

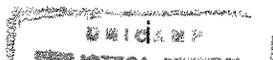
JULIE GUZELA DOS SANTOS

INFLUÊNCIA DE TIPOS DE CIMENTOS NA  
RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE COROAS METÁLICAS  
SUBMETIDAS À CICLAGEM TÉRMICA

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba, da Universidade  
Estadual de Campinas, para obtenção do grau  
de Mestre em Materiais Dentários.

PIRACICABA – SP  
2001

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE



JULIE GUZELA DOS SANTOS

INFLUÊNCIA DE TIPOS DE CIMENTOS NA  
RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DE COROAS METÁLICAS  
SUBMETIDAS À CICLAGEM TÉRMICA

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba, da Universidade  
Estadual de Campinas, para obtenção do grau  
de Mestre em Materiais Dentários.

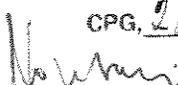
Orientador: Prof. Dr. Simonides Consani

Banca Examinadora:

Este exemplar foi devidamente corrigido,  
de acordo com a Resolução CCPG-036/83

CPG, 28/06/01

Profa. Dra. Adriana Silva Carvalho  
Prof. Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoretti  
Prof. Dr. Simonides Consani

  
Assinatura do Orientador

PIRACICABA – SP  
2001

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE

### Ficha Catalográfica

Sa59i Santos, Julie Guzela dos.  
Influência de tipos de cimentos na resistência à tração de coroas metálicas submetidas à ciclagem térmica. / Julie Guzela dos Santos. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2001.  
xvi, 97p. : il.

Orientador : Prof. Dr. Simonides Consani.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Coroas (Odontologia). I. Consani, Simonides. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da 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 MESTRADO, em sessão pública realizada em 07 de Fevereiro de 2001, considerou a candidata JULIE GUZELA DOS SANTOS aprovada.

1. Prof. Dr. SIMONIDES CONSANI

2. Profa. Dra. ADRIANA SILVA DE CARVALHO

3. Prof. Dr. MARIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE

A meus pais Paulo e Gessir, pelo amor, pela educação, pelo exemplo de vida, pelo incentivo e apoio em todos os momentos.

Aos meus irmãos, Juliano e Júliwer, pelo carinho, compreensão, participando da melhor maneira para que essa etapa se concluísse.

Ao meu noivo David, que esteve ao meu lado principalmente nos momentos mais difíceis, pelo amor, paciência e compreensão.

À minha sobrinha Amanda, aos meus sogros David e Angélica, aos meus cunhados Ana, Luciane, Ricardo e Adriana que com amor souberam compensar a saudades de casa.

A eles dedico este trabalho.

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

Ao professor Doutor **SIMONIDES CONSANI**, Professor Titular do Departamento de Odontologia Restauradora – Área Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, pela orientação segura com que conduziu este trabalho, pela amizade, incentivo e paciência durante a realização do curso, além do exemplo de dignidade e dedicação como docente.

**UNICAMP**  
**BIBLIOTECA CENTRAL**  
**SEÇÃO CIRCULANTE**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Doutor Lourenço Correr Sobrinho, Livre – Docente do Departamento de Odontologia Restauradora – Área Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, pela amizade, pelo convívio e pelos conhecimentos que nos transmitiu.

Ao Professor Doutor Mário Alexandre Coelho Sinhoretti, Professor Adjunto do Departamento de Odontologia Restauradora – Área Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, pela amizade, pelos conhecimentos e pela análise estatística.

Ao Professor Doutor Mario Fernando de Goes, Professor Titular do Departamento de Odontologia Restauradora – Área Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, pela amizade, e pelos conhecimentos transmitidos durante a realização do Curso.

## AGRADECIMENTOS

À Direção da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do seu Diretor Prof. Dr. Antônio Wilson Sallum e do Diretor Associado Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo.

À Direção da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo, na pessoa do seu diretor Prof. Rui Getúlio Soares.

Aos Prof. Dr. Fábio Machado Milan e Prof. Dr. Mateus Ericson Flores, pela amizade e apoio para realização deste curso.

Ao Técnico Engenheiro Mecânico Marcos Blanco Cangiani, da área Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, pela ajuda e amizade.

A funcionária Selma Aparecida Barbosa Segalla, Técnica de Laboratório da Área de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, pela amizade e presteza durante o curso.

Ao Prof. Dr. Luis André Freire Pimenta, pela amizade e pela cessão da máquina de ciclagem térmica da Área de Dentística Restauradora da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos para realização do curso.

A todos os colegas de curso, Alessandra, Alysson, Ana Maria, Andresa, Gilberto, Johnson, Márcia, Marcos, Paulo e Rafael pelo convívio e pela troca de experiências científicas e de vida, que levaremos para sempre.

# SUMÁRIO

RESUMO.....	01
ABSTRACT .....	03
1. INTRODUÇÃO.....	05
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	09
3. PROPOSIÇÃO .....	49
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	51
4.1. MATERIAIS .....	51
4.2 MÉTODO .....	52
4.2.1 CONFECÇÃO DOS PREPAROS.....	52
4.2.2 TÉCNICA DE FUNDIÇÃO .....	53
4.2.2.1. Confecção dos padrões de cera.....	53
4.2.2.2. Inclusão do padrão.....	55
4.2.2.3. Aquecimento do revestimento .....	55
4.2.2.4. Obtenção das coroas fundidas .....	55
4.2.3. CIMENTAÇÃO E CICLAGEM TÉRMICA .....	56
4.2.4. ENSAIO DE TRAÇÃO .....	58
5. RESULTADOS .....	59
6. DISCUSSÃO .....	67
7. CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	77
APÊNDICE .....	83

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência à remoção por tração e o tipo de falha da união de coroas totais metálicas fixadas com cimento de Fosfato de Zinco, cimento de Ionômero de Vidro Modificado por Resina e cimento de Resina, sobre preparos padronizados com diferentes tipos de término cervical, após ciclagem térmica. Foram utilizados 72 dentes incisivos inferiores bovinos os quais tiveram suas raízes incluídas em resina epóxica. As porções coronárias foram preparadas em torno mecânico com paredes axiais com expulsividade de 10° e término cervical em ombros biselado, reto e chanfrado. A obtenção dos padrões de cera foi realizada diretamente sobre os preparos com auxílio de uma matriz para padronização de espessura. As coroas metálicas foram fundidas com liga de Ni-Cr (Verabond 2- Alba Dental Inc.) utilizando maçarico gás/oxigênio. Após a limpeza e jateamento com óxido de alumínio (50µm), as coroas metálicas foram divididas em 3 grupos de 24 corpos-de-prova correspondentes aos tipos de término do preparo, sendo 08 amostras para cada tipo de agente de fixação. Os três cimentos usados foram manipulados de acordo com os fabricantes em ambiente de temperatura e umidade controlada e as coroas foram fixadas com auxílio de prensa pneumática, com carga estática de 9 kg por 10 minutos. Após 24 horas de armazenagem em estufa a 37°C com umidade relativa de 100 %, as amostras foram submetidas à ciclagem térmica com 500 ciclos entre 5 e 55°C e posteriormente o ensaio de tração foi realizado na máquina de ensaio universal Instron com velocidade de 1mm/min. Os resultados submetidos a análise estatística ANOVA e ao teste de Tukey ( $p > 0,05$ ) mostraram que os cimentos foram estatisticamente diferentes,

independente do término cervical do preparo. O cimento de resina obteve a maior média de valores de resistência à remoção por tração (24,97 kgf), seguida pelo fosfato (13,35 kgf) e pelo cimento de ionômero modificado por resina (10,16 kgf). Os termos cervicais não apresentaram diferença estatística significativa, independente do fator cimento. As falhas de união foram predominantemente do tipo mista para os cimentos de fosfato e de resina, e mista e adesiva para o cimento de ionômero de vidro modificado por resina.

**Palavras Chaves:** coroas metálicas – cimentos – término cervical – resistência à tração

## ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the strength tensile of complete cast crowns luted with 3 dental cements. Seventy-two 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 three types of finishing line 45-degree chamfered, 20-degree bevel shoulder and right shoulder. The wax patterns were made on the prepared teeth with matrix for standardized the thickness. The complete crowns were made with Ni-Cr alloy (Verabond 2 – Alba Dental Inc.). After the crowns were cleaned and blasted with aluminum oxide (50 µm) they were separated in three groups of twenty-four specimens each one. Afterwards the crowns were luted to the teeth preparations with zinc phosphate cement (SSWHITE), resin-modified glass ionomer cement (Vitremer-3M) and resin cement with adhesive (Resin Cement and Scotchbond-3M). After 24 hours the specimens were submitted to 500 cycles between 5°C and 55°C, and 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 the means showed that the great value was in the group of resin cement (24.97 kgf) followed by zinc phosphate (13.35 kgf) and resin-modified glass ionomer (10.16 kgf) all statistically different. The three types of finishing line were statistically similar.

**Key words:** cements – finishing line – cast crowns

# 1 – INTRODUÇÃO

As resistências retentiva e compressiva, a espessura de película e outras características de vários tipos de cimentos odontológicos, têm sido avaliadas na literatura, devido a necessidade da obtenção de restaurações indiretas que apresentem longevidade. Esses materiais para fixação devem possuir propriedades físicas e mecânicas satisfatórias, capazes de suportar as forças mastigatórias e as variações de temperatura do ambiente bucal.

As superfícies dos preparos e das partes internas das peças protéticas são rugosas e formadas por picos e vales, quando adaptadas ocorre a formação de pontos de contato apenas nos picos, com espaço nas demais áreas. O propósito da cimentação é o preenchimento deste espaço e a fixação da peça protética, o material escoá, penetra na superfície rugosa selando essa interface (ANUSAVICE, 1996).

Para esta finalidade, um dos cimentos odontológicos mais conhecido e utilizado é o fosfato de zinco, que surgiu em 1878. Entretanto, alguns fatores, como pressão de cimentação, duração da pressão e ângulo de convergência das paredes do preparo, podem afetar a espessura de película, e conseqüentemente o desempenho clínico desse cimento (JORGENSEN, 1960). Como propriedades negativas pode-se citar irritação à polpa dental, solubilidade em água e ácidos, e deficiência no selamento marginal, e como positivas boa resistência mecânica e pequena espessura de película (NINA et al., 1975).

SMITH, em 1968, descreveu o cimento de policarboxilato de zinco, que possuía adesividade a metais, ao esmalte e à dentina, baixa irritabilidade aos tecidos orais e resistência mecânica como sendo suas principais propriedades. Sua composição era

basicamente uma solução aquosa de ácido poliacrílico e um pó de óxido de zinco, sendo que aditivos como fluoretos podiam ser incorporados para melhorar suas propriedades.

Como evolução, um novo cimento foi desenvolvido com a intenção de superar as desvantagens dos cimentos existentes, esse cimento era resultante da mistura de uma solução aquosa de polímeros e co-polímeros de ácido poliacrílico com um pó de vidroaluminossilicato. Possuía adesão às estruturas dentais, liberação de flúor, união a metais básicos e baixa toxicidade, e foi chamado de cimento de ionômero de vidro (WILSON & KENT, 1972). Como desvantagens foram citadas a solubilidade nos estágios iniciais de presa, técnica de manipulação delicada e sensibilidade pós-operatória, que poderia ser acusada por acidez, desidratação da estrutura dental, solubilidade e pressão hidráulica nos túbulos dentinários (BERBEMEYER & BERG. 1994).

Em 1994, Mc LEAN et al., descreveram o cimento de ionômero de vidro modificado por resina, que surgiu como tentativa para superar as desvantagens dos cimentos ionômero de vidro convencionais. De acordo com CHRISTENSEN (1991), apesar de alguma sensibilidade pós-operatória, as propriedades positivas fazem do cimento de ionômero de vidro um dos materiais mais indicados e preferidos para fixação de próteses dentais. Talvez os novos cimentos provarão ser mais eficientes, mas estudos de controle clínico longitudinal são indicados (WHITE et al., 1992).

Deve-se ressaltar ainda no estudo sobre cimentos a camada híbrida, que é uma zona de transição formada por dentina reforçada com resina e obtida pela impregnação, difusão e polimerização de monômeros ao substrato dentinário pré-tratado foi descrita por NAKABAYASHI (1992). Assim sendo, os cimentos de resina possuem união com a dentina diferente de todos os outros cimentos, e inúmeros autores têm demonstrado sua

superioridade em ensaios de remoções por tração (BRUKL et al., 1985; CHAN et al., 1986; AYAD et al., 1997; TUNTIPRAWON, 1999).

Ambos os cimentos, de resina e de ionômero híbrido tem demonstrado serem mais resistentes do que os cimentos convencionais, quando o teste para avaliação é a resistência à remoção por tração (CHRISTENSEN, 2000). Entretanto, as forças exercidas clinicamente nas restaurações ou nos dentes são de natureza complexa. Deste modo, nem o ensaio de tração nem de cisalhamento simulam as forças intraorais (RETIEF, 1991).

Variações no grau de expulsividade dos preparos para coroas totais e nos tipos de terminos cervicais são fatores constantemente investigados e relacionados com diferentes tipos de cimentos odontológicos avaliando suas resistências à remoção por tração e ainda a adaptação marginal (EAMES et al., 1978; VERMYLEA et al., 1983; CHAN et al., 1986; WANG et al., 1992; GAVELIS et al., 1981; EL-MOWAFY et al., 1996).

Tais considerações evidenciam que, vários fatores influenciam no desempenho clínico de um cimento odontológico, inclusive seu próprio comportamento em relação ao tipo de união com a estrutura dental. Assim sendo, seria conveniente estudar os tipos de cimentos quimicamente diferentes, em relação à resistência retentiva, quando diferentes tipos de término cervical são impregados em preparos padronizados.

## 2 - REVISÃO DE LITERATURA

**JORGENSEN**, em 1960, analisou alguns fatores que afetam a espessura do cimento de fosfato de zinco. Todos os fatores investigados, como pressão na cimentação, duração da pressão durante a cimentação, viscosidade do agente cimentante e o ângulo de convergência das paredes do preparo, que mostraram afetar a espessura de película. Este estudo evidenciou que com o aumento no ângulo de convergência das paredes do preparo de 5° para 20° contribui para a redução da espessura de película do cimento de fosfato de zinco entre a coroa e preparo.

**JORGENSEN & HOLST**, em 1967, avaliaram a relação entre as resistências compressiva e retentiva de cimentos dentários. Os materiais avaliados foram os cimentos de fosfato de zinco Zinc Cement e Pharmacement e de óxido de zinco e eugenol Kalzinol, além de gesso pedra Calstone e do material experimental Bioxol. Os testes de resistência compressiva foram realizados através da confecção de cilindros dos cimentos, com 6 mm de diâmetro por 12 mm de altura, que foram armazenados em água a 37 °C durante 24 horas, sendo os testes de resistência retentiva realizados em máquina Losenhausen. com coroas fixadas a preparos em forma de tronco de cone, sendo todos confeccionados de aço inoxidável em torno mecânico e com padronização de 8 mm de diâmetro na base e 8 mm de altura e 9,3 ° de expulsividade. Os testes de tração foram feitos após 24 horas de armazenagem em água a 37° C. A retenção das coroas aumentou proporcionalmente com o aumento da resistência compressiva dos cimentos.

**SMITH**, em 1968, descreveu o cimento de poliacarboxilato de zinco como um novo material formado pela mistura de pó de óxido de zinco com uma solução aquosa de ácido poliacrílico, sendo que aditivos, como fluoretos, podiam ser incorporados para melhora das propriedades e características de presa. Durante a reação de presa o ácido poliacrílico reagia com o óxido de zinco e o cálcio da estrutura dental e formava complexos com proteínas. As principais propriedades relatadas foram resistência mecânica, adesão ao esmalte e à dentina, possível adesividade a metais e baixa irritabilidade aos tecidos orais.

**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.

**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  $H^+$  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  $218 \text{ N/mm}^2$  contra  $13 \text{ N/mm}^2$  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.

