metálicas ao preparo está baseado na imbricação mecânica de um lado ao preparo cavitário e de outro lado à superfície interna do metal. O'CONNOR *et al.* (1990) demonstraram que o jateamento de superfícies internas de coroas metálicas fundidas com óxido de alumínio 50  $\mu\text{m}$ , aumentou significativamente a retenção das

coroas cimentadas com fosfato de zinco, por produzir melhor área de retenção mecânica.

A inferioridade na resistência à tração do cimento de fosfato de zinco, também foi relatada por DAHL & OILO (1986), onde coroas metálicas de Pd-Ag cimentadas com cimento de ionômero de vidro e policarboxilato de zinco apresentaram valores de resistência à tração superiores àqueles do fosfato de zinco. McCOMB, em 1982 também verificou melhor comportamento do cimento de ionômero de vidro em relação ao fosfato de zinco após remoção de peças metálicas em ouro.

Enquanto o princípio de retenção do cimento de fosfato de zinco está fundamentado basicamente na imbricação mecânica, os cimentos de ionômero de vidro e resinoso, possuem além de propriedades superiores ROSENSTIEL *et al.* (1998), mecanismos adicionais de adesão, fato este que também explica o melhor desempenho das coroas cimentadas com estes materiais.

Os cimentos de ionômero de vidro têm sua reação de presa baseada na geleificação de um ácido polimérico que reage por ligações cruzadas dos grupos carboxílicos desse ácido com os íons de cálcio e alumínio liberados do pó. Segundo CRISP *et al.* (1976) a resistência à compressão do material aumenta com o tempo até um ano e os mecanismos que levam a este aumento possivelmente são devidos aos estágios iniciais da reação de presa, que é essencialmente do tipo ácido-base e origina um gel de policarboxilato de cálcio e alumínio. Já, MATSUYA *et al.* (1996), demonstraram que as ligações cruzadas que ocorrem entre o ácido policarboxílico e os íons cálcio e alumínio são completadas nessas 24 horas, portanto, o aumento na resistência inicial é principalmente devido a essa reação. O aumento observado até

um ano de maturação é explicado pela formação de um gel de sílica, que surge pela gradativa substituição de íons de alumínio por sílica. Esses resultados foram observados nesse estudo, onde verificou-se um aumento estatisticamente significativo nos valores de resistência à tração após 6 meses de armazenagem em água (Tabela 3 e Figura 7). Estes resultados estão de acordo com os estudos de WILLIAMS & BILLINGTON (1991) que estudaram 6 tipos de cimentos de ionômero de vidro convencionais e verificaram que três deles apresentaram em dois meses aumento na resistência à compressão e à deterioração dessa propriedade com o tempo de armazenagem (140 dias); os outros três ionômeros avaliados mantiveram resistência constante durante todo período de teste. Os autores associaram os resultados à composição diferente do ácido empregado nos dois grupos distintos de materiais.

CATTANI-LORENTI *et al.*, em 1994, também verificaram que durante um período de um ano, o cimento de ionômero de vidro convencional, primeiro apresenta contínua melhora na resistência até 6 meses, seguida por gradativo decréscimo, cujos valores aos 12 meses equivalem àqueles observados após 24 horas de armazenagem em água, uma vez que a água absorvida pelo material exerce efeito deletério devido à hidrólise dos componentes do cimento. Já, NICHOLSON *et al.* (1992), verificaram que os cimentos de ionômero de vidro quando estocados em água, progressivamente se tornam mais fracos com o tempo.

Este estudo foi realizado num período de armazenagem de 6 meses e observou-se similaridades com os resultados encontrados na literatura, entretanto, se um período de armazenagem mais longo fosse empregado a tendência do enfraquecimento seria observada e diferenças poderiam ser atribuídas aos

diferentes tipos de cimentos de ionômero de vidro utilizados. XIE *et al.* (2000) verificaram que as propriedades desses materiais estão intimamente ligadas à sua microestrutura; fatores tais como integridade da interface entre as partículas de vidro e a matriz polimérica, tamanho de partículas, número e tamanho de espaços vazios (bolhas), têm um importante papel na determinação das propriedades mecânicas e por consequência na longevidade das restaurações.

Com relação ao comportamento observado para o cimento resinoso, os resultados (Tabela 3 e Figura 7) mostraram que, após 6 meses de armazenagem em água o material mostrou aumento estatisticamente significativo na resistência. Estes dados nos levam à acreditar que provavelmente a continuidade da reação (aumento do grau de conversão) e a absorção de água do meio, reduzindo a alteração dimensional registrada (contração) no início e na produção de um efeito plastificante do material cimentante. Além disso, a água também pode produzir relaxamento das tensões geradas durante a reação de polimerização (GUIMARÃES, 1999).

A superioridade da retenção observada para os dois períodos de armazenagem (Tabela 2 e Figura 6), para o cimento resinoso comparado ao ionômero de vidro e fosfato de zinco pode ser atribuída não só às melhores propriedades mecânicas (KITASAKO *et al.* 1995; ROSENSTIEL *et al.* 1998) mas também aos princípios de união à estrutura dental promovido pela sua maior capacidade de penetração na dentina, através do sistema de união utilizado com o cimento. O condicionamento ácido da dentina seguido pela penetração, impregnação e polimerização do adesivo, provavelmente levaram à união efetiva com o substrato dental formando uma camada híbrida, semelhante à descrita por NAKABAYASHI (1992) e VAN MEERBEEK *et al.* (1993). Por outro lado, a boa

retenção do cimento à superfície de metal pode gerar, como observado por FITCHIE *et al.* (1993), melhor desempenho com relação à retenção, desde que a associação entre cimento e liga metálica seja adequada.

O comportamento do cimento resinoso em períodos maiores de armazenagem foi estudado por KITASAKO *et al.* (2000); BURROW *et al.* (1996) e HOOSHMAND *et al.* (2002) que verificaram aumento da resistência após 6 meses e decréscimo após 3 anos na resistência à tração quando foi utilizado o cimento resinoso com "primer", sendo que decorrido este período os valores foram comparáveis àquele grupo onde não foi utilizado o "primer". Os autores sugerem que a base da camada híbrida é a região de porosidade que pode ser susceptível ao ataque hidrolítico após período de armazenagem prolongado, onde foi observado grande número de falhas nesta região através da M.E.V.. As porosidades podem ter sido causadas pela deficiência na penetração e perda de resina fracamente polimerizada e lixiviada ou degradada hidroliticamente. Já, GUIMARÃES (1999) verificou que embora a resistência à fratura não tenha sido estatisticamente diferente nos períodos de armazenagem de 24 horas, 3 e 6 meses, o valor numérico foi maior para o tempo de armazenagem de 6 meses em relação a 3 meses e 24 horas.

Os resultados observados nesse estudo mostraram que o cimento resinoso apresentou maior resistência à retenção após um período de 6 meses, entretanto, há necessidade de se realizar outros estudos que envolvam tempos maiores de armazenagem, verificar a longevidade clínica das restaurações e a possibilidade para o clínico de selecionar melhor o agente de cimentação.

## 7 - CONCLUSÃO

Após análise dos dados e discussão dos resultados, pode-se concluir que:

1 – O cimento resinoso apresentou valores de resistência à tração estatisticamente superiores ao cimento de ionômero de vidro e fosfato de zinco para o tempo de armazenagem de 24 horas. O cimento de ionômero de vidro foi superior ao de fosfato de zinco;

2 – No tempo de armazenagem de 6 meses, o cimento resinoso e de ionômero de vidro foram estatisticamente superiores ao de fosfato de zinco; e,

3 – Os valores de resistência à remoção por tração para o tempo de armazenagem de 6 meses foram superiores ao tempo de 24 horas para o cimento resinoso e ionômero de vidro. Nenhuma diferença foi observada para o cimento de fosfato de zinco.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\*

ADABO, G.L. *et al.* Influência de diferentes agentes de fixação na resistência de união, por tração, de ligas metálicas fixadas à dentina. **Rev Odontol UNESP**, São Paulo, v.19, n.1, p.183-189, 1990.

AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Council on Dental Materials and Devices. American Dental Association N° 66 for Dental Glass Ionomer Cements. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.119, n.1, p.195-205, July 1989.

AMES, W.B. A new oxyphosphate for crown-setting. **Dent Cosmos**, Philadelphia, v.34, p.392-393, 1892.

AYAD, M.F.; ROSENTIEL, S.F.; SALAMA, M. Influence of tooth surface roughness and type of cement on retention of complete cast crowns. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.77, n.2, p.116-121, Feb. 1997.

BRISOLARA, P.G.S. **Avaliação da adaptação cervical de coroas totais metálicas com diferentes termos antes e após a cimentação**. Piracicaba, 2000. 122p. Dissertação (Mestrado em Materiais Dentários) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

BRUKL, C.E.; NICHOLSON, J.W.; NORLING, B.K. Crown retention and seating on natural teeth with a resin cement. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.53, n.5, p.618-622, May 1985.