**ADY & FAIRHURST**, em 1973, avaliaram a resistência de união dos cimentos de policarboxilato de zinco PCA (SS White) e de fosfato de zinco Zinc Cement Improved (SS White) à uma liga de ouro para fundição e ao ouro e cobre puros. Foram avaliados também procedimentos para aumentar a adesão, ao jateamento, decapagem e ataque eletrolítico. Foram preparadas áreas de união com 6 mm de diâmetro nas superfícies metálicas e os cimentos recém-espatulados foram pressionados contra essas superfícies, após tratamento prévio com um dos 3 procedimentos. Os ensaios de cisalhamento foram feitos após 3 horas de armazenagem a 37° C, em 100% de umidade relativa. Os resultados proporcionados pelo cimento de policarboxilato de zinco foram estatisticamente superiores aos apresentados pelos cimentos de fosfato de zinco, ocorrendo também diferença em relação ao tipo de falha, que foi predominantemente adesiva no cimento de fosfato de zinco e coesiva no cimento de policarboxilato de zinco. De acordo com os autores, o benefício do aumento da rugosidade e da área de superfície, proporcionados pelo jateamento, sugeriam-no como o tratamento de escolha para a adesão, pelo aumento do nível de imbricação.

**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 03 troquéis foram obtidos desses dentes usinados de dimensões

idênticas (controlados por paquímetro de 0,01 mm de precisão), para os quais confeccionou-se 03 coroas corretamente adaptadas que foram cimentadas 05 vezes em seu respectivo troquel com cada um dos 3 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/corona 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 (segundo-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 diferente 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  $\mu\text{m}$ ), seguidos pelos cimento de policarboxilato (110  $\mu\text{m}$ ) e óxido de zinco e eugenol + EBA (206  $\mu\text{m}$ ).

INES, em 1975, avaliou a resistência à remoção, por tração, de coroas totais fundidas fixadas sobre preparos em dentes extraídos. As variáveis estudadas foram o alívio interno, confecção de perfuração oclusal nas coroas, emprego de verniz cavitário e geometria do preparo. Os preparos nos dentes naturais foram confeccionados em alta rotação e o enceramento dos padrões para fundição foi feito pelo método direto. As coroas fundidas foram fixadas com cimento de fosfato de zinco e os testes de tração realizados em máquina Riehle. As coroas aliviadas internamente e as com perfurações oclusais apresentaram maior resistência à remoção (kgf), enquanto que a utilização de verniz cavitário provocou diminuição dessa resistência. A retenção variou em relação à geometria do preparo cavitário, que por sua vez influenciou nas demais variáveis estudadas.

EAMES et al., em 1978, realizaram um estudo sobre as técnicas para melhorar o assentamento das coroas totais. Utilizando as convergências de 10° e 20° para inclinação das paredes dos preparos, as coroas foram fixadas com cimentos de fosfato de zinco (Fleck's), policarboxilato (Durelon), silicofosfato (Flurotin) e cimento resinoso (CBA 9080). Em relação à adaptação o melhor foi o cimento de fosfato de zinco, seguido pelo policarboxilato, silicofosfato e cimento de resina. Observaram também que, com aumento da convergência ocorre melhoria na adaptação das coroas.

**OHM & SILNESS**, em 1978, investigaram a média da convergência axial, em preparos para coroas totais, realizados clinicamente por estudantes de odontologia do último ano. Noventa e três dentes vitais e noventa e sete dentes tratados endodonticamente foram preparados, sendo que nos não vitais núcleos de liga de ouro foram cimentados. Impressões foram feitas com polissulfeto (Permlastic) e troquéis foram vazados. As medições foram feitas em microscópio Reicheirt MeF com uma luz que incidia no contorno externo dos troquéis, o preparo era projetado com aumento de 4 vezes na tela de vidro do microscópio. Em dentes vitais, o ângulo de convergência variou entre 19° e 27°. E em dentes com núcleo variou entre 12° e 37°. Os ângulos de convergência relatados pareceram ser apropriados para coroas unitárias.

**OILO & JORGENSEN**, em 1978, investigaram a influência da rugosidade de superfície em dentina humana e núcleos metálicos, na resistência retentiva de coroas totais cimentadas com fosfato de zinco (De Trey's) e policarboxilato de zinco (Durelon). Os preparos dos núcleos e dos dentes foram em torno mecânico, obtendo-se três tipos de rugosidade pela variação na técnica de corte. Os núcleos tiveram todas as medidas padronizadas e nos dentes apenas a convergência de 10° foi padronizada. As coroas também foram confeccionadas em torno com um orifício na porção oclusal. O cimento de fosfato de zinco foi manipulado de acordo com a ISO 1566 e o cimento de policarboxilato de acordo com as recomendações do fabricante. A cimentação das coroas se deu com auxílio de um dispositivo controlado por micrômetro para padronização da espessura de película do cimento em aproximadamente 20µm, onde essas permaneciam durante 10 minutos. Após eram armazenadas em 100% de umidade relativa por 25 ± 1h para serem

tracionadas em máquina Losenhausen com velocidade de 20mm/min. A resistência retentiva relacionada a área do preparo, foi três vezes maior nas coroas fixadas em núcleos do que em dentina. Isso ocorreu em virtude da maior dureza dos núcleos em relação à dentina, que tem picos da superfície rugosa comprimidos com maior facilidade durante a tração, ocorrendo deslizamento sem ruptura do cimento. O cimento de fosfato de zinco teve retentividade menor que o cimento de poliacrilato em superfícies lisas e maior em superfícies rugosas.

**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 poliacrilato 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 residência retentiva em inlays com espaçador. As coroas possuem retenção duas vezes maior do que as fundições do tipo onlay.

**ABELSON**, em 1980, estudou a frequência de utilização de diversos cimentos e relatou que o cimento de fosfato de zinco, apesar do efeito irritante e do surgimento de novos materiais, era o mais utilizado para a fixação de próteses nas escolas americanas de odontologia. O emprego de verniz cavitário, a utilização do cimento de óxido de zinco e eugenol ou definitiva com esse mesmo material reforçado com EBA podem ser alternativas ao efeito irritante. Foram também avaliadas as resistências retentivas dos cimentos de fosfato de zinco Fleck's, de policarboxilato de zinco Durelon, de óxido de zinco e eugenol reforçado EBA Optow resinoso CBA . Foram utilizados 12 dentes extraídos, com as raízes embutidas em cilindros de resina acrílica. A área dos preparos para coroas totais não foi padronizada e os padrões de cera para fundição foram confeccionados pela técnica direta e fundidos em liga de ouro tipo III. As coroas, divididas em 4 grupos, foram fixadas com um dos 4 materiais, sendo os testes de remoção realizados após 48 horas em uma máquina Instron com velocidade de 1 mm/min. Um rodízio permitiu 48 fixações em cada grupo e na 4ª sequência foi feita a ventilação e a colocação de pinos horizontais nas 3 coroas com os valores mas baixos. As resistências retentivas (kgf) dos cimentos de fosfato de zinco (20,35) e de policarboxilato de zinco (18,38) e eugenol reforçado (13,87) e resinoso (13,02) que também foram similares entre si. Os orifícios de ventilação não melhoraram a

resistência retentiva, sendo o oposto verificado com a utilização dos pinos horizontais. Não ocorreu correlação positiva entre a área de superfície do preparo e o valor da resistência retentiva.

**GAVELIS et al.**, em 1981, correlacionaram o término marginal com o vedamento de coroas totais metálicas. Foram confeccionados oito tipos de preparos em troquéis metálicos simulando molares. Sete possuíam 10 mm de diâmetro e um 8 mm de diâmetro no término. Cada preparo media 6 mm na oclusal e ângulo de convergência de 10°. Os términos apresentavam as seguintes formas: ombro reto 90°; ombro 45°; ombro e chanfro com chanferete de 1 mm paralelos as paredes axiais; ombro de 1 mm com chanferete de 45° e ombro de 1 mm com chanferete de 30°. As coroas foram cimentadas sobre os preparos e levados à uma máquina de compressão. A pressão de cimentação era de 100 libras, reduzindo lentamente até 57 libras em um intervalo de 10 minutos de cimentação. Posteriormente, as coroas foram seccionadas no centro e os resultados mostraram que preparos com chanferete paralelos tiveram melhor vedamento marginal, seguido por ombro reto 90°, ombro 45° e ombros com chanferetes em 30° e 45°. Com relação a adaptação, o ombro reto 90° proporcionou melhor adaptação ao chanfro 45°.

**VERMYLEA et al.**, em 1983, determinaram a influência do espaçador para troquéis (Tru Fit) na resistência a remoção por tração de coroas totais metálicas cimentadas em dentina humana com três tipos de cimentos (fosfato de zinco, cimento de policarboxilato e cimento de óxido de zinco e eugenol modificado). Dezoito molares humanos foram incluídos em tubos metálicos com resina acrílica onde foram preparados

padronizadamente com expulsividade de 10 ° a 20 ° e término cervical em chanfro. Após moldagem com polissulfeto obteve-se 36 modelos de gesso tipo IV. As paredes de 18 modelos foram cobertas com 2 camadas do espaçador com aproximadamente 20 a 25µm de espessura, os dezoito troquéis remanescentes foram aliviados. A técnica convencional da cera perdida foi utilizada para obtenção dos copings metálicos. Os 2 grupos de 18 coroas (com e sem espaçador) foram divididos em três sub-grupos sendo um para cada cimento. Uma carga de 5 Kg foi utilizada para fixação dessas coroas que foram depois armazenadas por 24 h em 100 % de umidade relativa a 37°C. O teste de resistência à remoção por tração foi realizado em máquina Instron com velocidade de 0,5 mm/min. Após a primeira sequência de testes foi feita limpeza e uma nova fixação das coroas. A resistência retentiva nas coroas sem espaçador para o cimento de fosfato de zinco (37 kgf) foi estatisticamente superior a dos cimentos de policarboxilato (22 Kgf) e de óxido de zinco e eugenol (23 kgf). Nas coroas com espaçador, os cimentos de fosfato de zinco (25 kgf), óxido de zinco e eugenol (23 kgf) e de policarboxilato de zinco (18 kgf) foram estatisticamente similares.

**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. A resistência à remoção (Kgf) das coroas fixadas com cimento resinoso foi superior àquelas fixadas com cimento de fosfato de zinco. O agente adesivo não proporcionou efeito significativo tanto na resistência ao deslocamento quanto no assentamento, em relação ao cimento de fosfato de zinco nos casos onde não foi feita a ventilação.

**CHAN et al.**, em 1986, analisaram a resistência retentiva de coroas totais metálicas condicionadas internamente ou não, com cinco tipos de cimentos em preparos em dentina humana com diferentes graus de expulsividade. Cem molares foram incluídos em resina acrílica autopolimerizável e os preparos para coroas totais foram realizados com pontas diamantadas com velocidade de alta rotação sob refrigeração com água, sendo que ao final os preparos tinham 4mm de altura e paredes axiais com 7° ou 30° de expulsividade. As fundições foram feitas com liga de Ni-Cr (Rexillum III) pela técnica da cera perdida. Dez coroas não condicionadas de cada tipo de angulação foram cimentada com cimento de fosfato de zinco (Fleck's), cimento de óxido de zinco e eugenol reforçado (Fynal), cimento de poliacrilato de zinco (Carboxylon), cimento de resina (Comspan) e cimento de resina

mais adesivo (Comspan + Scotchbond), todos seguindo-se as recomendações dos fabricantes. Após as coroas foram armazenadas por 24 h a 37°C em umidade relativa de 100 % e em seguida submetidas ao teste de remoção por tração em máquina Instron com velocidade de 0,5 cm/min. Após esse teste as coroas foram limpas com instrumentos manuais e por ultrassom durante 15 minutos. As coroas foram então condicionadas, cimentadas, armazenadas e tracionadas de maneira idêntica ao procedimento anterior. O procedimento de condicionamento consistiu em proteger as superfícies externas das coroas com cera sendo a parte interna condicionada por 6 min com ác. sulfúrico a 10% com corrente de 250 mA, após, imersão em ác. hidrocloreídrico 18% em banho ultrasônico por 15 minutos. A retenção das coroas condicionadas foi maior do que as não condicionadas. Coroas com 7° de expulsividade tiveram melhor retenção do que as com 30°, sendo que para o cimento de fosfato de zinco o preparo influenciou mais do que para os outros cimentos. O cimento de poliacrilato proporcionou maior retenção em todas situações, seguido pelo cimento resinoso com adesivo que foi superior ao mesmo cimento sem adesivo. O cimento de óxido de zinco e eugenol foi superior ao cimento de fosfato de zinco em coroas com 30°, ocorrendo semelhança em preparos com 7°. A escolha do cimento foi o fator que mais afetou a retenção das fundições de Ni-Cr em preparos em dentes humanos. Os resultados mostraram que a retentividade está relacionada também à geometria do preparo.

**ABOUSH & JENKINS**, em 1987, compararam o efeito da limpeza do esmalte e dentina com ácido poliacrílico a 25% , ácido cítrico 50% e pedra pomes em superfícies contaminadas por saliva, na retenção do cimento de ionômero de vidro (ChemFil II). O pré-

tratamento do esmalte e dentina com ácido poliacrílico 25% não afetou a adesão do cimento ionomérico. Os três tipos de tratamento de limpeza foram estatisticamente semelhantes e a contaminação com saliva pode eliminar por completo a adesão do material às estruturas dentais.

**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 poliacarboxilato 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.

**RETIEF**, em 1991, fez uma análise dos ensaios de tração e cisalhamento em dentes bovinos x dentes humanos; tempo de armazenagem; tipo de dente e superfície; preparo da superfície; preparo do corpo-de-prova; avaliação da microinfiltração e da fenda marginal. Segundo o autor a granulometria da lixa utilizada no procedimento teve como objetivo deixar a superfície semelhante àquela deixada pelas pontas de acabamento, num preparo convencional para coroa total do tipo metalocerâmica. Relatou também, que as forças exercidas clinicamente nas restaurações ou nos dentes são de natureza complexa. Deste modo, nem o ensaio de tração nem de cisalhamento simularam as forças intraorais. Quando a resina composta foi unida a uma superfície de dentina, submetida a esforço de tração ou cisalhamento, a distribuição das forças ao longo da interface foi extremamente irregular.

**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 granulação 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 Splitraloy, 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 ( $\text{Kg/cm}^2$ ) 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.

**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 policarboxilato 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.

A ISO, em 1991, descreveu a especificação para padronização dos testes de adesão à estrutura dental. A armazenagem dos dentes antes da utilização deve ser feita em solução salina refrigerada (4°C). Após a confecção dos corpos-de-prova deve ser feita a armazenagem dos mesmos durante 20 a 24 horas em água destilada a 37°C. A ciclagem térmica, quando utilizada, deve ser realizada em banhos de água entre  $5 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $55 \pm 2^\circ\text{C}$ , com tempo de 20 segundos em cada banho.

**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. Foi 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 hidrofóbicos e hidrofílicos formadores da camada híbrida, tais como o 4-methacryl-oxyethyl trimellitato anhydrido (4-META) em methylmethacrylato e tri-n-butyl borano (TBB-iniciador), tiveram a penetração à dentina melhorada de 1 para 5µm 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-hydroxyethyl methacrylato (HEMA) proporcionou resistência de união de 13 MPa.

**WANG et al.**, em 1992, avaliaram os efeitos do espaçador de troquel, desenho marginal do preparo, tipos de cimentos, dispositivos auxiliares para assentamento das

coroas e força de cimentação na adaptação de coroas totais sob troqueis metálicos. Dois troqueis de aço inoxidável foram confeccionados com 6mm de altura, 10° de expulsividade e término cervical de 1mm em ombro ou ombro biselado em 65°. Impressões de poliéter foram vazados com gesso e obteve-se dez troqueis, cinco foram cobertos com 4 camadas de espaçador (Tru-Fit). As coroas foram confeccionadas com a liga Rexillum III, jateadas e adaptadas aos troqueis com 5 ou 3 lb por 3 minutos em máquina Instron e após foram mensuradas as adaptações. Posteriormente, as coroas foram cimentadas com fosfato de zinco (Fleck's) e cimento de ionômero de vidro (Ketac-Cem), sob carga de 3 ou 5 lb, e então mensuradas novamente. A aplicação de espaçador de troquel melhora a adaptação das coroas. A aplicação de carga na cimentação de 30lb melhorou a adaptação em relação a carga de 5lb. O cimento de ionômero de vidro promoveu melhor adaptação comparado com o cimento de fosfato de zinco. O preparo com ombro biselado e com espaçador de troquel obteve adaptação superior com o uso de 5lb e cimento de ionômero de vidro, comparado com o preparo em ombro com espaçador.