BURROW, M.F.; SATOH, M.; TAGAMI, J. Dentin bond durability after three years using a dentin bonding agent with and without priming. **Dent Mater**, Washington, v.12, p.302-307, Sept. 1996.

---

\* Baseada na NBR 6023, de ago. de 2000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

CARTZ, L.; SERVAIS, G.; ROSSI, F. Surface structure of zinc phosphate dental cements. **J Dent Res**, Washington, v.51, n.6, p.1668-1671, Nov./Dec. 1972.

CATTANI-LORENTE, M.A.; GODIN, C.; MEYER, J.M. Mechanical behavior of glass ionomer cements affected by long- term storage in water. **Dent Mater**, Washington, v.10, p.37-44, Jan. 1994.

CHAN, K.C.; BOYER, D.B.; AUNAN, D.C. Bond strength of cements to nickel-chromium and silver-palladium alloys. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.53, n.3, p.353-355, Mar. 1985.

CHRISTENSEN, G.J. Dental cements: are they the weak link ? **J Am Dent Assoc**, Chicago, v.122, n.12, p.63-64, Nov. 1991.

CRISP, S.; LEWIS, B.G.; WILSON, A.D. Characterization of glass-ionomer cements. Long term compressive strength. **J Dent**, Chicago, v.4, n.4, p.162-166, July 1976.

DAHL, B.L.; OILO, G. Retentive properties of luting cements: an in vitro investigation. **Dent Mater**, Washington, v.2, p.17-20, 1986.

DRUMOND, J.L.; NOVICKAS, D.; LENKE, J.W. Physiological aging of an all ceramic restorative material. **Dent Mater**, Washington, v.7, p.133-137, Apr. 1991.

ERNST, C.P. *et al.* Retentive strengths of cast gold crowns using glass ionomer, compomer, or resin cement. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.79, n.4, p.472-473, Apr. 1998.

FITCHIE, J.G. *et al.* Tensile fatigue of two composite cements bonding three base metal alloys to bovine enamel. **Dent Mater**, Washington, v.9, p.28-32, Jan. 1993.

GORODOVSKY, S.; ZIDAN, O. Retentive strength, disintegration, and marginal quality of luting cements. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.68, n.2, p.269-274, Aug. 1992.

GRIEVE, A.R. A study of dental cements. **Br Dent J**, London, v.127, n.9, p.405-410, Nov. 1969.

GUIMARÃES, P.S. **Influência da armazenagem em água na resistência à flexão biaxial de porcelana unida a materiais resinosos para fixação**. Piracicaba, 1999. 111p. Dissertação (Mestrado em Materiais Dentários) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

HEMBREE, J.H.; COOPER, E.W. Effect of die relief on retention of cast crowns and inlays. **Oper Dent**, Seattle, v.4, n.3, p.104-107, Summer 1979.

HOOSHMAND, T.; VAN NOORT, R.; KESHVAD, A. Bond durability of the resin-bonded and silane treated ceramic surface. **Dent Mater**, Oxford, v.18, n.2, p.179-188, Mar. 2002.

HOTZ, P. *et al.* The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. **Br Dent J**, London, v.142, n.2, p.41-47, Jan. 1977.

KITASAKO, Y. *et al.* Shear and tensile bond testing for resin cement Evaluation. **Dent Mater**, Washington, v.11, p.298-304, Sept. 1995.

KITASAKO, Y. *et al.* The influence of storage solution on dentin bond durability of resin cement. **Dent Mater**, Washington, v.16, p.1-6, June 2000.

MARTINS, F. **Influência do óxido de zinco e eugenol contidos nos cimentos provisórios sobre a remoção, por tração, de coroas totais de níquel-cromo cimentadas sobre dentina**. Piracicaba, 1995. Dissertação (Mestrado em Materiais

Dentários) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

MATSUYA, S.; MAEDA, T.; OHTA, M. IR and NMR analyses of hardening and maturation of glass ionomer cement. **J Dent Res**, Washington, v.75, n.12, p.1920-1927, Dec. 1996.

MCCOMB, D. Retention of castings with glass ionomer cement. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.48, n.3, p.285-288, Sept. 1982.

METZ, J.E.; BRACKETT, W.W. Performance of a glass ionomer luting cement over 8 years in a general practice. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.71, p.13-15, Jan. 1994.