**WHITE et al.**, em 1992, avaliaram o selamento marginal de coroas totais fixadas a preparos em dentes naturais com vários agentes cimentantes. Quarenta e dois pré-molares extraídos foram preparados para coroas totais com pontas diamantadas e brocas de 12 lâminas sob refrigeração. Os preparos foram padronizados com expulsividade de 6°, altura de 4 mm e chanfro com as margens vestibular e lingual em esmalte e as proximais em dentina ou cimento. Os preparos foram moldados com silicona Reprosil, sendo os moldes vazados com gesso tipo IV Die Keen. Os padrões de cera para fundição foram confeccionados pela técnica indireta, após a aplicação de 3 camadas do espaçador Cement

Spacer sobre os preparos. Após a inclusão em revestimento de fosfato, as coroas foram fundidas em liga Rexillum III. Em seguida, as fundições foram limpas, acabadas e adaptadas aos respectivos preparos, sendo então divididas em 6 grupos de 7 para serem fixadas com os cimentos de poliacrilato de zinco Durelon, de fosfato de zinco Fleck's, de ionômero de vidro Ketac Cem e resinosos Thin Film, Panavia EX e Thin Film com adesivo Tenure. Uma carga de 6 Kg foi aplicada durante 10 minutos na fixação e após 14 dias de armazenagem em água a 37°C, a amostra foi submetida a 1500 ciclos térmicos com banhos de água entre 5 e 50°C. Após a aplicação de duas camadas de verniz epóxico até 1mm das margens, os dentes foram imersos em solução de nitrato de prata a 50% durante 60 minutos, sendo submetidos a lavagem em água e colocação em revelador com exposição à lâmpada de 150 watts durante 6 horas. Após o embutimento em resina epóxica transparente, os espécimes foram seccionados longitudinalmente nos sentidos vestibulo-lingual e méso-distal com disco de diamante isomet. Os espécimes foram novamente expostos à lâmpada de 150 watts durante 5 minutos, para revelação das áreas de penetração do nitrato de prata. A microinfiltração foi registrada em micrometros, com microscópio Olympus (500X), após 3 medições em 8 pontos de cada espécime seccionado. Os cimentos resinosos com adesivos apresentaram menor infiltração seguidos pelos cimentos de ionômero de vidro, resinoso sem adesivo, de fosfato de zinco e de poliacrilato de zinco.

**TJAN & LI**, em 1992, avaliaram a resistência retentiva e o assentamento de coroas totais fundidas 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 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 Panavia EX (83,7 kgf) foi superior e estatisticamente diferente dos cimentos resinosos Comspan (53 kgf) e de fosfato de zinco Fleck's (48 kgf), que foram similares entre si.

**JUNTAVEE & MILLSTEIN**, em 1992, avaliaram a retentividade de coroas relacionada com tipos de agentes de cimentação, espessura dos cimentos, rugosidade da superfície interna das fundições, efeito da ciclagem térmica e diferentes materiais como núcleos de preenchimento. Trezentos e sessenta núcleos foram confeccionados, cento e oitenta em amálgama e cento e oitenta em resina composta, utilizando um molde de Teflon coberto com alumínio (Du Pont Corp. Wilmington, Del.), medindo 8,7, 8,8 e 8,9 mm de diâmetro e 6 mm em comprimento. Todos os materiais foram manipulados de acordo com as recomendações dos fabricantes e após a presa armazenados por 1 semana a temperatura de 37°C e 100% de umidade relativa. Retentores cilíndricos foram confeccionados com uma liga de metal básico (Rexillum III) e jateados com óxido de alumínio de granulação fina, média ou grossa. Núcleos e retentores foram divididos em 12 grupos de 30 amostras de acordo com o tipo de núcleo, diâmetro do núcleo e rugosidade da parte interna do retentor cilíndrico. Cada grupo foi subdividido em três grupos de 10 amostras de acordo com o agente de cimentação, fosfato de zinco (Mission), cimento de resina (Panavia EX) e cimento de ionômero de vidro (Ketac Cem). Todos os cimentos foram manipulados de acordo com as recomendações dos fabricantes e após a cimentação as amostras foram armazenadas em 100% de umidade a 37°C. Cada subgrupo foi dividido novamente formando um grupo controle de 5 amostras e um grupo experimental de cinco amostras que foram submetidos à ciclagem térmica após uma semana, por 500 ciclos entre 60°C e 4°C, por 60 segundos cada. As amostras foram então tracionadas em máquina Instron com velocidade de 0,02 cm/min. O núcleo de amálgama foi superior ao de resina independente do cimento usado, exceto quando o núcleo de resina era unido com cimento de resina. Os cimentos de fosfato de zinco e de resina foram mais retentivos do que o cimento

ionomérico para todos os núcleos. A termociclagem reduziu a retentividade para todas as amostras. Espessura de película entre 50 e 100 $\mu$ m foi mais retentiva do que 150 $\mu$ m. Os retentores com superfície mais rugosa exibiram maiores valores de união do que aqueles com superfície mais lisa.

**WHITE & YU**, em 1993, avaliaram comparativamente as resistências à compressão e à tração diametral de 11 agentes para fixação de peças protéticas. Os materiais avaliados foram os cimentos de fosfato de zinco Fleck's e Modern Tenacim; de ionômero de vidro Shofu, Ketac Cem e Ketac Cem encapsulado; de hidroxiapatita HÁ Bioment; de policarboxilato de zinco Durelon e Shofu; de ionômero de vidro modificado por resina Infinity e resinoso Thin Film e Panavia EX. Os testes de compressão foram realizados de acordo com as especificações n° 8, 61 e 66 para fosfato de zinco, policarboxilato de zinco e ionômero de vidro da Associação Americana de Padrões e ADA. Os materiais foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes para fixação de peças protéticas e os 10 corpos-de-prova cilíndricos de cada material (6 X 12 mm) foram fraturados em máquina Instron, com velocidade de 0,05 cm/min, após armazenagem durante 24 horas em água destilada a 37 ° C. Os testes de resistência à tração diametral foram feitos de maneira similar, com os corpos-de-prova sendo posicionados horizontalmente na máquina de testes. Os resultados da resistência à compressão (MPa) demonstraram que os cimentos resinosos Panavia EX (178,5) e Thin Film (117,5), de ionômero de vidro Ketac Cem (162,1) e Shofu (122) e de ionômero de vidro modificado por resina Infinity (140,70), apresentaram resistências à compressão estatisticamente

superiores aos cimentos de fosfato de zinco Modern Tenacim (77,5) e Fleck's (62,1), de policarboxilato de zinco Durelon (67,4).

**HUNG et al.**, em 1993, avaliaram as alterações do contorno axial e aumento da fenda marginal de coroas provisórias de resina fixadas temporariamente a núcleos metálicos e submetidas à termociclagem e carregamento oclusal cíclico. Foram confeccionadas 20 preparos metálicos para coroa total a partir de uma técnica de duplicação que consistiu na moldagem de 2 preparos em manequim, um com término cervical em ombro e o outro em chanfro, seguido por confecção de réplicas padrões de cera que foram fundidos em liga metálica Ney Technique. As 20 réplicas obtidas foram divididas em 2 grupos de 10, um com término em ombro e o outro em chanfro, sendo confeccionadas coroas provisórias de polimetil metacrilato sobre cada preparo. As coroas foram fixadas com o cimento temporário Temp Bond e após uma semana foram submetidas a 1700 ciclos térmicos em banhos de água a 4° e 60° C, e a 5000 ciclos de carregamento oclusal com carga de 4,4 Kg e frequência de 4 Hz. As alterações das fendas marginais foram avaliadas em 10 pontos de cada corpo-de-prova, com microscópio comparador Nikon e as alterações dos contornos axiais foram observadas através da incidência de uma luz incandescente. A termociclagem e o carregamento oclusal cíclico provocaram aumento da fenda marginal e mudanças no contorno axial de coroas provisórias fixadas temporariamente a núcleos metálicos. As coroas fixadas em preparos com margem em chanfro apresentaram uma fenda estatisticamente superior (média 210 µm) em relação as coroas com margens em ombro (média 90 µm).

**VAN MEERBEEK et al.**, em 1993, estudaram a composição química da interface resina-dentina e 2 sistemas adesivos com análise em espectroscopia de 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 micro estrutura 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%.

**BEBERMEYER & BERG**, em 1994, enumeraram as principais vantagens e desvantagens dos cimentos de ionômero de vidro e avaliaram a sensibilidade pós-operatória causada pelos cimentos de ionômero de vidro Ketac Cem e de fosfato de zinco Fleck's, utilizados na fixação de peças protéticas em dentes vitalizados. As vantagens citadas foram a atividade cariostática pela liberação de fluoretos; a adesão à estrutura dental; as resistências à compressão e à tração; a baixa solubilidade; o coeficiente de expansão térmica linear similar ao da estrutura dental e o bom escoamento durante a fixação de peças

protéticas. Como desvantagens foram citadas a solubilidade nos estágios iniciais de presa; a técnica de manipulação sensível e a sensibilidade pós-operatória, que pode ser causada por acidez, desidratação da estrutura dental, solubilidade e pressão hidráulica nos túbulos dentinários. Por isso não é recomendada a aplicação de ácido poliacrílico ou similar antes da fixação de peças protéticas. No estudo clínico foram avaliados 45 pacientes com duas peças protéticas unitárias fixadas, uma com cimento de ionômero de vidro e a outra com cimento de fosfato de zinco. A análise da sensibilidade foi subjetiva, com uma escala de 1 a 5, baseada no relato do paciente uma semana após a fixação. Não foi observada diferença estatística entre os cimentos, com a maioria das restaurações sendo relatadas como não sensíveis ou de média sensibilidade. Quatro pacientes relataram sensibilidade extrema para peças fixadas com cimento de fosfato de zinco. Não houve a necessidade de remoção de qualquer peça protética em virtude da sensibilidade.

**MC LEAN et al.**, em 1994, sugeriram uma nova nomenclatura para os cimentos de ionômero de vidro e materiais afins. De acordo com os autores o termo cimento de ionômero de vidro deve ser utilizado para os materiais que consistem de um vidro capaz de ser decomposto por ácido e de uma solução aquosa ácida, que quando misturados tomam presa por uma reação de neutralização (ácido/base). O termo apropriado para os materiais híbridos deve ser ionômero modificado por resina, já que esses materiais possuem uma significativa reação ácido/base como parte do processo de presa. Os materiais que possuem os componentes essenciais do cimento de ionômero de vidro, porém em níveis insuficientes para a promoção de uma reação ácido/base na ausência de luz, devem ser denominados resinas compostas modificadas por poliácidos.

**GALUN et al.**, em 1994, avaliaram as resistências à tração diametral e de união à dentina de 4 cimentos de ionômero de vidro e de um fosfato de zinco. Os testes de união à dentina foram feitos com e sem condicionamento, através de ensaios de cisalhamento e tração. Para isso molares extraídos, seccionados longitudinalmente, foram embutidos em resina acrílica e desgastados com lixa de granulação 500 até a exposição de superfícies de dentina. Os espécimes foram divididos em 5 grupos e os cimentos de ionômero de vidro Shofu tipo I, Fuji tipo I, Ketac Cem e Aqua Cem e de fosfato de zinco ZPC foram aplicados em cada grupo com uma matriz gelatinosa que proporcionou uma área de 5 mm de diâmetro. Os ensaios de cisalhamento e de tração foram feitos após 7 dias de imersão em água a 37°C, em máquina Instron com velocidade de 20 mm por minuto. Os testes também foram feitos com a dentina condicionada com ácido poliacrílico a 10% durante 20 segundos. Os testes também foram feitos com a dentina condicionada com ácido poliacrílico a 10 % durante 20 segundos. Os ensaios de tração diametral foram feitos com discos de 6 mm de diâmetro por 3 mm de largura, com os mesmos materiais, também após 7 dias de imersão em água. O cimento de fosfato de zinco não teve nenhuma adesão à dentina, já nos cimentos de ionômero de vidro a união foi observada e teve sua resistência aumentada com o condicionamento dentinário. A resistência à tração diametral dos cimentos de ionômero de vidro foi aproximadamente 3 vezes maior do que a do cimento de fosfato de zinco.

**ANUSAVICE**, em 1996, descreveu as superfícies dos preparos e das partes internas de peças protéticas como sendo rugosas e microscopicamente formadas por picos e vales. Quando adaptadas ocorre a formação de pontos de contato apenas nos picos, com

espaço nas demais áreas, o que favorece a penetração de fluidos orais e invasão bacteriana. O propósito da cimentação é o fechamento deste espaço e a fixação da peça protética com um terceiro material adesivo (imbricação mecânica). O material escoá, penetra na superfície rugosa e toma presa em poucos minutos, selando a interface e fixando a peça protética.

**KERN et al.**, em 1996, avaliaram a vitalidade dentária e sensibilidade pós-operatória, retenção e cáries secundárias após a cimentação de coroas parciais e totais com um ionômero de vidro modificado por resina em cápsula (Ketac – Cem Maxicap) e um cimento de fosfato de zinco (Phosphacap) também em cápsula (controle). Sessenta pacientes com idade entre 20 e 70 anos e com 120 restaurações cimentadas no total foram avaliados, cada um com no mínimo duas próteses unitárias (uma para cada cimento). As peças protéticas foram jateadas internamente com óxido de alumínio 50 µm e então limpas com clorofórmio. Os preparos foram submetidos a profilaxia com pedra-pomes e após aplicada uma suspensão de hidróxido de cálcio durante 1 minuto (protetor dentinário). A cimentação foi realizada por três dentistas e a utilização dos cimentos de acordo com as recomendações dos fabricantes, sem os pacientes saberem qual cimento estava sendo usado. Após um mês e a cada 6 meses durante 33 meses as avaliações foram realizadas. Nenhuma perda de vitalidade ou de retenção foi notada e nenhuma endodontia ou tratamento para dor foi necessário. Após 24 meses um dente com coroa cimentada com fosfato de zinco apresentou cárie secundária. Durante os primeiros cinco meses após a cimentação ocorreu sensibilidade em 9 de 60 pacientes e envolveu 7 dentes com cimento de ionômero de vidro e 6 com fosfato de zinco, todos em coroas totais. Nenhuma diferença

estatística significativa ocorreu entre os grupos de cimento testados em qualquer período de observação ( $p > 0.1$ )

**EL-MOWAFY et al.**, em 1996, testaram os efeitos da variação do grau de expulsividade das paredes axiais e da altura dos preparos na retenção de coroas metalocerâmicas, cimentadas com o cimento de fosfato de zinco (Fleck's) e dois cimentos de resina com sistema adesivos (Scotchbond Multipurpose/ Resiment e All Bond 2/ All Bond Cement). Para testar as diferentes angulações, trinta e dois molares humanos tiveram suas raízes incluídas em resina acrílica e divididos em dois grupos com preparos feitos com broca em alta velocidade montada em aparelho especial, um grupo com angulação de  $12^\circ \pm 2^\circ$  e o outro grupo com  $35^\circ \pm 2^\circ$ , todos com 4 mm de altura e superfície oclusal plana. As coroas foram fundidas com liga de ouro (Olympia II) e jateadas com óxido de alumínio com 50  $\mu\text{m}$ . Os dois grupos foram subdivididos em 4 grupos de 8 amostras, onde dois grupos foram cimentados com cimento de fosfato de zinco e dois grupos com cimento de resina Resiment, sob carga estática de 5 kg por 10 minutos. Após armazenagem por 24 h a  $37^\circ\text{C}$  em água, foram submetidos a tração em máquina Instron com velocidade de 1 mm/min. Para cimentação com All Bond Cement, as coroas e os preparos do grupo do fosfato foram limpas para serem reutilizadas, e os procedimentos de cimentação e teste se deram da mesma forma que para os grupos anteriores. Para testar o efeito da variação da altura do preparo foram utilizados trinta e dois dentes molares incluídos em resina acrílica e divididos em dois grupos, os preparos foram realizados da mesma maneira que no primeiro teste com uma única angulação de  $12^\circ$  e com altura de 3 mm e 5 mm. As coroas foram fundidas e limpas como anteriormente e cimentadas com fosfato de zinco. Após o teste de

tração, as coroas e preparos foram limpos, divididos em quatro grupos de 8 amostras, recimentadas com os dois cimentos de resina e tracionadas. As superfícies das coroas e dos preparos foram analisadas após o tracionamento para determinar o tipo de falha do cimento. Concluíram que a retenção das coroas cimentadas com os dois tipos de cimentos resinosos foi significativamente maior do que as coroas cimentadas com fosfato de zinco independente da altura ou angulação do preparo. O cimento All Bond Cement produziu maior valores de retenção que o Resiment. Preparos com 35° cimentados com All Bond Cement tiveram maior retenção do que com 12° com fosfato de zinco. Assim como os preparos com 3 mm de altura com All Bond Cement tiveram maior retenção do que coroas cimentadas com fosfato de zinco. Fratura coesiva de dentina apareceu em 25% a 37,5% das fundições cimentadas com ambos cimentos de resina, esse tipo de falha não aconteceu com o cimento de fosfato de zinco, que falhou predominantemente de foram adesiva ou mista.

**AYAD et al.**, em 1997, compararam a influência da rugosidade da superfície de dentina humana preparada com três tipos de brocas (ponta diamantada, brocas para polimento de carbetto ou broca picotada de carbetto de tungstênio) na retenção de coroas totais metálicas cimentadas com cimentos de fosfato de zinco (Fleck's), cimento de ionômero de vidro (Ketac Cem Aplicap) e cimento de resina (Panavia EX). Noventa molares extraídos foram armazenados em água destilada a temperatura ambiente (23°C). Os dentes foram incluídos em resina epóxica e preparados para coroas totais com pontas fixadas em um aparelho para padronização dos preparos com diâmetro cervical 8 mm, altura 3,5 mm, expulsividade 4,6 ° com término cervical em chanfro. Após a moldagem com silicona, obteve-se troquel onde confeccionou-se padrão de cera que foi incluído. As

coroas foram fundidas com liga de ouro tipo III (Neyoro B2), limpas com óxido de alumínio de 50µm e cimentadas sob aplicação de carga estática de 9 Kg. Após foram armazenadas durante 24 h em água a 37°C para posteriormente serem cicladas por 1500 ciclos entre 5°C e 55° C. O teste de remoção por tração foi realizado em máquina Instron com velocidade de 0,5 mm/min. As brocas de carbeto de tungstênio picotadas e as pontas diamantadas apresentaram os maiores valores de resistência retentiva (Newtons) sendo estas diferenças significativas com o cimento de fosfato de zinco. Neste caso as brocas de carbeto de tungstênio picotadas foram superiores às pontas diamantadas e as brocas de carbeto para polimento, que foram similares entre si. O cimento Panavia EX foi significativamente mais resistente que o cimento de fosfato de zinco em todas as situações e superiores 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 carbeto de tungstênio para polimento.

**VALLITU & FORSS**, em 1997, avaliaram a influência de 3 tratamentos superficiais em uma liga para metalocerâmica, sobre resistência de união ao cisalhamento de 2 cimentos de ionômero de vidro. Foram preparados 30 corpos-de-prova de liga de ouro/paládio LM-Ceragold com 7 x7 x 1,5 mm, sendo as superfícies metálicas, divididas em 3 grupos de 10 e 6 subgrupos de 5, submetidas aos seguintes tratamentos: 1- desgaste com ponta diamantada de granulação média; 2- jateamento com óxido de alumínio de 50 µm; e 3- desgaste com pedra de carbeto de silício nº 602-040 em micromotor. Os cimentos de ionômero de vidro utilizados foram o convencional Fuji II e o modificado por resina Vitremer, que foram injetados em um tubo que proporcionou uma superfície de contato

com 5 mm de diâmetro com o metal tratado. A amostra ficou armazenada durante 10 dias em água a 37°C, até ser testada em um mecanismo de 3 pontos em máquina de testes com velocidade de 120 mm/min. Com a ponta diamantada, a resistência de união (newtons) do cimento de ionômero de vidro modificado por resina (64,1) foi estatisticamente superior a do cimento de ionômero convencional (18,4). Já com a pedra de carbeto de silício, a resistência de união do cimento de ionômero de vidro convencional (44,2) foi estatisticamente superior a do cimento de ionômero de vidro modificado por resina (36,1) e com jato de óxido de alumínio, novamente a resistência de união do cimento de ionômero de vidro modificado por resina (150,9) foi estatisticamente superior a do cimento de ionômero de vidro convencional (89,5). As falhas foram todas adesivas nos tratamentos com ponta diamantada e pedra de carbeto de silício, ocorrendo uma predominância de falhas coesivas com o nato de óxido de alumínio foi superior aos demais tratamentos com os 2 cimentos de ionômero de vidro utilizados.

MILAN, em 1997, estudou o ajuste cervical de coroas totais fundidas com dois tipos de ligas metálicas (prata/paládio ou paládio/prata), três tipos de fonte de calor para fundição (maçarico acetileno/oxigênio e/ou gás/oxigênio ou resistência elétrica), sobre troquéis torneados em aço inoxidável com três tipos de término cervical (ombro reto, ombro biselado 20° ou chanfro 45°). Os troquéis de aço inoxidável foram confeccionados em torno mecânico e os padrões de cera para fundição foram feitos pela técnica direta e incluídos em revestimento. Os cilindros de revestimento foram aquecidos lentamente a 300°C e mantidos nesta temperatura por 60 minutos, quando foram aquecidos a 900°C, onde permaneceram por mais 60 minutos. Combinou-se os tipos de fonte de calor, tipos de

término com as ligas PALLIAG-M ou PORS-ON 4 para obtenção das coroas que foram assentadas nos troquéis sob carga estática de 9 Kg. As leituras das interfaces troquel/coróa foram realizadas em microscópio comparador. A liga de prata-paládio (PALLIAG -M) apresentou o melhor ajuste cervical, estatisticamente diferente da liga de paládio-prata (PORS ON 4). As fontes de calor gás/oxigênio e resistência elétrica proporcionaram resultados similares entre si e superiores a fonte acetileno/oxigênio que proporcionou os maiores desajustes. O término cervical em ombro reto também apresentou o melhor ajuste cervical, sendo estatisticamente diferente do ombro biselado 20° e do chanfro que foram similares entre si.

**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 F21 autopolimerizável e o compômero Dyract Cem com ou sem adesivo Prime e Bond 2.0, polimerizado ou não, na porção interna das coroas. Foram usados 50 molares e prémolares extraídos, com as raízes embutidas em gesso reforçado com resina e os preparos confeccionados com pontas diamantadas de granulação 30 e 125 µm em um dispositivo de preparo paralelo de maneira que os mesmos tivessem 5 ° de expulsividade e 3 mm de altura. Relacionou-se a carga registrada para o deslocamento das coroas e a área do preparo, sendo que esta foi calculada através da adaptação de lâminas de estanho e determinação dos pesos das mesmas. Os padrões de cera foram confeccionados pelo método direto sobre modelos de gesso obtidos a partir de moldes feitos com silicona Reprisil, incluídos em revestimento e a fundição realizada com liga de ouro Degunorm. Após, as coroas foram

limpas com jato de areia de 150 µm e divididas em 5 grupos de 10, fixadas com carga de 30 kg e armazenadas em água a 37°C durante 7 dias para posteriormente serem tracionadas na máquina de remoção com velocidade de 1 mm/min. As resistências retentivas (N/mm<sup>2</sup>) 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 F21(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.

**PRATES**, em 1999, analisou a resistência à remoção por tração, de coroas totais fundidas fixadas sobre preparos em dentina humana e núcleos metálicos com 4 tipos de agentes de fixação. Foram usados 28 molares humanos, inferiores e recém-extraídos que após a confecção de um orifício retentivo tiveram suas raízes foram incluídas em tubos de PVC com resina acrílica ativada quimicamente. Foram realizados preparos para coroas totais nas porções coronárias com ponta diamantada n° 4103, sob refrigeração, em torno mecânico com expulsividade de 8°, os quais foram reproduzidos em liga Pratalloy (Degussa), através da técnica de fundição. Após a limpeza desses núcleos metálicos com jato de óxido de alumínio, os preparos foram moldados com silicona por adição Express (3M), sendo o enceramento dos padrões realizados em troquéis de gesso tipo IV Vel Mix (Kerr). As 56 coroas totais, com uma alça suporte oclusal, foram confeccionadas em liga paládio-prata Pors On 4 (Degussa), através da 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 (Vitremer – 3M); e, resinoso com adesivo (Cimento de Resina com Scotchbond Multi-Use 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  $5 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $55 \pm 2^\circ\text{C}$  e posteriormente aos ensaios de remoção por tração, em máquina Instron, com velocidade de 1 mm/min. Os resultados mostraram que em dentina o cimento de resina obteve o maior média em Kgf, diferente estatisticamente dos cimentos de fosfato de zinco, ionômero convencional e ionômero modificado, sendo que os cimentos de ionômero convencional e modificado foram estatisticamente semelhantes entre si e superiores ao cimento de fosfato de zinco. Em núcleos metálicos, os cimento de ionômero de vidro convencional e modificado por resina foram similares entre si, o mesmo ocorrendo para os cimentos de ionômero de vidro modificado por resina e cimento de resina, enquanto o cimento de ionômero de vidro convencional foi superior aos cimentos de resina e de fosfato de zinco. A resistência retentiva dos agentes de fixação em núcleo foi significativamente maior do que as resistências dos cimentos em dentina humana.

**TUNTIPRAWON**, em 1999, avaliou a resistência retentiva e o assentamento de coroas totais fundidas fixadas com três cimentos dentários em dentes preparados com pontas diamantadas com 2 granulações diferentes. 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 dos 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 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 três subgrupos e 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 hora de armazenagem em água a 37°C, em máquina Lloyd, com velocidade de 2 mm/min. A carga para remoção foi registrada em newtons e os resultados indicaram maior resistência para o cimento resinoso sobre dentes preparados com ponta diamantada de 120  $\mu\text{m}$  (652,19 N), seguido pelo mesmo cimento sobre dentes preparados com ponta diamantada de 50  $\mu\text{m}$ . nesta mesma ordem, o cimento de ionômero de vidro (547,28 e 482,04 N) e de fosfato de zinco (433,43 e 348,98 N) apresentaram resistências estatisticamente diferentes entre si e inferiores as do cimento resinoso. O cimento de ionômero 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.

**CHRISTENSEN**, em 2000, relata vários aspectos importantes em relação a procedimentos para realização de preparos para coroas totais e próteses fixas e que esses continuam a aumentar em Odontologia mesmo com o passar dos anos, mas o conceito de preparo do dente para coroas totais não mudou. Ressaltou o aspecto dos cimentos terem evoluídos com o passar dos anos apesar dos chamados cimentos convencionais, como fosfato de zinco, policarboxilato e cimento de ionômero de vidro ainda serem usados por alguns dentistas, os quais já estão sendo rapidamente substituído pelos ionômeros híbridos (Fuji Plus, GC America; Pro Tec Cem, Ivoclar – Vivadent; e o Rely X Luting e o Vitremer Luting Cement da 3M). Os cimentos a base de resina tem se tornado mais populares na rotina para cimentação em prótese fixa (exemplares como Panavia 21 e Panavia F, J. Morita; Rely X 3M). Ambos cimentos de resina e ionômero híbrido tem demonstrado serem mais fortes do que os cimentos convencionais quando o teste para avaliação é a resistência à remoção por tração. A maior resistência e propriedades retentivas desse cimento sobre os cimentos convencionais tornaram a confecção do preparo mais fácil e os dentes podem hoje ser tratados conservadoramente com pequenas restaurações devido a maior resistência dos cimentos atuais, incluindo ionômeros híbridos e cimentos de resina.

**FREITAS**, em 2000, avaliou a resistência à tração da união de dois tipos de ligas metálicas (Litecast B e Pors On 4) fixadas com fosfato de zinco (SSWHITE), ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer/3M) ou cimento de resina (3M) em dentina humana tratada sob três condições (condicionada por 10 segundos com ácido fosfórico 35%, ácido poliacrílico 25% e não condicionada). Noventa molares humanos foram incluídos em resina acrílica e desgastados com lixas d'água de granulação nº 120,

320 e 600 até aproximadamente 2 mm aquém da junção amelo-dentinária. Quarenta e cinco corpos-de-prova com 6 mm de diâmetro por 7 mm de altura foram confeccionados com ligas de níquel cromo (Litecast B) e paládio-prata (Pors On 4). Quinze corpos-de-prova de cada liga foram fixadas com cada tipo de cimento. Sendo 5 corpos-de-prova para cada um dos três tipos de tratamento dentinário. Após a fixação das coroas, todos os corpos-de-prova foram armazenados a 37°C por 24 horas e posteriormente submetidos ao ensaio de remoção por tração em máquina de ensaio universal Instron a velocidade de 0,5 mm/min. Para a liga Pors On 4 o cimento de resina apresentou valores de resistência à remoção por tração, estatisticamente superiores ao cimento de ionômero de vidro modificado e de fosfato de zinco para as três condições de tratamento da dentina. O cimento de ionômero de vidro modificado por resina apresentou valores estatisticamente superiores ao de fosfato de zinco, para a dentina condicionada com ácido fosfórico 35% e ácido poliacrílico 25%. Nenhuma diferença estatística foi encontrada entre o cimento de ionômero de vidro modificado por resina e fosfato de zinco para a superfície não condicionada. Para a liga Litecast B, o cimento de resina apresentou valores de remoção por tração estatisticamente superiores aos cimentos de fosfato de zinco e de ionômero para a dentina condicionada com ácido fosfórico 35% e poliacrílico 25%. O cimento de fosfato de zinco foi superior ao de resina para a dentina não condicionada. Nenhuma diferença foi observada entre o cimento de fosfato de zinco e de ionômero de vidro para as três condições da dentina e entre o cimento de ionômero de vidro e de resina para a dentina não condicionada. A liga Pors On 4 foi estatisticamente superior a liga Litecast B para todos os cimentos e tratamento de dentina em relação aos valores de resistência à remoção por tração.

### **3 - PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de três tipos de agentes de cimentação (Fosfato de Zinco, Ionômero de Vidro Modificado por Resina e Cimento de Resina) na resistência à remoção por tração de coroas totais metálicas confeccionadas com liga de Ni-Cr, cimentadas em preparos confeccionados em dentes bovinos, com três diferentes tipos de término cervical (ombro biselado, ombro reto e chanfro 45°), analisando o tipo de falha ocorrida na interface coroa-preparo.

## 4 - MATERIAIS E MÉTODO

### 4.1 – MATERIAIS

O nome comercial dos materiais utilizados neste estudo e os respectivos fabricantes estão listados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Nome comercial e fabricantes dos materiais.