NAKABAYASHI, N. Adhesive bonding with 4-META. **Oper Dent**, Seattle, Supplement 5, p.125-130, 1992.

NAKAMICHI, I.; IWAKU, M.; FUSAYAMA, T. Bovine teeth as possible substitutes in a adhesion test. **J Dent Res**, Washington, v.62, n.10, p.1076-1081, Oct. 1983.

NICHOLSON, J.W.; McLEAN, J.W. A preliminary report on the effect of storage in water on the properties of commercial light-cured glass ionomer cements. **Br Dent J**, London, v.173, p.98-101, Aug. 1992.

NINA, A.J.S. *et al.* Estudo comparativo da adaptação e da resistência à remoção, por tração de coroas totais fixadas com três tipos de agentes cimentantes. **Estomatol Cult**, Bauru, v.9, n.1, p.133-143, Jan./June 1975.

O'CONNOR, R.P.; NAYYAR, A.; KOVARIK, R.E. Effect of internal microblasting on retention of cemented cast crowns. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.64, n.5, p.557-562, Nov. 1990.

OMAR, R. A comparative study of the retentive capacity of dental cementing agents. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.60, n.1, p.35-40, July 1988.

OMURA, I. *et al.* Adhesive and mechanical properties of a new dental adhesive. **J Dent Res**, Washington, v.63, p.233, 1984. Abstract, 561.

ÖRTENGREN, U. *et al.* Water sorption and solubility of dental composites and identification of monomers released in an aqueous environment. **J Oral Rehabil**, Oxford, v.28, n.12, p.1106-1115, Dec. 2001.

PRATES, L.H.M. **Influência de agentes cimentantes na resistência à tração de coroas totais fundidas, fixadas em dentina e núcleos metálicos.** Piracicaba, 1999. Dissertação (Mestrado em Materiais Dentários) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

ROSENSTIEL, S.F. *et al.* Dental luting agents: a review of current literature. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.80, n.3, p.280-301, Sept. 1998.

ROULET, J.F.; SÖDERHOLM, K.J.M.; LONGMATE, J. Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength. **J Dent Res**, Washington, v.74, p.381-387, Jan. 1995.

SERVAIS, G.E.; CARTZ, L. Structure of zinc phosphate dental cement. **J Dent Res**, Washington, v.50, n.3, p.613-20, May/June 1971.

TJAN, A.H.L.; LI, T. Seating and retention of complete crowns with a new adhesive resin cement. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.67, n.4, p.478-483, Apr. 1992.

TREVIZAN, A.C.; CONSANI, S.; RUHNKE, L.A. Retenção das coroas metálicas – influência do acondicionamento dentinário. **RGO**, Porto Alegre, v.39, n.3, p.183-188, maio/jun. 1991.

TUNTIPRAWON, M. Effect of tooth surface roughness on marginal seating and retention of complete metal crowns. **J Prosthet Dent**, Saint Louis, v.81, n.2, p.142-147, Feb. 1999.

VAN MEERBEEK, B. *et al.* Chemical characterization of the resin-dentin interface by micro-Raman spectroscopy. **J Dent Res**, Washington, v.72, n.10, p.1423-1428, Oct. 1993.

WILLIAMS, J.A.; BILLINGTON, R.W. Changes in compressive strength of glass ionomer restorative materials with respect to time periods of 24 h to 4 months. **J Oral Rehabil**, Oxford, v.18, p.163-168, 1991.

WILSON, A.D.; KENT, B.E. A new translucent cement for dentistry. **Br Dent J**, London, v.132, n.4, p.133-135, Feb. 1972.

WILSON, A.D. *et al.* Experimental luting agents based on the glass ionomer cements. **Br Dent J**, London, v.142, n.4, p.117-123, Feb, 1977.

XIE, D. *et al.* Mechanical properties and microstructures of glass ionomer cements. **Dent Mater**, Washington, v.16, p.129-138, 2000.