NOME COMERCIAL	FABRICANTE
3M Scotchbond Cimento Resinoso	3M (Divisão Dental)
3M Vitremer Ionômero de Vidro para Cimentação	3M (Divisão Dental)
Cimento de Fosfato de Zinco (SS WHITE)	SS White
Verabond II Liga metálica níquel-cromo	Aalba Dent

## 4.2 - MÉTODO

### 4.2.1 - CONFECÇÃO DOS PREPAROS

Foram selecionados 72 dentes incisivos inferiores bovinos, hígidos, recém-extraídos, limpos e armazenados em solução fisiológica de cloreto de sódio a 0,9% (Halex Istar) à temperatura de 5°C até serem usados. Após a limpeza dos dentes com pasta de água e pedra pomes (SS White) e escova tipo Robinson, foram feitas retenções mecânicas nas raízes, com disco de carboneto de silício montado em mandril e peça-de-mão e estas foram incluídas em resina epóxica (Buehler) contida em tubos de PVC rígido (Tigre) de 20 mm de diâmetro por 30 mm de altura, até uma distância de aproximadamente 2 mm aquém da junção amelo-cementária, de modo que o longo eixo do dente ficasse paralelo ao longo eixo do tubo. Após a polimerização da resina o tubo de PVC foi removido e o conjunto dente-base de resina foi adaptado ao torno mecânico (Nardini 300 III) e os preparos foram realizados sob refrigeração, com pontas diamantadas n°4103 (Fava) em alta velocidade rotação, com turbina RS (Dabi Atlante). Os preparos para coroas totais foram construídos com expulsividade de 10°C para oclusal, sendo os diâmetros cervical com 7 mm e da face oclusal com 6 mm. Os terminos cervicais com 1 mm de largura foram em ombro reto de 90°, ombro biselado em 20° e ombro chanfrado em 45° (Figura 4.1). As medidas foram conferidas com um paquímetro (ME-Ba, Zagreb, Iugoslávia) com precisão de 0,01 mm, objetivando a padronização de todos os preparos. Foram obtidos 24 preparos para cada tipo de término cervical.

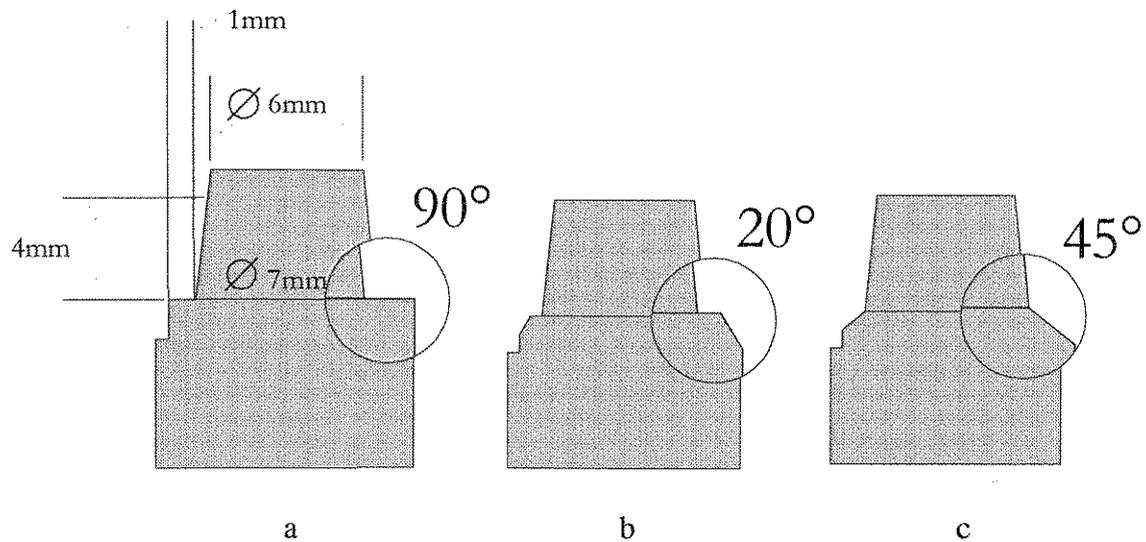


Figura 4.1 – Desenho esquemático das dimensões dos preparos: a – ombro reto; b – ombro biselado em 20°; c – ombro chanfrado em 45°.

## 4.2.2 - TÉCNICA DE FUNDIÇÃO

### 4.2.2.1 - Confeção dos padrões de cera

Para que os padrões de cera usados na fundição ficassem com espessura similar, foi utilizada uma matriz metálica cilíndrica, que se adaptava ao redor do preparo. Os preparos e a matriz cilíndrica foram lubrificados com vaselina líquida, em seguida, a cera foi liquefeita através da utilização do aparelho modelador de cera Waxtip (Degussa) regulado a  $75 \pm 5^\circ$ , foi vertida no interior da matriz, através de uma abertura na parte superior. Posteriormente, o conjunto matriz cilíndrica-troquel foi invertido e sobre ele colocado uma placa de vidro e um peso metálico de 500 gramas, por 5 minutos, com a finalidade de comprimir a cera e compensar a contração durante o esfriamento. Logo após o

endurecimento, o excesso de cera foi removido da parte superior da matriz cilíndrica metálica com espátula cortante antes de ser retirada. Um número foi gravado no padrão-de-cera e no cilindro de resina correspondente, e uma alça em cera foi confeccionada na porção superior do padrão (Figura 4.2). No ângulo formado pela borda das faces lateral e oclusal do padrão de cera foi configurado o pino formador do conduto de alimentação, com fio de cera de 1,6 mm de diâmetro, com inclinação de 45 °. 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 à temperatura ambiente. Em seguida, a base formadora de cadinho foi adaptada ao anel de silicone (Fenix Tech Inc., USA) para inclusão do padrão de cera, em revestimento

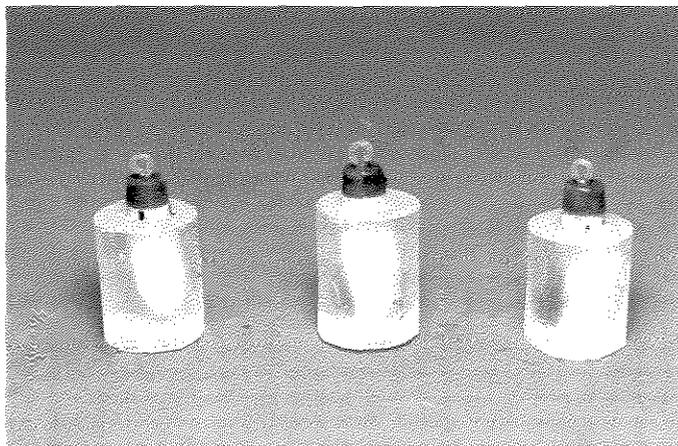


Figura 4.2 – Padrões-de-cera sobre os preparos, antes da inclusão.

#### 4.2.2.2 – Inclusão do padrão

O padrão de cera foi incluído em revestimento aglutinado por fosfato de amônia e magnésio Termocast (Polidental), proporcionado na relação 16 ml do líquido próprio do revestimento para 100 gramas do pó, de acordo com as instruções do fabricante, espatulado mecanicamente a vácuo no aparelho Vacomatic (Dental Precisa), pelo tempo de 60 segundos e vertido manualmente nos anéis de silicone, sob vibração mecânica. 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).

#### 4.2.2.3- Aquecimento do revestimento

O aquecimento para evaporação da cera, desidratação e expansão térmica do revestimento foi feito de acordo com as instruções do fabricante, ou seja, aquecido previamente a 300 °C (15 °C por minuto) e mantidos nesta temperatura por um período de 60 minutos, quando a temperatura foi elevada para 900 °C (50° C por minuto), num tempo total de 1 hora e 38 minutos.

#### 4.2.2.4 - Obtenção das coroas fundidas

Posteriormente, foi realizada a fusão da liga à base de Ni - Cr (Verabond II, USA) com a fonte de calor gás/oxigênio e a injeção da liga liquefeita com máquina centrífuga (City Máquinas). Uma vez removidos da máquina de fundição, o esfriamento dos cilindros ocorreu sobre bancada, até atingir a temperatura ambiente. Após desinclusão da peça fundida, o conduto de alimentação foi removido com disco de carboneto de silício

(Dentorium - Labordental) e as fundições submetidas a jato de ar com óxido de alumínio de granulação 50 µm, em um jateador Oxy Dry (Manfredi) por três minutos, com 4,1 kg de pressão, a fim de eliminar os resíduos do revestimento. As coroas (Figura 4.3) foram submetidas ao acabamento superficial externo efetuado com pedra de Arkansas.

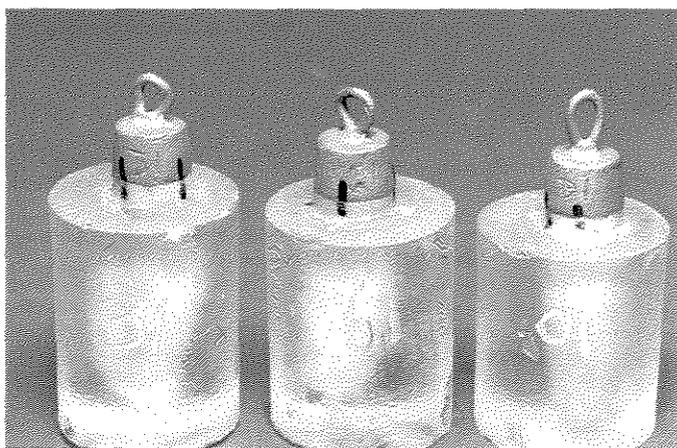


Figura 4.3 – Coroas totais fundidas, assentadas sobre os preparos.

#### 4.2.3- CIMENTAÇÃO E CICLAGEM TÉRMICA

Os 72 conjuntos coroas metálica-preparo foram divididos em três grupos principais correspondentes aos três tipos de término cervical com 24 corpos-de-prova cada. Para cada um desses grupos foi feita a subdivisão de 8 elementos para cada tipo de cimento. As amostras foram enumeradas de acordo com a Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Subdivisão dos corpos-de-prova para cada tipo de cimento

CIMENTO	OMBRO BISELADO	OMBRO RETO	CHANFRO 45°
Vitremer	01-08	31-38	61-68
Fosfato de Zinco	11-18	41-48	71-78
Cimento de Resina	21-28	51-58	81-88

Antes da cimentação, todos os preparos foram limpos com pasta de água e pedra-pomes e escova Robinson (ABOUSH & JENKINS, 1986). A manipulação dos agentes de fixação foi efetuada de acordo com as recomendações dos fabricantes (Apêndice) e a cimentação foi realizada em ambiente de temperatura e umidade controladas ( $23 \pm 1^\circ \text{C}$  e  $50 \pm 1 \%$ ). Para a fixação das coroas aos preparos foi utilizada prensa pneumática (Figura 4.4), desenvolvida na Disciplina de Materiais Dentários da FOP/UNICAMP, com carga estática de 9 kg aplicada axialmente sobre a superfície oclusal das coroas metálicas, durante 10 minutos (GRIEVE 1969, HEMBREE & COOPER, 1979).

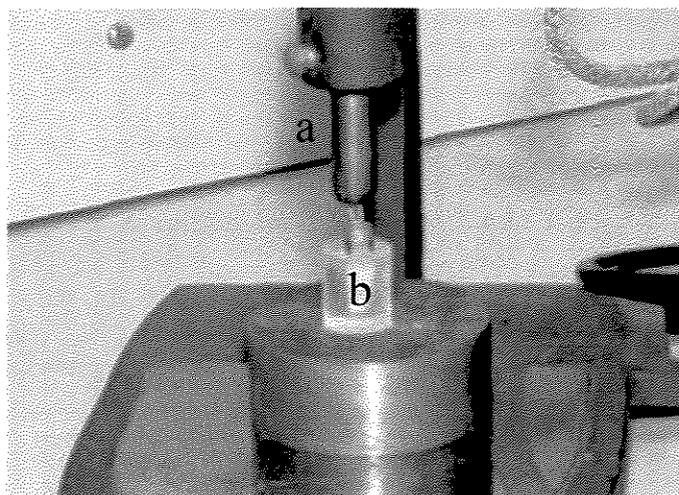


Figura 4.4 – Fixação da coroa ao preparo: a) Pistão da prensa pneumática,  
b)Corpo-de-prova.

Após fixação, as amostras foram armazenadas por 24 horas em estufa a  $37^\circ \text{C}$  e 100 % de umidade relativa, quando foram submetidas à ciclagem térmica com 500 ciclos na máquina MCT 2 (AMM Instrumental) (Figura 4.5), em água a  $5^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$  e  $55^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$  (ISO TR 11405), por 1 minuto em cada temperatura de banho. Os corpos-de-prova

permaneceram armazenados em estufa (37 °C e 100 % de umidade relativa) durante os intervalos de ciclagem.

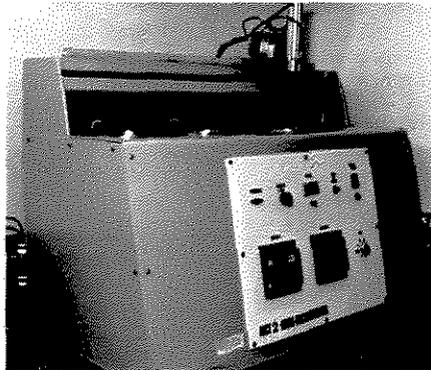


Figura 4.5 – Máquina de ciclagem térmica (MCT2 – MM Instrumental).

#### 4.2.4 – ENSAIO DE TRAÇÃO

Os ensaios de tração foram realizados em máquina de ensaio universal Instron 4411, com velocidade de 1 mm/min (Figura 4.6) até que ocorresse a remoção das coroas dos preparos e os resultados registrados em kgf. Após o ensaio, todas as coroas e as superfícies dos preparos foram avaliadas com lupa estereoscópica (Carl Zeiss), com aumento de 64 vezes, para classificação do tipo de falha característica de cada grupo.



Figura 4.6 – Ensaio de remoção, por tração, em máquina Instron.

## 5 - RESULTADOS

As Tabelas e Figuras a seguir fornecem os valores em quilogramas força (kgf) da resistência à remoção por tração de coroas totais metálicas, submetidos à análise de variância com esquema fatorial e ao teste de Tukey em nível de 5 % de probabilidade. Na Tabela 5.1 e na Figura 5.1 são apresentados as médias dos valores das coroas metálicas fixadas com os diferentes agentes. Os dados demonstram que todos os agentes de fixação, independente do término cervical, mostraram valores com diferença estatística significativa, sendo que o cimento de resina apresentou a maior média de valores de resistência (24,97 kgf), seguido pelo cimento de fosfato de zinco (13,35 kgf). O cimento de ionômero de vidro modificado por resina obteve a menor média de valores de resistência à remoção por tração (10,16 kgf).

Tabela 5.1 – Média dos valores da resistência à remoção por tração (kgf) das coroas totais metálicas fixadas com os diferentes agentes de fixação, independente do término cervical.

Cimentos	Médias	5 %
Resinoso	24,97 (7,23)	a
Fosfato	13,35 (2,70)	b
Ionômero mod.	10,16 (3,58)	c

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Desvio Padrão entre parênteses.

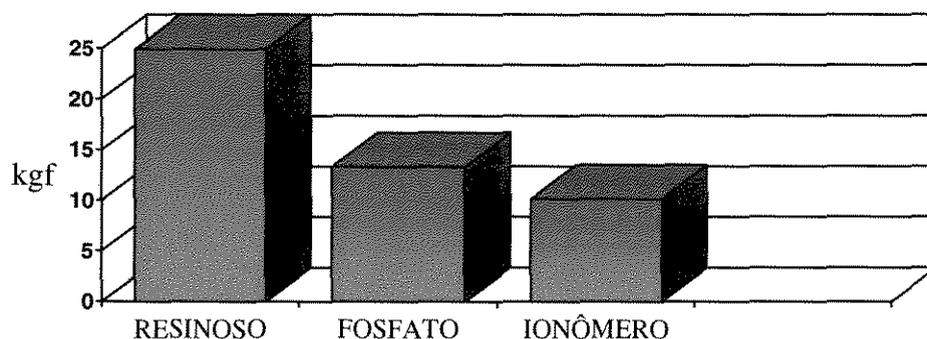


Figura 5.1 – Ilustração gráfica da média dos valores (kgf) da resistência à remoção por tração das coroas totais metálicas fixadas com os diferentes agentes de cimentação, independente do término cervical.

Na Tabela 5.2 e na Figura 5.2 são demonstradas as médias dos valores da resistência à remoção por tração para os termos em relação ao fator cimento. Dentro do fator cimento não houve diferença estatística significativa entre os três tipos de termos analisados.

Tabela 5.2 – Médias dos valores da resistência à remoção por tração para cada tipo de término da remoção por tração das coroas metálicas fixadas em dentina para o fator cimentos.

CIMENTOS						
Término	Resinoso		Fosfato		Ion. mod. por resina	
	Média	5%	Média	5%	Média	5%
Ombro bisel.	23,76 (4,88)	a	11,85 (2,48)	a	11,45 (3,82)	a
Ombro reto	28,44 (9,25)	a	15,28 (2,78)	a	9,78 (2,58)	a
Chanfro	22,88 (6,27)	a	13,04 (1,78)	a	9,30 (4,25)	a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Desvio padrão entre parênteses.

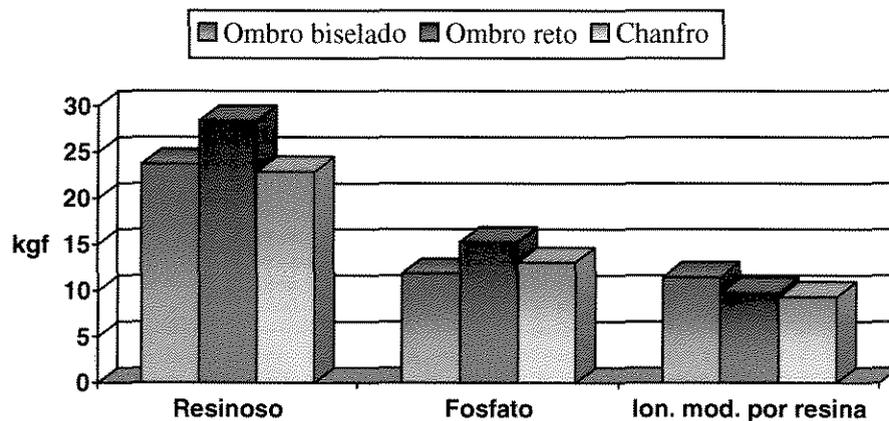


Figura 5.2 – Ilustração gráfica da resistência à remoção por tração (kgf) das coroas totais fixadas nos preparos dentro do fator cimento em função dos términos.

Na Tabela 5.3 e na Figura 5.3 são apresentados os valores de fixação obtidos em função dos diferentes tipos de término cervical do preparo A média de valores de resistência à remoção por tração para o ombro biselado foi de 15,21 kgf, para o ombro reto de 17,0 kgf e para o chanfro 14,55 kgf. Esses dados demonstram que não houve diferença estatística significativa para os diferentes términos analisados, independentemente do tipo de cimento utilizado.

Tabela 5.3 – Médias dos valores da resistência (kgf) à remoção por tração das coroas totais fixadas nos três diferentes tipos de término cervical, independente dos cimentos.

Término	Médias	5 %
Ombro reto	17,00 (9,90)	a
Ombro biselado	15,21 (6,90)	a
Chanfro	14,55 (7,27)	a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Desvio Padrão entre parênteses.

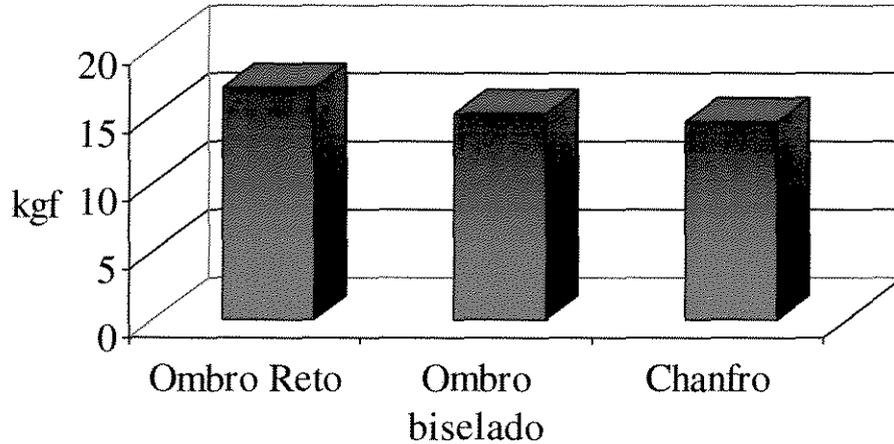


Figura 5.3 – Ilustração gráfica das médias dos valores (kgf) da remoção por tração das coroas metálicas fixadas em dentina com preparo nos três diferentes tipos de término cervical, independente dos cimentos.

Na Tabela 5.4 e na Figura 5.4 são demonstradas as médias dos valores da resistência à remoção por tração dos cimentos em relação ao fator término cervical. Dentro do fator ombro biselado, o cimento de resina apresentou a maior média de valores de resistência (23,76 kgf) diferindo estatisticamente dos cimentos de fosfato zinco e ionômero modificado por resina, ambos sem diferença estatística significativa entre si. Para ombro reto, todos os cimentos mostraram valores com diferença estatística significativa, sendo que as médias dos valores de resistência à remoção por tração foram 28,44 kgf para o cimento de resina, 15,28 kgf para o fosfato e 11,45 kgf para o cimento ionomérico modificado por resina. No término chanfro o cimento de resina apresentou a maior média de valores de resistência (22,88 kgf), com diferença estatística significativa quando comparado aos demais cimentos, com valores sem diferença significativa.

Tabela 5.4 – Médias dos valores da resistência à remoção por tração (kgf) das coroas totais fixadas nos preparos, dentro do fator término cervical ombro biselado, ombro reto e chanfro.

TÉRMINOS						
Cimentos	Ombro Biselado		Ombro Reto		Chanfro	
	Média	5%	Média	5%	Média	5%
Resinoso	23,76 (4,88)	a	28,44 (9,25)	a	22,88 (6,27)	a
Fosfato	11,85 (2,48)	b	15,28 (2,78)	b	13,04 (1,78)	b
Ion mod. por resina	11,45 (3,82)	b	11,45 (2,58)	c	9,30 (4,25)	b

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Desvio Padrão entre parênteses.

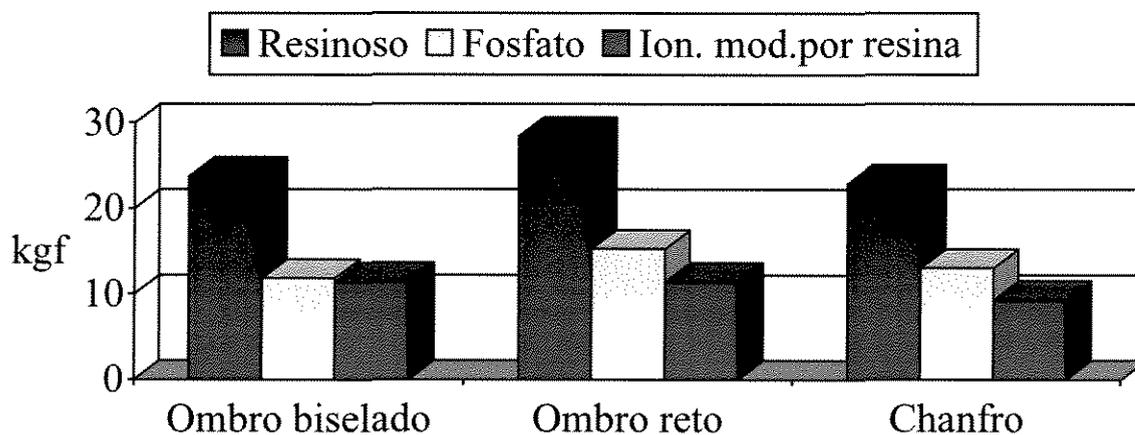


Figura 5.4 – Ilustração gráfica das médias dos valores dos cimentos para remoção por tração das coroas fixadas para o fator término ombro biselado, ombro reto e chanfro.

Na Tabela 5.5 são apresentados os tipos predominantes de falhas para cada agente de cimentação. Houve predominância da falha mista (adesiva e coesiva no cimento) para os cimentos de fosfato de zinco e de resina, e dos tipos adesiva (cimento/preparo) e mista (coesiva e adesiva do cimento) para o cimento de ionômero de vidro modificado por resina.

Tabela 5.5 – Tipo de falhas predominantes:

CIMENTOS	MISTA	ADESIVA	COESIVA
Fosfato de Zinco	26	03	01
Cimento de Ionômero de Vidro Modificado por Resina	12	13	03
Cimento Resinoso com Sistema adesivo	22	05	03

A: Falha adesiva cimento/preparo; C: Falha coesiva (dentina); M: Falha mista (adesiva e coesiva no cimento).

Nas Figuras 5.5, 5.6 e 5.7 são ilustradas as falhas predominantes ocorridas nos corpos-de-prova após o teste de tração.

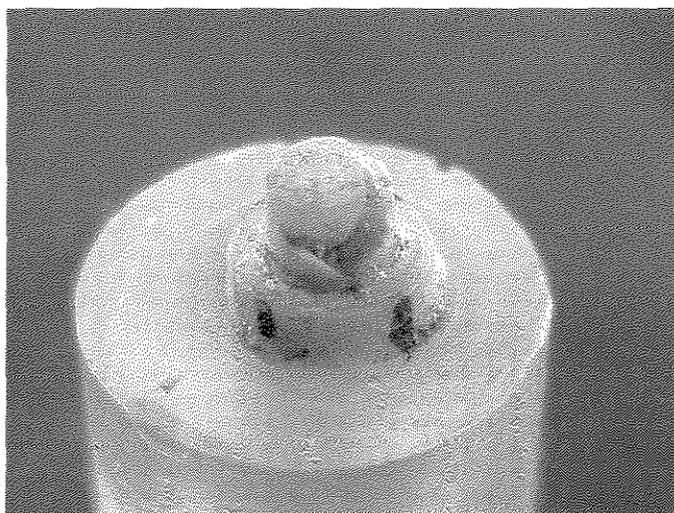


Figura 5.5- Corpo-de-prova apresentando falha coesiva em dentina.

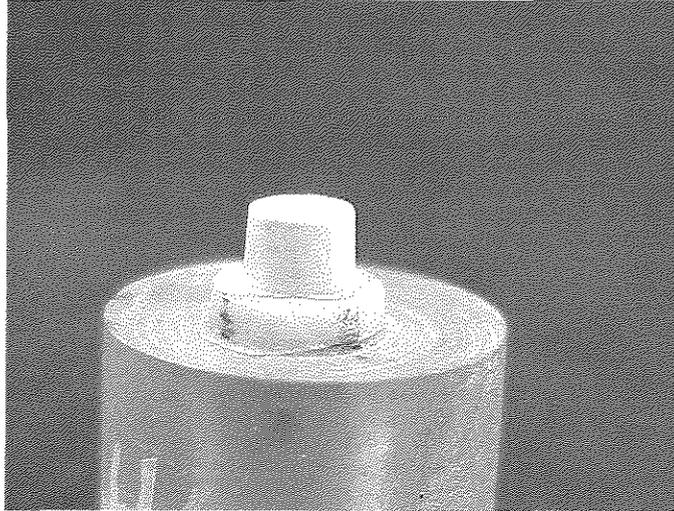


Figura 5.6– Corpo-de-prova apresentando falha adesiva (cimento/preparo).

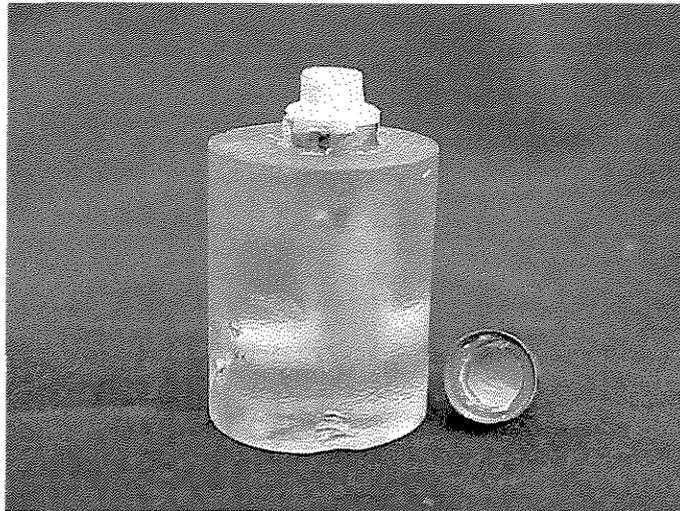


Figura 5.7 – Corpo-de-prova apresentando falha mista (adesiva e coesiva do cimento).

## 6 – DISCUSSÃO

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE

A escolha do agente de fixação é um dos fatores mais importantes para cimentação de coroas totais metálicas.

No estudo da fixação pelos cimentos (EL-MOWAFY et al., 1996; VERMYLEA, et al. 1983; TJAN & LI, 1992; GORODOVSKY & ZIDAN, 1992; JORGENSEN & HOLST, 1967), alguns trabalhos relacionam os diferentes graus de expulsividade dos preparos (CHAN et al. 1986, OHM & SILNESS, 1978; EAMES et al., 1978; JORGENSEN, 1960), diferentes tratamentos das superfícies que serão unidas (ADY & FAIRHURST, 1973; ABOUSH & JENKINS, 1987; GALUN et al., 1994; TREVIZAN et al., 1991; FREITAS, 2000) e o tipo de alívio interno utilizado (INES, 1975; HEMBRE & COOPER, 1979; VERMYLEA et al. 1983). A mensuração da adaptação cervical relacionada com os diferentes tipos de terminos marginais pode ser analisada independente do fator cimento (HUNG et al., 1993, MILAN et al., 1997) ou não (EAMES et al., 1978).

Atualmente existem cinco grupos de fixadores de composição química diferente disponíveis no mercado (fosfato de zinco, policarboxilato de zinco, ionômero de vidro convencional, ionômero de vidro modificado por resina e cimento de resina/sistema adesivo). Nesse estudo, foi avaliada a influência de agentes de fixação e de tipos de configuração marginal de preparos, na resistência à remoção por tração de coroas totais metálicas.

Assim, quando consideramos o fator agente de cimentação, independente do tipo de término cervical (Tabela 5.1 e Figura 5.1), verificamos que todos os cimentos

apresentaram valores com diferença estatística significativa. O cimento de resina obteve a maior média de resistência à remoção por tração, seguido dos cimentos de fosfato de zinco (SSWHITE) e cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremmer 3M). Os valores superiores de resistência à remoção por tração do cimento de resina, em relação a outros grupos de cimentos, apesar da não correspondência de valores, estão de acordo com trabalhos de AYAD et al. (1997), EL-MOWAFY et al. (1996), TJAN & LI (1992), BRUKL et al. (1985), que encontraram melhor desempenho para os cimentos resinosos em relação ao cimento de fosfato de zinco, e com dados de GORODOVSKY & ZIDAN (1992), TUNTIPRAWON (1999), PRATES (1999) e FREITAS (1999), que relataram melhor desempenho para os cimentos de resina em relação aos cimentos de fosfato de zinco e de ionômero de vidro. De acordo com os autores, alguns fatores que mais influenciaram na retenção foram seleção da broca para confecção dos preparos, seleção do agente de fixação com melhores propriedades compressivas, mecânicas e de adesão (união físico-química).

Portanto, a possível responsável pelos maiores valores de resistência à tração dos agentes de fixação resinosos foi a formação da camada híbrida após o condicionamento da dentina com ácido fosfórico 37%, seguida pela penetração, interdifusão e polimerização do adesivo Scotchbond (3M), semelhante à inicialmente descrita por NAKABAYASHY (1992) e posteriormente por VAN MEERBEEK et al. (1993).

Entretanto, os resultados deste trabalho discordam daqueles de ABELSON (1980), CHAN et al. (1986) e ERNST et al. (1998), onde os cimentos resinosos tiveram um desempenho adverso; isso pode ser atribuído a diferença na metodologia desses trabalhos, que não realizaram a técnica adesiva completa, isto é, condicionamento ácido da dentina e formação da camada híbrida, condição que pode ter enfraquecido a união do cimento.