## APÊNDICE

SANEST –SISTEMA DE ANÁLISE ESTATÍSTICA  
Autores: Elío Paulo Zonta – Amauri Almeida Machado  
Instituto Agronômico de Campinas – IAC  
Análise da Variável Teste – ARQUIVO: HAGLATES

Código de Projeto: **TESTE**

Responsável: Haglay

Deliaejamento Experimental: **Tração**

Observações Não Transformadas

Nome dos Fatores

<b>FATOR</b>	<b>NOME</b>
A	Material
B	Tempo

Tabela 3 - Quadro da Análise de Variância

Causas da Variação	G.L	S.Q	Q.M	Valor F	Prob.>F
Material	2	1280,2980623	640,1490312	38,3345	0,00001
Tempo	1	515,4279721	515,4279721	30,8658	0,00001
Mat*Tempo	2	8,1547604	4,0773802	0,2442	0,78694
Resíduo	84	1402,7179454	16,6990232		
<b>TOTAL</b>	<b>89</b>	<b>32006,5987403</b>			

Média Geral=23,032667

Coefficiente de variação= 17,742%

Tabela 4 - Teste de Tukey para Médias de Material

Num.Ordem	Num.Trat	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	3	Resinoso	30	27,628665	27,628665	A	A
2	2	Ionômero	30	23,079002	23,079002	B	B
3	1	Fosfato	30	18,390333	18,39003	C	C

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

D.M.S 5%= 2,51876

D.M.S 1%= 3,15741

Tabela 5 - Teste de Tukey para Médias de Material - Dentro de 24 Horas do fator Tempo.

Num.Ordem	Num.Trat	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	3	Resinoso	15	25,481331	25,481331	A	A
2	2	Ionômero	15	20,262002	20,262002	B	B
3	1	Fosfato	15	16,175333	16,175333	C	B

Tabela 6 - Teste de Tukey para Médias de Material - Dentro de 6 meses do fator Tempo.

Num.Ordem	Num.Trat	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	3	Resinoso	15	29,775999	29,775999	A	A
2	2	Ionômero	15	25,896002	25,896002	A	A
3	1	Fosfato	15	18,605332	18,605332	B	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

D.M.S 5%= 3,56207

D.M.S 1%= 4,46525



Tabela 7 - Teste de Tukey para Médias de Tempo.

Num.Ordem	Num.Trat	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	6 meses	45	25,425778	25,425778	A	A
2	1	24 Horas	45	20,639555	20,639555	B	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

D.M.S 5%= 1,71299

D.M.S 1%= 2,26855

Tabela 8 - Teste de Tukey para Médias de Tempo - Dentro de Fosfato do Fator Material.

Num.Ordem	Num.Trat	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	6 meses	15	18,605332	18,605332	A	A
2	1	24 Horas	15	16,175333	16,175333	A	B

Tabela 9 - Teste de Tukey para Médias de Tempo - Dentro de Ionômero do Fator Material.

Num.Ordem	Num.Trat	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	6 meses	15	25,896002	25,896002	A	A
2	1	24 Horas	15	20,262002	20,262002	B	B

Tabela 10 - Teste de Tukey para Médias de Tempo - Dentro de Resinoso do Fator Material.

Num.Ordem	Num.Trat	Nome	Num.Repet.	Médias	Médias Originais	5%	1%
1	2	6 meses	15	29,775999	29,775999	A	A
2	1	24 Horas	15	25,481331	25,481331	B	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

D.M.S 5%= 2,96698

D.M.S 1%= 3,92925

Tabela 11 – Valores originais com o cimento de Fosfato de Zinco.

24 Horas	6 meses
8,8	22,25
16,1	20,89
11,97	21,89
13,95	19,14
20,38	15,45
16,24	21,26
16,07	23,61
15,88	19,83
10,97	19,58
17,05	21,19
22,71	21,07
19,93	23,34
20,19	20,74
19,28	21,57
13,11	17,00
$\bar{x}=16,7$	18,61

Tabela 12 – Valores originais com o cimento de Ionômero de Vidro Fuji Plus

<b>24 Horas</b>	<b>6 meses</b>
17,60	25,69
26,10	27,95
25,90	22,71
12,91	21,48
20,90	25,96
23,60	27,44
15,56	28,86
14,72	27,86
25,32	21,33
17,79	30,20
18,80	25,50
25,55	27,34
25,32	23,07
22,95	21,57
10,91	31,48
$\chi=20,26$	25,89

Tabela 13 – Valores originais com o cimento resinoso Rely X.

<b>24 Horas</b>	<b>6 meses</b>
21,42	28,86
21,50	21,11
27,73	24,89
20,60	30,07
22,08	27,80
22,13	22,89
28,16	31,33
25,80	30,20
29,07	38,44
24,35	39,61
28,24	27,62
29,32	31,56
24,03	35,46
25,80	22,99
31,99	33,81
$\bar{x}=25,55$	29,78