O cimento de fosfato de zinco (SSWHITE), em nosso estudo, apresentou valores estatisticamente inferiores ao cimento de resina (3M), e superiores ao cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremmer 3M) ( $p < 0,05$ ). A superioridade retentiva do cimento de fosfato de zinco em relação ao cimento de ionômero de vidro também foi verificada por JUNTAVEE & MILLSTEIN (1992) que atribuíram os melhores resultados do cimento de fosfato de zinco à sua habilidade em umedecer a superfície a qual é aplicado, devido a sua baixa tensão superficial, baixa viscosidade e excelente fluidez, acrescido da presença do ácido fosfórico que pode contribuir para retenção promovendo uma “limpeza” que seria de certa forma um condicionamento que agiria aumentando a área de superfície efetiva. OILO & JORGENSEN (1978), verificaram que o cimento de fosfato de zinco é mais retentivo em superfícies rugosas do que em lisas, o que comprova que esse material se adere por união mecânica (ANUSAVICE, 1996)

Entretanto, estudos de OMAR (1988), AYAD et al. (1997), TUNTIPRAWON (1999), demonstraram a superioridade dos cimentos de ionômero de vidro em relação ao cimento de fosfato de zinco enquanto que a similaridade entre esses materiais foi mostrada por GORODOVSKY & ZIDAN (1992) e KERN et al. (1996).

O cimento de ionômero de vidro modificado por resina utilizado para cimentação neste estudo, baseia-se na química do ionômero de vidro modificado para restauração, porém não é fotopolimerizável. Duas reações de presa acontecem no sistema, a reação ácido-base entre o vidro de silicato de flúor-alumínio e o ácido poliacarboxílico (que acontece em ionômeros convencionais) e a polimerização por radicais livres de grupos metacrilatos pendentes do polímero e HEMA (2-hidroxiethylmetacrilato). A reação de

polimerização por radicais livres acontece sem a necessidade de ativação por luz, devido a presença de persulfato de potássio e ácido ascórbico micro-encapsulados. Os baixos valores de resistência à remoção por tração desse material, que foram inferiores aos valores do cimento de fosfato de zinco, sugerem que talvez a reação de presa do componente monomérico não tenha ocorrido de maneira suficiente. Além disso, as propriedades adesivas fornecidas pela reação ácido-base dos ionômeros convencionais é menor nos casos dos ionômeros modificados por resina, por ser um material híbrido que apresenta parte menor do componente ionomérico. Porém, o trabalho de VALLITU & FORSS (1997) demonstraram maiores valores de resistência ao cisalhamento para o cimento de ionômero modificado por resina em relação ao cimento ionômero convencional, enquanto OMAR (1988) e PRATES (1999) demonstraram a similaridade de resistência à tração entre esses dois materiais.

Alguns autores têm demonstrado a influência dos terminos marginais em relação à adaptação cervical (HUNG et al., 1993; GAVELIS et al., 1981; MILAN et al., 1997; WANG et al., 1992), enquanto outros, a angulação das paredes axiais (EAMES et al., 1978; CHAN et al., 1986) ou ainda o comportamento dos cimentos em relação à adaptação (TJAN & LI, 1992).

Neste trabalho, os valores de resistência à remoção por tração, que relacionam os terminos marginais dentro do fator cimento (fosfato de zinco, ionômero modificado por resina e cimento de resina com adesivo) não mostram diferença estatística significativa entre os valores (Tabela 5.2 e Figura 5.2). E quando a retentividade de coroas totais em relação aos tipos de terminos cervicais, independente do fator cimento foi avaliada, (Tabela 5.3 e Figura 5.3), verificamos que novamente não ocorreu diferença estatística significante

entre ombro reto 90°, ombro biselado 20° e chanfro em 45°. Isso provavelmente ocorreu porque a influência do fator término cervical foi, de certa forma, minimizada durante a avaliação da retentividade, em decorrência das diferenças nas propriedades e no comportamento dos cimentos testados, os quais exerceram maior influência e superaram qualquer relação entre esses fatores.

Porém, quando a remoção por tração dos cimentos, em relação ao fator término cervical (Tabela 5.4 e Figura 5.4) foi avaliada, para ombro biselado e chanfro, o cimento de resina apresentou a maior média de valores de resistência diferindo dos cimentos de fosfato de zinco e ionômero modificado por resina, ambos semelhantes entre si. Para o término em ombro reto de 90°, todos os cimentos foram diferentes estatisticamente, sendo que a maior média de valores de resistência à remoção por tração foi a do cimento de resina, seguido pela do cimento de fosfato de zinco que foi superior a do cimento de ionômero de vidro modificado.

Quando os tipos de falhas ocorridas foram analisadas (Quadro 5.1, Figuras 5.5, 5.6, 5.7), verificamos que o cimento de resina (Resin Cement Scotchbond 3M) apresentou falhas predominantes do tipo mista (adesiva e coesiva no cimento), esse resultado discorda dos achados de EL-MOWAFY et al. (1996), TUNTIPRAWON (1999) e GORODOVSKY & ZIDAN (1992) que encontraram predominância de falhas coesivas em dentina. Entretanto, esses autores não realizaram ciclagem térmica como neste trabalho, o que poderia justificar a diferença no resultado, tendo em vista que esse teste promove fadiga na interface do cimento, enfraquecendo a união do mesmo ao substrato dentinário.

Para o grupo do cimento de fosfato de zinco (SSWHITE) as falhas foram predominantemente mistas, concordando com EL-MOWAFY et al. (1996) que relataram

que esse cimento falhou de forma mista e adesiva. Ao contrário, ADY & FAIRHURST (1973) verificaram que o tipo de falha foi predominantemente adesiva, porém, nesse trabalho foi analisada a retentividade do cimento de fosfato de zinco em relação à uma liga de ouro, ouro puro e ouro e cobre com diferentes tratamento das superfície dos metais.

Para o cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitremer 3M) ocorreram igualdade de falhas mistas e adesivas (Quadro 5.1, Figura 5.6 e 5.7). Resultado este também encontrado por ERNST et al. (1998) que obtiveram predominância de falhas adesivas na interface cimento/dentina para o cimento de ionômero modificado por resina, cimento de resina composta modificada por poliácidos e cimento de resina autopolimerizável. Em contrapartida, para VALLITU & FORSS (1997), falhas adesivas foram encontradas para ionômero de vidro convencional e modificado quando se usaram pontas diamantadas e pedras de carvão de silício nos tratamentos; já com o uso de jato de óxido de alumínio, houve predominância de falhas coesivas.

As variações de valores de cargas necessárias para remoção das coroas nos diferentes estudos podem ser explicadas pela diferença nas metodologias de cada trabalho. Neste, foi utilizada a ciclagem térmica em todas as amostras para simular as condições bucais e a durabilidade da união entre os agentes de fixação e as superfícies que foram unidas (ISO 11405). Segundo estudo de AYAD et al. (1997), os valores de resistência à remoção por tração para os corpos-de-prova ciclados são inferiores aos não ciclados.

Neste trabalho, a carga para deslocamento foi registrada em quilogramas força (kgf) independente da área do preparo. GRIEVE (1969), NINA et al. (1975), INES (1975), ABELSON (1980), BRUKL et al. (1985), CHAN et al. (1986), OMAR (1988), TJAN & LI (1992), AYAD et al. (1997) e TUNTIPRAWON (1999) em seus estudos, também

registraram a carga de tração independente da área do preparo, ao contrário de OILO & JORGENSEN (1978), TREVIZAN et al. (1991), GORODOVSKY & ZIDAN (1992) e ERNST et al. (1998) que fizeram essa relação. Diante dessas opiniões controversas optamos por não relacionar a carga à área do preparo, com base em ABELSON (1980) que não demonstrou correlação positiva entre a área do preparo e a retenção.

A resistência é apenas um critério para seleção de um agente de cimentação, porém é crucial, pois cimentos mais resistentes promovem melhor distribuição das tensões, menor probabilidade de falhas e maior probabilidade de sucesso clínico. De acordo com WHITE & YU (1993), que demonstraram a relação entre resistências retentiva e compressiva, também relatado nos estudos JORGENSEN & HOLTZ (1967), que concluíram que a retenção das coroas aumentou proporcionalmente ao aumento da resistência compressiva dos cimentos utilizados.

Considerados a interface mais fraca da estrutura formada pela associação fundição cimento-dente (BRUKL et al. 1985), os trabalhos que demonstrem o desempenho dos cimentos, independente do tipo de ensaio são de extrema importância para que possamos comparar esses materiais entre si.

## 7 – CONCLUSÃO

Após análise dos dados e discussão dos resultados, podemos concluir que:

1 – Todos os cimentos apresentaram valores de resistência à remoção por tração, com diferença estatisticamente significativa entre si, independente do tipo de término cervical do preparo.

2 – Dentro do fator cimento, não houve diferença estatística significativa nos valores de resistência à remoção por tração, nos três tipos de término cervical.

3 – Não houve diferença estatística significante nos valores de resistência à remoção, em relação ao fator término cervical (ombro biselado, reto e chanfro), independente dos tipos de cimentos.

4 – Dentro do fator término cervical nos valores apresentados pelo ombro biselado e chanfro, o cimento de resina mostrou valores de resistência à remoção por tração das coroas com diferença estatística significativa em relação aos demais cimentos, que não mostram diferença estatística entre si. No ombro reto, todos os cimentos apresentaram resultados com diferença estatística significativa.

5 – Houve predominância de falhas mista nos cimentos de fosfato de zinco e de resina, enquanto o cimento ionômero de vidro modificado por resina mostrou igualdade de predominância entre falhas adesiva e mista.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS \*

1. ABELSON, J. Cementation of complete crown retainers. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.43, n.2, p.174-179, Feb. 1980.
2. ABOUSH, Y. E. Y., JENKINS, C. B. G. The effect of poly (acrylic acid) cleanser on the adhesion of glass polyalkenoate cement to enamel and dentine. **J. Dent.**, Oxford, v.15, n.4, p. 147-152, 1987.
3. ADY, A.B., FAIRHURST, C.W. Bond strength of two types of cement to gold casting alloy. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis , v.29, n.2, p.217-220, Feb. 1973.
4. ANUSAVICE, K. J. **Phillips – Science of dental materials**. 10ª ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1996. P. 556-558.
5. AYAD, M. F., ROSENTIEL, S. F., SALAMA, M. – Influence of tooth surface roughness and type of cement on retention of complete cast crowns. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.77, n. 2, p. 116-121, Feb. 1997.
6. BEBERMEYER, R. D., BERG, J.H. Comparison of patient-perceived postcementation sensitivity with glass-ionomer and zinc phosphate cements. *Quintessence int.*, Berlin, v. 25, n.3, p.209-214, Mar.1994.
7. BRUKL, C. E., NICHOLSON, J. W., NORLING, B. K. Crown Retention and seating on natural teeth with a resin cement. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v. 53, n.5, p. 618 – 622, May. 1985.

---

\* De acordo com a NBR – 6023 de 1989, da Associação brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviaturas de periódicos de conformidade com o “World List Of Scientific Periodicals”.

8. CHAN, K. C., et al. Effect of metal etching on crown retention. **J Prosth Dent**, Saint Louis, v.55, n.1, p.18-20, Jan. 1986.
9. CHRISTENSEN, G.J. Dental cements: are they the weak link ? **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.122, n.12, p.63-64, Nov. 1991.
10. \_\_\_\_\_ Building up tooth preparations for full crowns – 2000. **J. Am. dent. Ass.**, v. 131,n. 4, p. 505-506, Apr. 2000.
11. EAMES, W.B. et al. Techniques to improve the seating of castings. **J. Am. dent. Ass.**, Chicago, v.96,n. 3 p.432-437, Mar.1978.
12. EL-MOWAFY, O.M., et al. Retention of metal ceramic crowns cemented with resin cements: Effects of preparation taper and height. **J. prosth. Dent**, Saint Louis, v.76, n.5, p. 524-529, Nov 1996.
13. ERNST, C.P. et al. Retentive strengths of cast gold crowns using glass ionomer, compomer, or resin cement. **J. prosth. Dent.**, Saint Louis, v.79, n.4, p.472-473, Apr.1998.
14. FREITAS, G.C. **Resistência à tração de agentes cimentantes usados na fixação de ligas de paládio-prata e níquel-cromo à dentina**. Piracicaba, 2000. Dissertação (Doutorado em Materiais Dentários) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
15. GALUN, E.A., SALEH, N., LEWINSTEIN, I. Diametral tensile strenghts and bonding to dentin of type I glass ionomer cements. **J. prosth. Dent**, Saint Louis, v.72, n.4, p.424-429, Oct.1994.

16. GAVELIS, J.R., et al. The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. **Operative Dent**, Seattle, v.45, n.2, p.655-658, Feb. 1981.
17. GORODOVSKY, S., ZIDAN, O. Retentive strenght, desintegration, and marginal quality of luting cements. **J. prosth. Dent**, Saint Louis, v.68, n.2, p.269-274, Aug.1992.
18. GRIEVE,A.R. A study of dental cements. **Br. dent. J.**, London, v.127, n.9, p.405-410, Nov.1969.
19. HEMBREE, J. H., COOPER, E. W. Effect of Die Relief on Retention of Cast Crowns and Inlays. **Operative dent.**, Seattle, v.4, n.3, p.104-107, Summer 1979.
20. HUNG, C. et al. Effects of thermocycling and occlusal force on the margins of provisional acrylic resin crowns. **J. prosth. Dent**, Saint Louis, v.69, n.6, p.573-577, Jun.1993.
21. INES, J. B. Resistência à remoção por tração de coroas totais cimentadas em dentes naturais. **Revta. Fac. Odont. S Paulo**, São Paulo, v.13, n.2, p.233-238, jul./dez. 1975.
22. INTERNATIONAL STANDARTIZATION ORGANIZATION. Guidance on testing of adhesion to tooth structure. ISSO/TC 106/SC 1 N236, Resolution 6 1. – CD TR 11405, Trieste, Oct. 1991.
23. JORGENSEN, K.D. Factors affecting the film thickness of zinc phosphate cements. **Acta odont. scand.**, Oslo, v.18, n.4, p.479-490, Apr. 1960.

24. \_\_\_\_\_, HOLST, K. The relationship between the retention of cemented veneer crowns and the crushing strength of the cements. **Acta odont. scand.**, Oslo, v.25, n.4, p.355-359, Dec. 1967.
25. JUNTAVEE, N., MILLSTEIN, P. L. The effect of surface roughness and cement space on crown retention. **J prosth Dent**, Saint Louis, v.68, n.3, p.482-486, Sep. 1992.
26. KERN, M. et al. Clinical comparison of postoperative sensitivity for a glass ionomer and a zinc phosphate luting cement. **J. prosth. Dent**, Saint Louis, v.75, n.2, Feb. 1996.
27. MC LEAN, J. W., NICHOLSON, J.W., WILSON, A.D. et al. Proposed nomenclature for glass- ionomer dental cements and related materials. **Quintessence Int.**, Berlin, v.25, n.9, p.587-589, Sept.1994.
28. MILAN, F.M. et al. Influência de três fontes de calor de fundição sobre a adaptação cervical de coroas totais metálicas. **Revta Fac. Odont. Univ. Passo Fundo**, Passo fundo, v.2, n.2, p.33-42, jul./dez. 1997.
29. NAKABAYASHI, N. Adhesive bonding with 4-META. **Operative Dent.**, Seattle, Suppl. 5, p.125-130, 1992.
30. 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. **Estomat. & Cult.**, v.9, n.1, p.133-143, Jan./Jun., 1975.
31. OHM, E., SILNESS, J. The convergence angle in teeth prepared for artificial crowns. **J. oral Rehabil.**, Oxford, v.5, n. 4, p. 371-375, 1978.

32. OILO, G., JORGENSEN, K. D. The influence of surface roughness on the retentive ability of two dental luting cements. **J .oral Rehabil.**, Oxford, v.5, n.4, p.377-389, Oct. 1978.
33. OMAR, R. A comparative study of the retentive capacity of dental cementing agents. **J. prosth. Dent**, Saint Louis, v.60, n.1, p.35-40, Jul 1988.
34. 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.
35. RETIEF, D.H. Standardizing laboratory adhesion tests. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.4, n.5, p.231-236, Oct. 1991.
36. SMITH, D.C. A New Dental Cement. **Br. dent. J.**, London, v.125, n.5, p.381-384, Nov. 1968.
37. TJAN, A. H.L., LI, T. Seating and retention of complete crowns with a new adhesive resin cement. **J. prosth. Dent**, Saint Louis, v.67, n.4, p.478-483, apr. 1992.
38. 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.
39. TUNTIPRAWON, M. Effect of tooth surface roughness on marginal seating and retention of complete metal crowns. **J. prosth. Dent**, Saint Louis, v.81, n.2, p.142-147, Feb. 1999.

40. VALLITTU, P.K., FORSS, H. Adhesion of glass ionomer cement to a ceramometal alloy. **J. prosth. Dent**, Saint Louis, v.77, n.1, p.12-16, Jan. 1997.
41. 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.
42. VERMYLEA, S. G., KUFFLER, M., HUGET, E. F. The effects of die relief agent on the retention of full coverage castings. **J.prosth Dent**, Saint Louis, v.50, n.2, p.207-210, Aug. 1983.
43. WANG, C., MILLSTEIN, P.L., NATHANSON, D. Effects of cement, cement space, marginal design, seating aid materials, and seating force on crown cementation. **J. prosth. Dent**, Saint Louis, v.67, n.6, p.786-790, Jun.1992.
44. 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.
45. WHITE,S.N. et al. Microleakage of new crown and fixed partial denture luting agents. **J. prosth. Dent**, Saint Louis, v.67, n.2, p.156-161, Feb. 1992.
46. \_\_\_\_\_, YU, Z. compressive and diametral tensile strenghts of current adhesive luting agents. **J. prosth. Dent**, Saint Louis, v.69, n.6, p.568-572, Jun. 1993.

## APÊNDICE

QUADRO 9.1 – Instruções para manipulação e fixação com cimento de fosfato de zinco Cimento de Zinco (SS White).

1- Acessórios	Placa de vidro grossa. Espátula n ° 24. Medidor de pó (fabricante) .
2- Proporcionamento	1 medida de pó (menor)/ 4 gotas de líquido(divisão do pó).
3- Espatulação	1 minuto e 30 segundos.
4 – Aplicação	Aplicação do cimento à parte interna da coroa. Superfície limpas e secas.
5- Assentamento	10 minutos com carga de 9 Kg.
6- Remoção de excessos	Após 10 minutos (tempo de presa de 6 a 9 minutos).

QUADRO 9.2 – Instruções para manipulação e fixação com cimento de ionômero de vidro modificado por resina Vitremer (3M).

1- Acessórios	Placa de vidro grossa. Espátula n ° 24. Medidor de pó (fabricante) .
2- Proporcionamento	3 medida de pó/ 3 gotas de líquido.
3- Espatulação	30 segundos.
4 – Aplicação	Aplicação do cimento à parte interna da coroa. Superfície do preparo limpa, evitando a secagem excessiva . Tempo de trabalho de 2 minutos e 30 segundos.
5- Assentamento	10 minutos com carga de 9 Kg.
6- Remoção de excessos	Após 10 minutos (tempo de presa aproximado de 10 minutos).

QUADRO 9.3 – Instruções para manipulação e fixação com Cimento de Resina e adesivo Scotchbond (3M).

1- Acessórios	Bloco para espatulação. Espátula n ° 24. Pincéis e algodão.
2- Proporcionamento	Quantidades iguais.
3- Espatulação	30 segundos.
4 – Aplicação	Tempo de trabalho de 3 minutos.
5- Assentamento	10 minutos com carga de 9 Kg.
6- Remoção de excessos	Após o assentamento (tempo de presa aproximado de 6 minutos).
7 – Sequência	Condicionamento ácido por 15 segundos . Lavagem com água e secagem com ar. Aplicação do silano no interior da coroa com secagem (5 segundos). Aplicação do Primer à dentina e secagem moderada (5 segundos). Aplicação do catalisador à dentina e interior da coroa. Mistura e aplicação do cimento de resina à coroa.

Tabela 9.5 – Valores da resistência ao deslocamento das coroas fixadas em dentina para o cimento de fosfato de zinco (SS WHITE).

FOSFATO DE ZINCO					
OMBRO BISELADO		OMBRO RETO		CHANFRO 45°	
CP	Kg/F	CP	Kg/F	CP	Kg/F
11	12,55	41	9,09	71	7,80
12	13,11	42	13,74	72	16
13	12,78	43	9,26	73	5,25
14	8,14	44	8,18	74	7,24
15	13,87	45	13,21	75	15,38
16	7,96	46	6,06	76	5,2
17	14,20	47	11,09	77	8,92
18	13,25	48	8,88	78	11,85
Média	11,98	Média	15,38	Média	13,10

Tabela 9.6 – Valores da resistência ao deslocamento das coroas fixadas em dentina para o cimento de ionômero de vidro modificado por resina .

VITREMER					
OMBRO BISELADO		OMBRO RETO		CHANFRO 45°	
CP	Kg/F	CP	Kg/F	CP	Kg/F
1	10,31	31	9,09	61	7,80
2	12,64	32	13,74	62	16
3	7,38	33	9,26	63	5,25
4	17,56	34	8,18	64	7,24
5	15,48	35	13,21	65	15,38
6	7,53	36	6,06	66	5,2
7	8,74	37	11,09	67	8,92
8	14,16	38	8,88	68	11,85
Média	11,72	Média	9,93	Média	9,70

Tabela 9.7 – Valores da resistência ao deslocamento das coroas fixadas em dentina para o cimento de resina (Resin Cement – 3M).

RESIN CEMENT					
OMBRO BISELADO		OMBRO RETO		CHANFRO 45°	
CP	Kg/F	CP	Kg/F	CP	Kg/F
21	21,42	51	42,66	81	24,35
22	21,50	52	35,87	82	20,06
23	27,73	53	24,03	83	28,24
24	16,79	54	25,80	84	15,28
25	31,99	55	17,98	85	18,83
26	22,08	56	25,78	86	35,01
27	22,13	57	20,32	87	19,32
28	28,16	58	40,15	88	24,85
Média	23,97	Média	29,07	Média	23,24

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

### Quadro da análise de variância

Causas da variação	G. L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Término	2	1.2163085	0.6081543	2.0733	0.13228
Cimento	2	42.3484718	21.1742359	72.1856	0.00001
Ter *cim	4	1.5466192	0.3866548	1.3182	0.27215
Residuo	63	18.4798212	0.2933305		
Total	71	63.5912207			

Média geral : 3.946652

Coefficiente de Variação: 13.723 %

### Teste de Tukey para médias de término

nº ordem	nº trat.	Nome	nº repet.	Médias	Médias originais	5 %
1	2	omb reto	24	4.123804	17.005763	a
2	1	omb bise	24	3.900554	15.214319	a
3	3	chanfro	24	3.815599	14.558797	a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado  
D. M. S. 5 % = 0,37555 – D. M. S. 1 % = 0,47251

### Teste de Tukey para médias de término dentro de fosfato do fator cimento

nº ordem	nº trat.	Nome	nº repet.	Médias	Médias originais	5 %
1	2	omb reto	8	3.909531	15.284435	a
2	3	chanfro	8	3.611900	13.045824	a
3	1	omb bise	8	3.443336	11.856561	a

Teste de Tukey para médias de término dentro de Vitremer do fator cimento

n° ordem	n° trat.	Nome	n° repet.	Médias	Médias originais	5 %
1	1	omb reto	8	3.383894	11.450738	a
2	2	omb bise	8	3.128896	9.789990	a
3	3	chanfro	8	3.050745	9.307048	a

Teste de Tukey para médias de término dentro de Resinoso do fator cimento

n° ordem	n° trat.	Nome	n° repet.	Médias	Médias originais	5 %
1	2	omb reto	8	5.332986	28.440738	a
2	1	omb bise	8	4.874431	23.760079	a
3	3	chanfro	8	4.784152	22.888106	a

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado  
D. M. S. 5 % = 0,65047 – D. M. S. 1 % = 0,81840

Teste de Tukey para médias de cimento

n° ordem	n° trat.	Nome	n° repet.	Médias	Médias originais	5 %
1	3	Resinoso	24	4.997190	24.971903	a
2	1	Fosfato	24	3.654922	13.358458	b
3	2	Vitremer	24	3.187845	10.162357	c

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado  
D. M. S. 5 % = 0,37555 – D. M. S. 1 % = 0,47251

Teste de Tukey para médias de cimento dentro de ombro biselado do fator término

nº ordem	nº trat.	Nome	nº repet.	Médias	Médias originais	5 %
1	3	Resinoso	8	4.874431	23.760079	a
2	1	Fosfato	8	3.443336	11.856561	b
3	2	Vitremer	8	3.383894	11.450738	b

Teste de Tukey para médias de cimento dentro de ombro reto do fator término

nº ordem	nº trat.	Nome	nº repet.	Médias	Médias originais	5 %
1	3	Resinoso	8	5.332986	28.440738	a
2	1	Fosfato	8	3.909531	15.284435	b
3	2	Vitremer	8	3.128896	9.789990	c

Teste de Tukey para médias de cimento dentro de chanfro do fator término

nº ordem	nº trat.	Nome	nº repet.	Médias	Médias originais	5 %
1	3	Resinoso	8	4.784152	22.888106	a
2	1	Fosfato	8	3.611900	13.045824	b
3	2	Vitremer	8	3.050745	9.307048	b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado D.  
M. S. 5 % = 0,65047 – D. M. S. 1 % = 0,81840

Observações não transformadas

Análise fixando o nível ombro biselado do fator término e nível fosfato do fator cimento

Estatísticas	Teste
Nº de observações	8
Valor mínimo	7.960000
Valor máximo	14.200000
Amplitude	6.240000
Total	95.867996
Média	11.983500
Variância	6.171389
Desvio Padrão	2.484228
D. P. média	0.878307
Coef. de variação %	20.730404
Coef. de Assim.	-0.994230
Coef. de Curtose	2.229003
Mediana	12.945000
Quartil inf.	10.349000
Quartil sup.	13.560000
IC 5 % L.S.	14.056305
IC 5 % L. I.	9.910694
IC 1 % L. S.	15.057575
IC 1 % L. I.	8.909424

Observações não transformadas

Análise fixando o nível ombro reto do fator término e nível fosfato do fator cimento

Estatísticas	Teste
Nº de observações	8
Valor mínimo	12.420000
Valor máximo	20.180001
Amplitude	8.360001
Total	123.110001
Média	15.388750
Variância	7.767160
Desvio Padrão	2.786963
D. P. média	0.985340
Coef. de variação %	18.110388
Coef. de Assim.	0.879838
Coef. de Curtose	2.743001
Mediana	15.040000
Quartil inf.	13.210000
Quartil sup.	16.705000
IC 5 % L.S.	17.714153
IC 5 % L. I.	13.063348
IC 1 % L. S.	18.837441
IC 1 % L. I.	11.940060

Observações não transformadas

Análise fixando o nível chanfro do fator término e nível fosfato do fator cimento

Estadísticas	Teste
Nº de observações	8
Valor mínimo	10.050000
Valor máximo	15.770001
Amplitude	5.720000
Total	104.800003
Média	13.100000
Variância	3.169572
Desvio Padrão	1.780329
D. P. média	0.629441
Coef. de variação %	13.590297
Coef. de Assim.	-0.180580
Coef. de Curtose	2.439816
Mediana	13.260000
Quartil inf.	12.020001
Quartil sup.	14.210000
IC 5 % L.S.	14.585482
IC 5 % L. I.	11.614519
IC 1 % L. S.	15.303045
IC 1 % L. I.	10.196956

Observações não transformadas

Análise fixando o nível ombro bise do fator término e nível Vitremer do fator cimento

Estadísticas	Teste
Nº de observações	8
Valor mínimo	7.380000
Valor máximo	17.560000
Amplitude	10.179999
Total	93.800003
Média	11.725000
Variância	14.614741
Desvio Padrão	3.822923
D. P. média	1.351607
Coef. de variação %	32.604889
Coef. de Assim.	0.222862
Coef. de Curtose	1.638373
Mediana	11.475000
Quartil inf.	8.135000
Quartil sup.	14.820000
IC 5 % L.S.	14.914794
IC 5 % L. I.	8.535207
IC 1 % L. S.	16.455627
IC 1 % L. I.	6.994374

Observações não transformadas

Análise fixando o nível ombro reto do fator término e nível Vitremer do fator cimento

Estatísticas	Teste
Nº de observações	8
Valor mínimo	6.060000
Valor máximo	13.740000
Amplitude	7.680000
Total	79.510002
Média	9.938750
Variância	6.702271
Desvio Padrão	2.588874
D. P. média	0.915305
Coef. de variação %	26.048288
Coef. de Assim.	0.224901
Coef. de Curtose	2.046090
Mediana	9.175000
Quartil inf.	8.530001
Quartil sup.	12.150000
IC 5 % L.S.	12.098870
IC 5 % L. I.	7.778630
IC 1 % L. S.	13.142319
IC 1 % L. I.	6.735182

Observações não transformadas

Análise fixando o nível chanfro do fator término e nível Vitremer do fator cimento

Estadísticas	Teste
Nº de observações	8
Valor mínimo	5.200000
Valor máximo	16.000000
Amplitude	10.800000
Total	77.639999
Média	9.705000
Variância	18.128172
Desvio Padrão	4.257719
D. P. média	1.505331
Coef. de variação %	43.871395
Coef. de Assim.	0.474608
Coef. de Curtose	1.731333
Mediana	8.360001
Quartil inf.	6.245000
Quartil sup.	13.615000
IC 5 % L.S.	13.257581
IC 5 % L. I.	6.152419
IC 1 % L. S.	14.973659
IC 1 % L. I.	4.436341

Observações não transformadas

Análise fixando o nível ombro bise do fator término e nível Resinoso do fator cimento

Estatísticas	Teste
Nº de observações	8
Valor mínimo	16.799999
Valor máximo	31.990000
Amplitude	15.190001
Total	191.809998
Média	23.976250
Variância	23.854834
Desvio Padrão	4.884141
D. P. média	1.726804
Coef. de variação %	20.370747
Coef. de Assim.	0.296505
Coef. de Curtose	2.119127
Mediana	22.105000
Quartil inf.	21.459999
Quartil sup.	27.945000
IC 5 % L.S.	28.051508
IC 5 % L. I.	19.900991
IC 1 % L. S.	30.020065
IC 1 % L. I.	17.932434

Observações não transformadas

Análise fixando o nível ombro reto do fator término e nível Resinoso do fator cimento

Estatísticas	Teste
Nº de observações	8
Valor mínimo	17.980000
Valor máximo	42.660000
Amplitude	24.680000
Total	232.589996
Média	29.073750
Variância	85.737663
Desvio Padrão	9.259464
D. P. média	3.273715
Coef. de variação %	31.848196
Coef. de Assim.	0.374236
Coef. de Curtose	1.624776
Mediana	25.790001
Quartil inf.	22.174999
Quartil sup.	38.010002
IC 5 % L.S.	36.799717
IC 5 % L. I.	21.347784
IC 1 % L. S.	40.531750
IC 1 % L. I.	17.615749

Observações não transformadas

Análise fixando o nível chanfro do fator término e nível Resinoso do fator cimento

Estadísticas	Teste
Nº de observações	8
Valor mínimo	15.280000
Valor máximo	35.009998
Amplitude	19.730000
Total	185.940002
Média	23.242500
Variância	39.377926
Desvio Padrão	6.275184
D. P. média	2.218612
Coef. de variação %	26.998747
Coef. de Assim.	0.665315
Coef. de Curtose	2.584362
Mediana	22.205000
uartil inf.	19.075001
Quartil sup.	26.545000
IC 5 % L.S.	28.478426
IC 5 % L. I.	18.006575
IC 1 % L. S.	31.007645
IC 1 % L. I.	15.477357